



**United States
Department of
Agriculture**

Forest Service

**International Institute
of Tropical Forestry**

Río Piedras, Puerto Rico

**General Technical Report
IITF-15**

June 2000



Bioecología de Árboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales

Silvics of Native and Exotic Trees of Puerto Rico and the Caribbean Islands

**John K. Francis and Carol A. Lowe, editors
Salvador Trabanino, translator**



Francis, John K.; Lowe, Carol A., eds. Trabanino, Salvador, traductor. 2000. Bioecología de Árbores Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. Gen. Tech. Rep. IITF-15. Río Piedras, Puerto Rico: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. 582 p.

Las características silviculturales de más de 101 especies arbóreas forestales se describen. Se proporciona información sobre el hábitat, el ciclo vital y la genética para 101 especies de árboles tropicales, representando 86 géneros y 38 familias.

Francis, John K.; Lowe, Carol A., eds. Trabanino, Salvador, translator. 2000. Silvics of Native and Exotic Trees of Puerto Rico and the Carribean Islands. Gen. Tech. Rep. IITF-15. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 582 p.

The silvicultural characteristics of 101 tropical forest tree species are described. Information on habitat, life history, and genetics is given for 86 genera and 38 families of tropical trees.

Key words: Puerto Rico, tree species, tropical forests.
Library of Congress Item No. 0083B06.



Bioecología de Árboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales

**Silvics of Native and Exotic
Tree Species of Puerto Rico
and the Caribbean Islands**



**John K. Francis y Carol A. Lowe, editores
Salvador Trabanino, traductor**



Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Servicio Forestal

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

Río Piedras, Puerto Rico

Reporte Técnico General IITF-15

Junio 2000



• • • • •

El uso de marcas registradas en esta publicación es solamente para la conveniencia del lector y no constituye una recomendación o aprobación oficial de cualquier producto de parte del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, que pueda llevar a su uso exclusivo cuando otros productos podrían ser también adecuados.

Esta publicación también reporta investigaciones que involucran el uso de pesticidas. Esto no implica una recomendación para su uso, como tampoco implica que los usos aquí discutidos han sido registrados. El uso de algunos de los pesticidas mencionados en el texto ha sido descontinuado en los Estados Unidos. Todos los usos de pesticidas deberán ser registrados por las agencias federales o estatales apropiadas antes de que puedan ser recomendado.

• • • • •

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) prohíbe la discriminación en todos sus programas en base a la raza, el color de la piel, el país de origen, el género masculino o femenino, la religión, la edad, los impedimentos físicos, las creencias políticas, la orientación sexual y el estado marital o familiar (no todos estos criterios se aplican a todos los programas). Las personas con algún impedimento físico que requieran de un método alternativo para la recepción de información sobre los programas (escritura Braille, letras grandes, grabadoras de sonido, etc) deberán ponerse en contacto con el centro TARGET del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, al número telefónico 202-270-2600 (voz y comunicación telefónica de texto).

Si desea sumitar una queja por considerar que ha sido objeto de discriminación, escriba a: USDA, Director, Office of Civil Rights, Room 326-W, Whitten Building, 14th and Independence Avenue, SW, Washington, DC 20250-9410 o llame al número telefónico 202-720-5964 (voz y comunicación telefónica de texto). El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos es un proveedor de empleos que garantiza la igualdad de oportunidades para los aplicantes.

PREAMBULO

Se consideró por primera vez incluir las especies de árboles tropicales en *Silvics of North America* en el 1980, cuando el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica decidió poner al día el Manual de Agricultura 271, *Silvics of forest trees of the United States*. Diez años más tarde el Manual de Agricultura 654 se publicó con 20 descripciones silviculturales de especies de árboles tropicales. Los científicos en Puerto Rico trabajando en lo que para ese tiempo se conocía como el Instituto de Dasonomía Tropical, decidieron darse la tarea de desarrollar un manual silvicultural para las especies de árboles tropicales utilizando el mismo formato, nivel de calidad y precisión en la información que caracterizan los Manuales de Agricultura 271 y 654.

Inicialmente, las descripciones de las especies se publicaron como manuscritos separados de manera que pudieran colocarse en cuadernos de tres argollas. El primero se publicó en el 1984 y no hemos dejado de añadir especies a la colección. Todos en el Instituto, incluyendo muchos colaboradores, se incorporaron a este esfuerzo. Eventualmente, el doctor John K. Francis surgió como líder del proyecto y como el que ha contribuido más descripciones de especies de árboles. El doctor Dave Harcharik, de nuestras oficinas en Washington, nos presentó un reto al sugerir que publicáramos un libro con las descripciones de 100 especies de árboles tropicales. Este volumen responde a ese reto con la publicación de descripciones silviculturales tanto en inglés como en español. Nos sobrepasamos del reto por una especie.

Completar esta tarea no fue fácil a pesar de que tenemos disponibles un número mucho mayor de especies de árboles en el trópico que en los Estados Unidos. Tomando sólo a Puerto Rico como ejemplo podemos ver que tiene prácticamente la misma cantidad de especies de árboles que tienen todos los Estados Unidos y el Canadá. La dificultad estribaba en seleccionar especies para las cuales existiera suficiente información confiable que respondiera a todos los tópicos requeridos por el formato del manual. Veinte años después, ofrecemos esta primera edición del Manual de bioecología para especies de árboles tropicales puertorriqueños. Es el volumen más decisivo sobre la silvicultura de las especies de árboles tropicales y esperamos que tenga el mismo éxito que ha tenido su contraparte para la zona templada.

Ariel E. Lugo
Río Piedras, P.R.
4 de agosto de 1999

AGRADECIMIENTOS

Los editores desean expresar su especial gratitud a Gwen B. Hensley, artista gráfica en el Bosque Nacional de Daniel Boone, quien ha preparado de manera competente y eficiente tanto de diagramado del texto de esta publicación, como una versión disponible en el Internet. También agradecemos sinceramente los comentarios editoriales del doctor Ivan D. (Dale) McDaniel, quien ayudó a que el formato y el estilo fueran correctos u consistentes a través de esta publicación y la cooperación del doctor John F. Utley, quien proporcionó sobre el ordenamiento taxonómico y los nombres científicos. También contribuyeron a este trabajo un número de técnicos de campo y editores demasado grande como para listarlo en este campo. El Instituto Internacional de Desonomía Tropical opera en cooperación con la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico.

ACERA DE LOS EDITORES Y EL TRADUCTOR

John K. Francis es un investigador forestal en el Instituto Internacional de Dasonomia Tropical, en Río Piedras, Puerto Rico. El Dr. Francis ha trabajado para el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos por un 24 años. Trabajó para la Estación Experimental de los Bosques del Sur en Sewanee, Tennessee, y Stoneville, Mississippi, comoun científico edáfico por más 9 años.

Carol A. Lowe es un editora técnica que trabajó para Servicio Forestal por 18 años antes de su retiro en 1998. Además de su función como editora técnica, trabajó también como entomóloga en la estación de campo en Boise, Idaho y ejerció como agente de Relaciones Públicas en la Estación Experimental de los Bosques del Sur en Nueva Orleans, Louisiana.

Salvador Trabanino ha trabajado para el Servicio Forestal como traductor al español por un espacio de 10 años.

• • • • •

ACKNOWLEDGMENTS

The editors wish to express special appreciation to Gwen Hensley, graphic artist at the Daniel Boone National Forest, who competently and efficiently prepared both the layout for this publication and a version that will be available on the Internet. We also sincerely appreciate the editing of Dr. Ivan D. (Dale) McDaniel, who helped assure that the formatting and style were correct and consistent throughout the book, and the assistance of Dr. John F. Utley, who provided information on classification schemes and spellings of scientific names. Field technicians, editors, and reviewers too numerous to mention also contributed to the work. The International Institute of Tropical Forestry operates in cooperation with the University of Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico.

ABOUT THE EDITORS AND TRANSLATOR

John K. Francis is a research forester at the International Institute of Tropical Forestry in Río Piedras, Puerto Rico. He has worked for the USDA Forest Service for 24 years. He worked for the Southern Forest Experiment Station in Sewanee, Tennessee, and Stoneville, Mississippi, as a research forester and soil scientist for over 9 years.

Carol A. Lowe is a technical editor who worked for the Forest Service for 18 years before retiring in 1998. In addition to working as a technical editor, she also worked as an entomologist at the Boise, Idaho, field office and served as Public Affairs Officer at the Southern Forest Experiment Station in New Orleans, Louisiana.

Salvador Trabanino has served as a Spanish translator for the Forest Service for 10 years.

INTRODUCCION

Evolución del Manual

El manual "Silvics of Forest Trees of the United States" (4) ha sido de gran utilidad para los dasónomos, silvicultores y aquellas personas a cargo de manejar rodales en los Estados Unidos continentales desde su publicación en 1965. El segundo volumen, una expansión del primero, "Silvics of North America" (2), contiene descripciones de 20 árboles tropicales, 9 de las cuales tuvieron como autores o co-autores a los científicos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto de Dasonomía Tropical (ahora conocido como el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical), en Río Piedras, Puerto Rico. Ariel Lugo, detectando la necesidad de una colección similar de descripciones de especies arbóreas en Puerto Rico, el resto de las Indias Occidentales y de los trópicos en general, propuso que se publicara un manual de silvicultura tropical como una serie de monografías o notas investigativas cubriendo una especie a la vez, en un formato para carpetas de tres argollas, de manera que se pudieran coleccionar de esa manera. El Dr. Lugo comenzó la serie al escribir la primera monografía. Poco después, el proyecto pasó a las manos responsables del Dr. John K. Francis, quien escribió un número de monografías y reclutó a otros autores para participar en el proyecto. Entre los autores resaltantes se encuentran John A. Parrotta y Peter L. Weaver. A través del trabajo en este proyecto, Carol Lowe ha estado a cargo del proceso editorial. Debido a que la mayoría de los usuarios potenciales, residentes en Puerto Rico, Cuba, la República Dominicana, México y la América Central, son de habla hispana, la serie de 102 monografías, representando 86 géneros y 38 familias, ha sido ahora traducida por Salvador Trabanino.

El Manual de silvicultura tropical fue escrito casi en su totalidad por residentes de Puerto Rico (en su mayor parte empleados del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical) acerca de especies de árboles que crecen en Puerto Rico. Las especies fueron escogidas en base a su presencia e importancia en Puerto Rico y las regiones circundantes y porque los autores mostraron un alto nivel de interés en la especie como para dedicar el tiempo y el esfuerzo requerido para efectuar las investigaciones y redactar las monografías. Sin embargo, ha existido una gran demanda por esta serie de parte de los países en las Antillas Mayores y Menores; las regiones continentales de la América del Norte, Central y del Sur, y de parte de las áreas tropicales en general. Por esta razón, se decidió incluir los usos locales y prácticas culturales locales para cada especie en los muchos países en donde crecen. Debido a que la especies arbóreas aquí tratadas se encuentran muy esparcidas alrededor del mundo, el material tiene una relevancia tanto regional como global. De las especies descritas, 49 son exóticas a Puerto Rico y se originaron en otras áreas de los trópicos. De las 53 especies nativas a Puerto Rico, solamente tres son endémicas. Muchas de la otras tienen una distribución a través de las Antillas Mayores y Menores, a la vez que partes de la Florida, México y la América Central y del Sur.

Otras dos publicaciones han sido indispensables para este proyecto: "Common Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands" (11) y "Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands", Volumen 2 (12). Estos dos libros contienen una gran cantidad

de información tanto botánica como taxonómica, a la vez que nombres comunes, áreas de distribución, ecología y usos para todas las especies arbóreas nativas a Puerto Rico y las Islas Vírgenes y para la mayoría de las exóticas. Cientos de publicaciones y fuentes complementarias fueron también consultadas y se pueden encontrar citadas en los monógrafos individuales. Merecen una mención especial ciertas publicaciones producidas en las Indias Occidentales que han contribuido a este manual o que han sido publicadas recientemente: "El Arbol al Servicio del Agricultor" (6), "Silvicultura Especial de Arboles Maderables Tropicales" (1) y "Useful Trees of Tropical North America" (3). "Tree Species for Planting in Forest, and Urban Areas of Puerto Rico" (5) es, en parte, un compendio del Manual de Silvicultura Tropical.

Debido al largo período de tiempo en que estas monografías fueron redactadas (1980 a 1999), nuevos conocimientos han contribuido al entendimiento de algunas de estas especies o han revelado errores menores en ciertos datos. Se ha publicado una gran cantidad de nuevo material desde la publicación inicial de las monografías individuales. Han ocurrido a su vez ciertos pequeños cambios en estilo entre las monografías iniciales y los más recientes. Desafortunadamente, solamente hemos podido hacer cambios menores a las monografías durante la traducción para este libro. Además de esto, los autores individuales se hacen responsables por la exactitud de la información contenida en las monografías que ellos han escrito.

Desde la publicación de las monografías acerca de las especies arbóreas individuales, los nombres científicos de cinco de estas especies han cambiado. *Cecropia peltata* L. ha sido renombrada como *C. schreberiana* Miq., *Pithecellobium saman* (Jacq.) Merr. es *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne. & Planch. ha sido renombrada como *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maquire, y *Buchenavia capitata* (Vahl.) Eichl. ha sido renombrada como *B. tetraphylla* (Aubl.) R. Howard. Además, *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.B.K. ha sido renombrada como *P. juliflora* (Sw.) DC. en Puerto Rico y el resto de las Indias Occidentales; sin embargo, existen dudas con respecto a si el cambio de nombre se aplica para la especie en Hawaii, acerca de la cual se escribió la monografía. "Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands: A Systematic Synopsis" es la fuente para los nombres científicos de otras plantas no arbóreas en Puerto Rico (10). Sin embargo, "Flora of the Lesser Antilles; Leeward and Windward Islands", volúmenes 4 al 6, ha reemplazado la fuente anterior como la autoridad a seguir en los nombres científicos (7, 8, 9). Los nombres científicos para las especies que se originan fuera de las Antillas Mayores y Menores y que no son comunes en Puerto Rico se tomaron de una gran variedad de fuentes citadas en las monografías correspondientes. Debido a que cada monografía fue redactada originalmente como artículos separados y no como parte de una serie, los nombres científicos, en particular en la sección "Cobertura Forestal Asociada", a la vez que las autoridades listadas, reflejan las investigaciones de cada autor de manera individual, junto con las referencias al final de cada monografía.

El formato estándar usado en "Silvics of North America; Volumen 2, Hardwoods" se usó también para este manual.

Los capítulos se ordenaron de manera alfabética por género, al igual que el “Silvics Manual”, con el objeto de facilitar la búsqueda eficiente de las especies de interés para el lector. Se decidió incluir 15 monografías acerca de árboles tropicales que fueron publicadas por primera vez en el “Silvics Manual”, con el objeto de hacer este manual lo más comprensivo posible en su reportaje sobre las especies arbóreas tropicales.

El Formato de las Monografías

El título de cada monografía comienza con el nombre científico, incluyendo el género, especie y la autoridad. Dentro de cada monografía, a medida que se citan nuevas especies, se proporcionan los nombres científicos completos, incluyendo la autoridad. Si la especie se menciona otra vez, se omite la autoridad. En unos cuantos de los manuscritos iniciales, las autoridades para algunas de las plantas y especialmente para insectos fueron omitidas. Las abreviaciones para los nombres genéricos se refieren al género más recientemente mencionado en el texto que comienza con la misma letra.

Después del nombre científico, se listan uno o más nombres comunes; por lo usual, el nombre común de mayor uso se menciona primero. Más adelante en la monografía se mencionan un número adicional de nombres comunes; estos nombres por lo usual se encuentran en inglés; los nombres en inglés podrán estar traducidos al español y/o al francés. Debido a que los nombres comunes varían de acuerdo al lugar y a través del tiempo, estas listas no se pueden considerar como completas o definitivas. Los nombres comunes de las especies exóticas incluyen aquellos usados por la gente que vive en la cercanía de la distribución natural de esas especies. El nombre de la familia se encuentra en latín, seguido por el nombre común de la familia. El autor o los autores de la monografía se listan a continuación. La afiliación de todos los autores se puede encontrar en el apéndice, tabla 1.

A continuación se encuentra una introducción a la monografía en forma de un breve resumen del contenido, incluyendo la apariencia general del árbol; rasgos sobresalientes sobre su ecología, a la vez que de su reproducción, manejo y usos importantes. Por lo usual se incluye en la primera página una fotografía del árbol en cuestión.

La sección titulada “Hábitat” comienza con una descripción del área de distribución natural de la especie, tan fielmente como lo permita la información disponible. Un mapa describiendo el área de distribución natural se incluye por lo usual en la monografía. Se mencionan también otras localidades alrededor del mundo en las cuales se ha plantado la especie y en donde se ha naturalizado. Las sub-secciones que siguen cubren el “Clima” del área de distribución natural y los “Suelos y Topografía” en los cuales la especie prospera o fracasa. La sub-sección “Cobertura Forestal Asociada” contiene listas de especies y caracteres distintivos de otras especies importantes con las cuales la especie tratada crece por lo normal en su hábitat nativo o naturalizado.

La sección titulada “Ciclo Vital” contiene sub-secciones sobre la “Reproducción y Crecimiento Inicial” y “Etapa del Brinjal hasta la Madurez”. Dentro de la primera subsección, “Flores y Fruto” contiene descripciones de las flores y frutos, a la vez que información fenológica y ecológica. “Producción de Semillas y su Diseminación” contiene información útil acerca de las semillas, tal como el peso, técnicas para la recolección y almacenamiento, requisitos para la germinación, porcentajes de viabilidad y la diseminación natural. En

“Desarrollo de las Plántulas” se pueden encontrar reportes sobre su manejo en el vivero y técnicas de plantado en el campo que han probado ser exitosas o que han fracasado. La sección “Reproducción Vegetativa” describe procesos naturales para el establecimiento, tales como vástagos radicales y del tocón, y técnicas para la reproducción artificial de algunas de las especies, tales como los esquejes arraigados, acodos e injertos.

Dentro de la sub-sección “Etapa del Brinjal hasta la Madurez”, “Crecimiento y Rendimiento” contiene información sobre el crecimiento, rendimiento y manejo de las plantaciones y de los rodales naturales. “Comportamiento Radical” contiene descripciones sobre la forma, la biomasa, la ecología y la fisiología del sistema radical, a la vez que problemas relativos a las raíces y las plántulas de esta especie que son conocidos por aquellos encargados de su manejo. “Reacción a la competencia” detalla la respuesta de la especie a las malas hierbas cuando en etapa de plántula y a través de la competencia de otros árboles maduros cuando la especie tratada alcanza la madurez. La tolerancia a la sombra, el área basal y la densidad de los tallos se proporcionan a su vez. “Agentes Dañinos” contiene descripciones del daño ocasionado por insectos y enfermedades en los árboles vivos. Se proporciona a su vez la resistencia a las termitas y a la pudrición de la madera en varios de los usos dados a la misma.

La sección de “Usos” incluye todos los usos conocidos para la especie. Estos incluyen el uso del árbol para plantíos ornamentales y de conservación, el uso de su madera para varios productos, el uso de productos no madereros y el beneficio potencial para la vida silvestre y el medioambiente. La sección titulada “Genética” cubre los nombres científicos sinónimos, las especies relacionadas, los híbridos conocidos, la genética molecular, la ecología sexual y los programas de selección y cruces. La “Literatura Citada” contiene referencias listadas en orden alfabético de acuerdo al apellido del autor. Las referencias se citan en el texto con el número de cita correspondiente.

Las monografías individuales de esta publicación estarán disponibles en el Internet en el url: <http://www.southernregion.fs.fed.us/prsilvics.htm>. Las monografías serán actualizadas en este sitio a medida que las investigaciones en progreso provean de información adicional acerca de estas especies arbóreas.

LITERATURA CITADA

1. Betancourt Barroso, A. 1987. *Silviculture especial de árboles maderables tropicales*. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 427 p.
2. Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., comps. 1990. *Silvics of North America: 2. Hardwoods*. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 877 p. Vol. 2.
3. Burns, Russell M.; Mosquera Menandra, eds. 1988. *Useful trees of North America*. Pub. 3. Washington, DC: North American Forestry Commission. (Serie en progreso).
4. Fowells, H.A., comp. 1965. *Silvics of forest trees of the United States*. Agric. Handb. 271. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 762 p.
5. Francis, John K. 1989. *Tree species for planting in forest, rural, and urban areas of Puerto Rico*. Gen. Tech. Rep. IITF-3. Río Piedras, PR: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. 82 p.
6. Geilfus, Frans. 1994. *El árbol al servicio del agricultor*. Turrialba, Costa Rica: ENDA-Caribe y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
7. Howard, Richard A. 1988. *Flora of the Lesser Antilles: Leeward and Windward Islands*. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 673 p. Vol. 4.
8. Howard, Richard A. 1989. *Flora of the Lesser Antilles: Leeward and Windward Islands*. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 604 p. Vol. 5.
9. Howard, Richard A. 1989. *Flora of the Lesser Antilles: Leeward and Windward Islands*. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 658 p. Vol. 6.
10. Liogier, Henri A.; Martorell, Luis F. 1982. *Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis*. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
11. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. *Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. Agric. Handb. 249. Washington, DC: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 548 p.
12. Little, Elbert L., Jr. Woodbury, Roy O.; Wadsworth, Frank H. 1974. *Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands, segundo volumen*. Agric. Handb. 449. Washington, DC: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 1024 p.

CONTENIDO

Preámbulo	iii
Agradecimientos	iv
Introducción	v

<i>Nombre latín</i> Familia	Página	<i>Nombre latín</i> Familia	Página
<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth. Leguminosae (Mimosoideae)	1	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. Burseraceae	91
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. Leguminosae (Mimosoideae)	6	<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) H.B.K. Malpighiaceae	96
<i>Acrocomia media</i> O.F. Cook	11	<i>Calophyllum calaba</i> L. Clusiaceae	101
<i>Agathis robusta</i> (C.Moore ex F. Muell) F.M. Bailey ... Araucariaceae	15	<i>Casuarina equisetifolia</i> L. ex J.R. & G. Forst. Casuarinaceae	107
<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth. Leguminosae (Mimosoideae)	20	<i>Catalpa longissima</i> (Jacq.) Dum. Cours. Bignoniaceae	118
<i>Albizia procera</i> (Roxb.) Benth. Leguminosae (Mimosoideae)	26	<i>Cecropia schreberiana</i> Miq. Moraceae	122
<i>Alchornea latifolia</i> Sw. Euphorbiaceae	31	<i>Cedrela odorata</i> L. Meliaceae	128
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) DC. Leguminosae (Faboideae)	36	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn. Bombacaceae	135
<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lam.) A. Rich. ex Walp. .. Rubiaceae	43	<i>Citharexylum fruticosum</i> L. Verbenaceae	139
<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco	49	<i>Clusia rosea</i> Jacq. Clusiaceae	143
<i>Artocarpus altilis</i> (S. Park.) Fosb. Moraceae	53	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L. Polygonaceae	148
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L. Avicenniaceae	59	<i>Cocos nucifera</i> L. Palmae	152
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss. Meliaceae	65	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	159
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad ex Wendl. Gramineae (Bambusoideae)	73	<i>Cordia sulcata</i> DC. Boraginaceae	166
<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R. Howard	79	<i>Cupania americana</i> L. Sapindaceae	170
<i>Bucida buceras</i> L. Combretaceae	86	<i>Cyrilla racemiflora</i> L. Cyrillaceae	174

Nombre latín Familia	Página	Nombre latín Familia	Página
<i>Dacryodes excelsa</i> Vahl	186	<i>Inga fagifolia</i> (L.) Willd.	284
Burseraceae		Leguminosae (Mimosoideae)	
<i>Dalbergia sissoo</i> Roxb.	190	<i>Inga vera</i> Willd.	288
Leguminosae (Faboideae)		Leguminosae (Mimosoideae)	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	195	<i>Juglans jamaicensis</i> C. DC.	292
Leguminosae (Mimosoideae)		Juglandaceae	
<i>Eucalyptus deglupta</i> Blume	200	<i>Khaya nyasica</i> Stapf. ex Baker f.	296
Myrtaceae		Meliaceae	
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	205	<i>Khaya senegalensis</i> Juss.	300
Myrtaceae		Meliaceae	
<i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden	211	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn. f.	304
Myrtaceae		Combretaceae	
<i>Eucalyptus robusta</i> Sm.	218	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	308
Myrtaceae		Leguminosae (Mimosoideae)	
<i>Ficus citrifolia</i> P. Miller	223	<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	317
Moraceae		Rhamnaceae	
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzig) Lingelsh.	227	<i>Magnolia portoricensis</i> Bello	321
Oleaceae		Magnoliaceae	
<i>Genipa americana</i> L.	231	<i>Magnolia splendens</i> Urban	327
Rubiaceae		Magnoliaceae	
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	236	<i>Mammea americana</i> L.	334
Leguminosae (Faboideae)		Clusiaceae	
<i>Guaiacum officinale</i> L.	243	<i>Mangifera indica</i> L.	338
Zygophyllaceae		Anacardiaceae	
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	248	<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) Chev.	344
Meliaceae		Sapotaceae	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	255	<i>Melaleuca quinquenervia</i> (Cav.) S.T. Blake	349
Sterculiaceae		Myrtaceae	
<i>Hernandia sonora</i> L.	260	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	354
Hernandiaceae		Sapindaceae	
<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	264	<i>Micropholis chrysophylloides</i> Pierre	358
Malvaceae		Sapotaceae	
<i>Hura crepitans</i> L.	270	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	366
Euphorbiaceae		Moringaceae	
<i>Hyeronima clusioides</i> (Tul.) Muell.-Arg.	275	<i>Ochroma pyramidale</i> Cav.	371
Euphorbiaceae		Bombacaceae	
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	279	<i>Ormosia krugii</i> Urban	377
Leguminosae (Caesalpinioideae)		Leguminosae (Faboideae)	

Nombre latín	Página	Nombre latín	Página
Familia		Familia	
<i>Paraserianthes falcataria</i> (L.) Nielsen 383		<i>Sloanea berteriana</i> Choisy 477	
Leguminosae (Mimosoideae)		Elaeocarpaceae	
<i>Petitia domingensis</i> Jacq. 389		<i>Spathodea campanulata</i> Beauv. 484	
Verbenaceae		Bignoniaceae	
<i>Pinus caribaea</i> Morelet 394		<i>Spondias mombin</i> L. 488	
Pinaceae		Anacardiaceae	
<i>Pinus patula</i> Schiede & Deppe 404		<i>Swietenia macrophylla</i> King 492	
Pinaceae		Meliaceae	
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth. 410		<i>Swietenia mahagoni</i> Jacq. 499	
Leguminosae (Mimosoideae)		Meliaceae	
<i>Pouteria multiflora</i> (A. DC.) Eyma 415		<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alst. 506	
Sapotaceae		Myrtaceae	
<i>Prestoea montana</i> (R.Graham) Nichols. 420		<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose 510	
Palmae		Bignoniaceae	
<i>Prosopis pallida</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.B.K. ... 428		<i>Tabebuia heterophylla</i> (DC.) Britton 514	
Leguminosae (Mimosoideae)		Bignoniaceae	
<i>Prunus occidentalis</i> Sw. 432		<i>Tamarindus indica</i> L. 519	
Rosaceae		Leguminosae (Caesalpinioideae)	
<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz 439		<i>Tectona grandis</i> L.f. 524	
Leguminosae (Faboideae)		Verbenaceae	
<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq. 443		<i>Terminalia catappa</i> L. 541	
Leguminosae (Faboideae)		Combretaceae	
<i>Rhizophora mangle</i> L. 450		<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev. 545	
Rhizophoraceae		Combretaceae	
<i>Roystonea borinquena</i> O.F. Cook 456		<i>Thespesia grandiflora</i> (DC.) Urban 550	
Palmae		Malvaceae	
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr. 461		<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa 553	
Leguminosae (Mimosoideae)		Malvaceae	
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire 465		<i>Zanthoxylum flavum</i> Vahl 558	
Araliaceae		Rutaceae	
<i>Senna siamea</i> Irwin & Barnaby 470		<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC. 562	
Leguminosae (Caesalpinioideae)		Rutaceae	
• • • • •			
Glosario de Términos Botánicos			567
Índice de Familias y sus Especies			573
Índice de Árboles Por Nombre Común			575
Autores			582

Acacia auriculiformis A. Cunn. ex Benth.

Kasia, northern black wattle

Leguminosae
Mimosoideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las mimosas

John A. Parrotta

Acacia auriculiformis A. Cunn. ex Benth., conocida comúnmente como kasia en Indonesia, northern black wattle en Australia y Papua wattle en Nueva Guinea, es un árbol de tamaño pequeño a mediano nativo al norte de Australia y las islas fuera de las costas sureñas de Papua Nueva Guinea (34, 36). Durante los últimos 60 años se le ha introducido a muchos países tropicales en Asia, África y América Latina, en donde se le planta para combustible, el control de la erosión, como un árbol de sombra y para propósitos ornamentales. Esta especie, que tolera los suelos extremadamente pobres y es capaz de fijar nitrógeno, es una especie prometedora para la producción de pulpa. Es también particularmente útil en la rehabilitación de los sitios severamente degradados, tales como los sitios de minas y los campos de gramíneas resultantes de la perturbación humana. Se le ha usado exitosamente para la rehabilitación de campos con la gramínea *Imperata* en el Sureste de Asia.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La kasia ocurre en rodales naturales entre las latitudes 5° y 14° S. en el norte de Australia (Queensland y el Territorio Norte), el sur de Nueva Guinea y el este de Indonesia en las Islas Kei y la Isla Thursday (fig. 1). Debido a su capacidad de crecer bien en los sitios difíciles y de mejorar los suelos pobres, se le ha introducido a varios países de Asia, África y América Latina desde la década de 1930. En Puerto Rico, las primeras

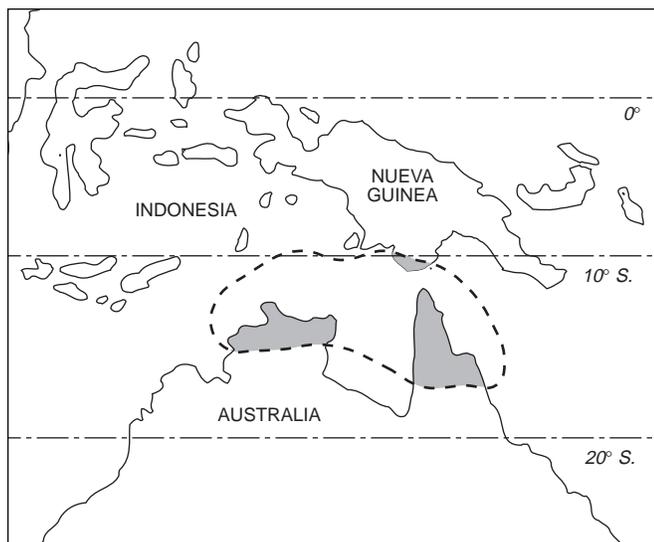


Figura 1.—La distribución natural de la kasia, *Acacia auriculiformis*, se indica por el área rodeada por la línea punteada.

plantaciones de prueba se establecieron en 1989 en un sitio costero en Toa Baja, a partir de semillas de origen australiano. La kasia es un árbol ornamental y de sombra muy común en la Florida.

Clima

La distribución natural de la kasia se encuentra dentro de las zonas climáticas húmedas calientes y subhúmedas calientes que tienen una precipitación veranera de 1300 a 1700 mm y una temporada seca de 4 a 6 meses de duración (34, 36). En su área de distribución natural, las temperaturas son altas a través de todo el año, con una temperatura anual promedio de 24 a 26 °C y unas temperaturas mínimas y máximas promedio durante los meses más cálidos y más fríos, respectivamente, de 32 a 34 °C y de 17 a 22 °C (35). En la parte norte de su distribución, la precipitación anual promedio es de aproximadamente 2000 mm. La precipitación a través de la distribución tiene un patrón monzonal, con una temporada seca entre mayo y octubre.

A pesar de que sobrevive en áreas que reciben menos de 1500 mm de precipitación anual, se encuentra mejor adaptada a los climas con una precipitación anual de por lo menos 2000 mm y con una temporada seca de varios meses de duración (24). Debido tal vez a su sistema radical superficial, no es tan resistente a las sequías como otras especies comúnmente usadas para la reforestación de los sitios degradados, tales como *Eucalyptus* spp. (23).

Suelos y Topografía

La kasia es una especie de tierras bajas que crece principalmente en los sitios desde el nivel del mar hasta aproximadamente 100 m de elevación, aunque a veces ocurre de manera natural en sitios de hasta 500 m de elevación (35, 36). En el norte de Australia crece principalmente en las planicies costeras aluviales y las tierras bajas lateríticas y cortadas por arroyos. Estos suelos varían desde dunas de arena y margas arenosas hasta suelos aluviales con un alto contenido de arcilla y humus. La especie puede tolerar los suelos altamente alcalinos y salinos. En las áreas costeras del Territorio Norte, ocurre de manera natural apenas arriba del alcance de las mareas, en los bordes de las dunas, detrás de manglares y a lo largo de los diques naturales a la orilla de los ríos. En Queensland ocurre de manera natural más que nada en los bancos de los ríos y los cursos de drenaje (35). En Papua Nueva Guinea e Irian Jaya (Indonesia) ocurre más que nada en la altillanura de Oriomo, una planicie aluvial relictual con unos suelos ácidos bien drenados en los cuales una marga arenosa superficial se encuentra sobre una capa de arcilla densa. Ocurre también en Ultisoles pobres en nutrientes, fuertemente ácidos y pobremente drenados que se ven sujetos a las inundaciones durante la temporada lluviosa.

Esta especie tolera una gran gama de tipos de suelo, desde las arenas ligeras hasta las arcillas densas, incluyendo los suelos lateríticos, los Vertisoles desarrollados sobre gredales y en varios tipos de suelo erosionados (4, 36). En el norte de Australia se le ha cultivado en los despojos ácidos de minas de uranio, con un pH de 3.0, a la vez que en dunas alcalinas con un pH de 9.0 (23). Los estudios han mostrado que las plántulas crecen bien de igual manera en un espectro de pH de entre 4.3 y 8.0 (15). Debido a la tolerancia de esta especie a la deficiencia en oxígeno, sobrevivirá las condiciones inundadas prolongadas (35).

Se comporta bien en los suelos extremadamente pobres y deficientes en nitrógeno y se le planta comúnmente para estabilizar las laderas erosionadas y para mejorar la fertilidad del suelo (10, 23, 34). Se le ha plantado exitosamente en los despojos de minas de estaño y en arenas deficientes en nutrientes en Malasia (22, 34); en tierras degradadas en Sabah; en dunas y sitios costeros infértiles en la India, Zanzibar, Malasia y Puerto Rico, y en campos de gramíneas pobremente drenados en Spodosoles en Papua Nueva Guinea. En el Sureste de Asia se le considera como una especie muy útil para la supresión de *Imperata*, aunque es menos resistente a los incendios que especies tales como *Eucalyptus* (4, 34, 36).

Cobertura Forestal Asociada

En los bosques de sabana del norte de Australia, la kasia es una especie sucesional temprana, formando unas fajas estrechas en las cuales puede ser una especie dominante o codominante. En los campos de gramíneas costeros en la península de Cobourg, en el Territorio Norte, está asociada con *Alstonia actinophylla*, *Casuarina equisetifolia* L. ex J.R. & G. Forst., *Pandanus spiralis* y *Timonius timon* (6). En otras partes del norte de Australia crece en depresiones o a lo largo de canales de drenaje en bosques bajos y abiertos dominados por *E. miniata* A. Cunn. ex Schau. y *E. tetradonta* F. Muell., con *Acacia holosericea* A. Cunn. ex G. Don. y *A. simsii* A. Cunn. ex Benth. como unos socios del sotobosque (35). Se le encuentra también en los bosques pluviales litorales adyacentes ya sea a manglares o a dunas costeras, en asociación con *A. aulacocarpa* A. Cunn. ex Benth., *A. mangium* Willd., *Canarium australianum* F. Muell., *Casuarina equisetifolia*, *Hibiscus tiliaceus* L. y *Melaleuca leucadendra* (L.) L. (35).

En la altillanura de Oriomo, en Papua Nueva Guinea, la kasia ocurre en bajas densidades poblacionales en arboledas en sabanas junto con *A. mangium*, *Lophostemon suaveolens* y *Melaleuca cajuputi* Powell y en bosques abiertos monzonales con *A. aulacocarpa* y especies de *Halfordia*, *Lophostemon*, *Mangifera*, *Parinari* y *Syzygium*. En los bosques de pantano ocurre por lo usual en los sitios con un mejor drenaje dominados por *M. cajuputi* y otras especies de *Melaleuca*. Es común en los bosques litorales en asociación con *Alstonia spectabilis* R. Br., *Canarium* sp., *Instia* sp. y *M. cajuputi* (35).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores aparecen en espigas axilares apareadas de hasta 8 cm de largo. Las flores individuales

carecen de pedúnculos y son minúsculas y de 3 mm de largo. Están compuestas de un cáliz en forma de copa, con cinco dientes y carente de vellos; una corola con cinco pétalos estrechos y puntiagudos; muchos estambres filamentosos de 3 mm de largo, y un pistilo con un ovario veloso y un estilo filamentosos (21).

Las frutas son unas vainas aplastadas, retorcidas y mas bien leñosas, de aproximadamente 1.5 cm de ancho y 6.5 cm de largo. En su distribución natural, la florescencia ocurre de junio a julio y las vainas se maduran entre agosto y octubre (35). En Java, los árboles florecen a través de todo el año, con un máximo en la producción de semillas de julio a noviembre (36). En Puerto Rico, la florescencia ocurre entre febrero y abril y las frutas dehiscentes contienen hasta 15 semillas cada una (observación personal del autor).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas elípticas, negras y con forma de habichuelas, tienen aproximadamente 5 mm de largo. Se encuentran adheridas a las vainas por medio de un tallo o funículo de color amarillo naranja a rojo, largo y circundante. A la madurez, las vainas se rajan a lo largo de un sólo margen, exponiendo las semillas que caen al suelo después de la descomposición del funículo. Las semillas se ven dispersadas típicamente ya sea por el viento cuando se encuentran todavía adheridas a la vaina o por las aves que consumen el funículo comestible. Dependiendo del peso individual de las semillas, el número de semillas por kilogramo puede variar entre 30,000 y 62,000 (35, 36). En Puerto Rico se encontraron 48,000 semillas por kilogramo en muestras recolectadas a partir de árboles de 4 años de edad (observación personal del autor).

Se reporta que las semillas sembradas 2 meses después de la maduración tienen la más alta capacidad germinativa (36). Cuando se almacenan en contenedores sellados, las semillas permanecen viables por lo menos por 18 meses (36).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas de la kasia es epigea y tiene lugar de 6 a 28 días después de la siembra. Los mejores resultados se obtienen al escarificar las semillas con tratamiento con agua caliente antes de la siembra. Se recomienda el uso de uno de los dos tratamientos siguientes: la inmersión en agua caliente por 30 segundos, seguida por el remojo en agua a temperatura ambiente por 24 horas (8) o el remojo en agua tibia por 24 horas (36). En pruebas efectuadas en Puerto Rico, la tasa de germinación para las semillas frescas sin tratamiento previo alguno fue 4 por ciento, mientras que el tratamiento previo con agua caliente aumentó la germinación a entre 47 y 65 por ciento (observación personal del autor). Las semillas deberán ser sembradas bajo luz plena en tierra floja y bien drenada, a una profundidad de entre 0.6 y 1.2 cm.

Las plántulas recién germinadas producen dos o tres hojas bipinadas, pero después de eso unos peciolo modificados (o filodios) largos y estrechos de entre 1.5 y 2.5 cm de ancho y de 10 a 16 cm de largo. Las plántulas por lo general comienzan a alcanzar un tamaño plantable (de 15 a 30 cm de alto) aproximadamente a los 3 meses de edad, aunque se recomiendan unas plántulas de mayor altura para la siembra en campos con la gramínea *Imperata* (26).

Las plantaciones se establecen por lo normal usando plántulas en contenedores, aunque las provisiones con las raíces desnudas se recomiendan también (8). En cualquier caso, el diámetro del collar radical deberá ser de por lo menos 0.5 cm (8). La siembra directa de semillas ha tenido un éxito limitado, debido a la competencia con las malas hierbas (4,

36). Las plántulas son muy resistentes y sobrevivirán por lo usual sin una preparación del sitio, aunque se encontró que una preparación, cultivación y fertilización intensivas del sitio durante la fase temprana del establecimiento mejoran grandemente el crecimiento en los campos de gramíneas pobremente drenados y degradados en Papua Nueva Guinea (20).

La regeneración natural es profusa después de los incendios o en los sitios perturbados en la ausencia de una competencia intensa con las malas hierbas. Se ha encontrado que la regeneración natural después de la tala rasa de las plantaciones en Java es un método aceptable para la obtención de una segunda rotación bien aprovisionada (36).

Reproducción Vegetativa.—La regeneración por rebrotes es posible, pero sólo si los tocones permanecen húmedos y sombreados. Una técnica exitosa desarrollada en Indonesia involucra la corta de árboles durante la temporada lluviosa a una altura de 50 cm, dejando una de las ramas basales (33). Esta especie se puede propagar fácilmente a partir de estacas con ácido indolacético (AIA) (16).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Los árboles maduros alcanzan por lo usual unas alturas de entre 8 y 20 cm y tienen usualmente unas ramas abundantes, con un tallo corto y torcido de hasta 50 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.). Bajo condiciones favorables en su hábitat nativo, la kasia puede en ocasiones alcanzar hasta 30 m de altura, con un tallo único y recto de hasta 80 cm en d.a.p. (36). En los campos de *Imperata* en el Sureste de Asia y en los suelos muy infértiles, su crecimiento es por lo usual mejor que el de otras especies de rápido crecimiento de los géneros *Albizia*, *Eucalyptus*, *Leucaena* y *Pinus* (35).

Bajo condiciones óptimas, el crecimiento inicial es muy rápido, con unas alturas de 15 a 18 m y unos d.a.p. de 15 a 20 cm a los 10 a 12 años. En los sitios degradados en donde es común plantar esta especie, las tasas de crecimiento son muy variables, con unos incrementos promedio en el diámetro del tallo y en la altura reportados como de 1.0 a 4.5 cm por año y 0.6 a 4.1 m por año, respectivamente, en rodales de hasta 6 años de edad y de 0.8 a 1.6 cm por año y 0.6 a 1.8 m por año en rodales de 7 a 20 años de edad (4, 8, 22, 25, 35).

En unas pruebas de adaptabilidad efectuadas en Puerto Rico en un sitio costero con suelos arenosos que reciben 1600 mm de precipitación anual, las alturas arbóreas promedio con unos espaciamientos de 2 por 2 m fueron de 2.3 ± 0.1 m, 5.8 ± 0.1 m y 9.2 ± 0.2 m a los 12, 28 y 48 meses, respectivamente. El d.a.p. promedio a los 48 meses en este estudio fue de 10.2 ± 0.3 cm (información inédita del autor).

En unos suelos relativamente fértiles en Sabah y Java que reciben más de 2000 mm de precipitación anual, se han reportado unos incrementos anuales promedio en el volumen de la madera de 15 a 20 m³ por ha (26, 31, 36). En la isla de Madura en Indonesia se obtuvieron unos incrementos anuales promedio de 7.6 a 9.0 m³ por ha en unas plantaciones de 7 a 12 años de edad, en sitios que reciben una precipitación anual de 1700 a 1900 mm (36). En los sitios menos fértiles o altamente erosionados, los incrementos se ven por lo general reducidos a 8 a 12 m³ por ha (36). Se pueden esperar unas mayores reducciones en el rendimiento en los sitios más secos o en aquellos sujetos a una temporada seca prolongada.

Por ejemplo, en Bengala Occidental en la India, se estimó que se pueden esperar unos incrementos anuales promedio de 2 a 6 m³ por ha para plantaciones de 10 a 20 años en sitios con suelos lateríticos rojos que reciben de 1000 a 1400 mm de precipitación anual (8).

La producción de hojarasca constituye una proporción muy alta de la producción primaria neta en las plantaciones de kasia, contribuyendo al valor de la especie en la rehabilitación de los suelos degradados. Los estudios en unas plantaciones de 4 a 7.5 años de edad en Java (36) y la República del Congo (5) indicaron que la producción de hojarasca constituyó entre el 37 y el 40 por ciento de la producción total neta arriba de la superficie, o entre 9.2 y 10.7 toneladas por ha por año. Las tasas de descomposición de la hojarasca para esta especie son similares a las de *Dalbergia latifolia* Roxb. y *Swietenia mahogoni* Jacq., pero mucho más lenta que las de los árboles leguminosos de follaje fino, tales como *L. leucocephala* (Lam.) de Wit y *Paraserianthes falcataria* (L.) I. Nielsen, los cuales tienen unas mayores concentraciones de nitrógeno foliar y una cutícula mucho más delgada (36).

Comportamiento Radical.—La kasia forma un sistema radical superficial, muy entrelazado y esparcido, permitiéndole crecer en los suelos muy poco profundos y favoreciendo su uso en los programas de reforestación para el control de la erosión. La biomasa radical constituyó el 9.4 por ciento de la biomasa arbórea total en las plantaciones de 7.5 años de edad en la República del Congo (5).

Al igual que otros miembros del género *Acacia*, la kasia forma una asociación simbiótica con las bacterias fijadoras de nitrógeno. Los estudios en el vivero han mostrado que las raíces de las plántulas inoculadas con variedades bacterianas de *Bradyrhizobium* y *Rhizobium* forman nódulos, aunque se sabe que solamente las variedades de *Bradyrhizobium* fijan nitrógeno (12). Tanto los hongos micorrizas vesiculares-arbusculares como los hongos ectomicorrizas se ven típicamente asociados con las raíces de esta especie (11).

Reacción a la Competencia.—Las plantaciones se establecen por lo normal a unas densidades de entre 1,600 y 3,000 árboles por hectárea. En Indonesia, en donde las plantaciones se encuentran en una rotación de 10 años, se recomienda un sólo entresacado para mantener un espaciamiento relativo (la distancia entre los árboles a la altura arbolar) de 0.35 (31). Los estudios en Papua Nueva Guinea han mostrado que se obtiene una mayor producción en las parcelas con un entresacado intenso que en aquellas con un entresacado ligero (20).

Las plantaciones de especies mixtas con *D. latifolia* han dado unos buenos resultados en Indonesia (36). En este sistema, las plántulas de kasia se plantaron a una densidad inicial de 2,475 árboles por hectárea y *D. latifolia* a una densidad de 825 árboles por hectárea. La kasia se entresacó a un tercio de su densidad inicial a los 6 años y el resto se cosechó a los 10 años, dejando a *D. latifolia* para una cosecha posterior. Se reporta que las plantaciones de especies mixtas de la kasia junto con *Albizia lebbek* (L.) Benth., *Calliandra calothyrsus* Meissn. y *L. leucocephala* en un sitio costero en Taiwan mostraron una supervivencia y un crecimiento buenos (18). Debido a la sombra densa y a los posibles efectos alelopáticos de la hojarasca, la kasia no se considera como un árbol ideal para los sistemas tipo taungya y otros sistemas agroforestales que involucran el interplantado con otras siembras alimenticias (32, 36).

Agentes Dañinos.—Hasta la fecha no se han reportado plagas o enfermedades serias en la kasia. En los viveros y plantaciones jóvenes en Indonesia, un hongo que causa un añublo (*Uromyces digitatus* Winter) afecta negativamente el crecimiento, mientras que en la India se ha reportado una pudrición radical causada por *Ganoderma lucidum* (Leyss.) Karst. y *G. applanatum* (Pers.) Pat. (30, 35, 36). El moho polvoriento causado por *Sphaeroteca* sp. ha sido reportado en las plántulas cultivadas en viveros en Indonesia (17).

En Malasia, se reporta que los vástagos y los trasplantes de la kasia son susceptibles a las infestaciones serias con *Hypothenemus dimorphus* y en Malasia y en la India se han reportado los ataques por el gorgojo *Hypomeces squamosus* (2). En el norte de Australia, la madera se ve a menudo atacada por los barrenadores y las termitas, mientras que los insectos cóccidos son comunes en los árboles jóvenes (14, 35).

USOS

La kasia produce una madera con una fibra fina, a menudo presentando unas fisuras atractivas, capaz de tomar un buen acabado (19). El duramen de color pardo claro a rojo oscuro es duro y durable, mientras que la albura amarilla es susceptible a los ataques por las termitas y los barrenadores y requiere de un tratamiento preservativo cuando en contacto con el suelo. La madera tiene un alto peso específico (de 0.60 a 0.75 g por cm³), un valor calorífico de 4.8 a 5.0 kcal por gramo y unas características combustibles que la hacen una fuente excelente de leña y carbón, usos para los cuales se le planta extensamente en China, la India e Indonesia, al igual que en otras partes de Asia (23, 35, 36). En muchos países, la abundante hojarasca (que incluye partes de ramas) producida en las plantaciones se usa también como combustible (24).

La kasia cultivada en las plantaciones es una fuente prometedora de materia prima para la producción de pulpa semi-química de sulfato y sulfito neutral de alta calidad, aunque no es tan adecuada para la pulpa mecánica de alto rendimiento (23, 28). La corteza rinde un tinte natural usado en la industria textil de batik. La corteza contiene un tanino soluble en agua (al 13 por ciento) que produce un cuero de buena calidad, pero que tiende a enrojecerse con la exposición al sol (1, 23).

La especie se ha usado en muchos países para la revegetación de los sitios y despojos de minas y a veces se le planta como sombra y ornamento en sitios urbanos, en donde se le aprecia por su resistencia, su denso follaje y sus brillantes flores amarillas (35). En la India, el árbol se usa en la producción de goma laca como un huésped del insecto de la laca, *Kerria lacca*.

GENETICA

La kasia (conocida anteriormente como *Acacia auriculaeformis* A. Cunn) está estrechamente relacionada a *A. aulacocarpa* y *A. crassicarpa* A. Cunn. ex Benth., pero difiere de ambas en que tiene unas vainas más estrechas y unas semillas rodeadas por un funículo de color anaranjado o rojo encendido (35). A veces se le confunde con *A. leptocarpa* A. Cunn. ex Benth. y *A. polystachya* A. Cunn. ex Benth. Estas

últimas especies se pueden distinguir por las características de sus vainas y el patrón de las venas en el pecíolo modificado (29). Una reclasificación recientemente propuesta del género *Acacia* incluye la transferencia de la mayoría de las especies australianas de *Acacia*, incluyendo a la kasia, al género *Racosperma* (27).

Se cree que la variación genética entre las procedencias de esta especie es muy elevada, y podría existir un gran potencial para el mejoramiento genético, siendo la forma del tallo el principal criterio para la selección (13). Una prueba internacional de 25 procedencias del norte de Australia y de Papua Nueva Guinea se inició recientemente en 7 sitios en 4 países en el Sureste de Asia (3). Los híbridos entre la kasia y *A. mangium* ocurren tanto en rodales naturales como en plantaciones (29, 35). La kasia es una especie diploide con 26 cromosomas (7).

LITERATURA CITADA

1. Abdul Razak, M.A.; Low, C.K.; Abu Said, A. 1981. Determination of relative tannin contents of the barks of some Malaysian plants. *Malaysian Forester*. 44: 87-92.
2. Ahmed, Mukhtar. 1989. Feeding diversity of *Mylokerus viridanus* Fab. (Coleoptera: Curculionidae) from south India. *Indian Forester*. 115(1): 832-838.
3. Awang, Kamis; Venkateswarlu, Perugupalli; Aini, Abd. Shukur Nor [y otros]. 1994. Three year performance of international provenance trials of *Acacia auriculiformis*. *Forest Ecology and Management*. 70: 147-158.
4. Banerjee, A.K. 1973. Plantations of *Acacia auriculaeformis* (Berth.) A. Cunn. in West Bengal. *Indian Forester*. 99(9): 533-540.
5. Bernhard-Reversat, France; Diangana, Daniel; Tsatsa, Martin. 1993. Biomasse, minéralomass et productivité en plantation d'*Acacia mangium* et *A. auriculiformis* au Congo. *Bois et Forêts des Tropiques*. 238: 35-44.
6. Bowman, D.M.J.S.; Panton, W.J.; McDonough, L. 1990. Dynamics of forest clumps on Chenier Plains, Cobourg Peninsula, Northern Territory. *Australian Journal of Botany*. 38(6): 593-601.
7. Brewbaker, James L.; Halliday, Jake; Lyman, Judy. 1983. Economically important nitrogen fixing trees. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 1: 35-40.
8. Briscoe, C. Buford; Alcázar, Jocelyn M.; Votación, Paciencia A. 1988. Multipurpose tree species trials data compilation, Republic of the Philippines. F/FRED Project, Multipurpose Tree Species Network Research Series Rep. 3. Arlington, VA: Winrock International. 62 p.
9. Browne, F.G. 1968. Pests and diseases of forest plantation trees. Oxford: Clarendon Press. [s.p.].
10. Chakraborty, R.N.; Chakraborty, D. 1989. Changes in soil properties under *Acacia auriculiformis* plantations in Tripura. *Indian Forester*. 115(4): 272-273.
11. Chong, L. 1987. Occurrence of mycorrhizae in seedlings of some tree species in Sarawak. *Forest Research Report FP5*. Kuching, Sarawak, Malaysia: Forest Department. 12 p.
12. Galiana, A.; Chaumont, J.; Diem, H.G.; Dommergues, Y.R. 1990. Nitrogen-fixing potential of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* seedlings inoculated with

- Bradbrhizobium* and *Rhizobium* spp. Biology and Fertility of Soils. 68(4): 263-272.
13. Gavilertvatana, Paiboolya; Matheson, A. Colin; Sim, Eng Peng. 1987. Feasibility study on tissue culture for multipurpose tree species. F/FRED Project, Multipurpose Tree Species Network Research Series Rep. 1. Arlington, VA: Winrock International. 78 p.
 14. Hearne, D.A. 1975. Trees for Darwin and Northern Australia. Canberra: Australian Government Publishing Service. 130 p.
 15. Hu, P.W.; Cheng, W.E.; Shen, T.A. 1983. Growth of seedlings of four leguminous tree species in relation to soil pH in a pot test. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 1: 24-25.
 16. Huang, L.S. 1989. Study on the inoculation and cultural techniques of *Acacia auriculiformis*. Forest Science and Technology (China). 5: 10-11.
 17. Ibnu, Z.; Supriana, N. 1987. The use of the fungicide copper oxychloride 85% to control mildew diseases on *Acacia auriculiformis*. Buletin Penelitian Kehutanan. 3(1): 63-72.
 18. Kan, W.H.; Hu, T.W. 1987. Regeneration of deforested sites of coastal windbreaks by underplanting. Bulletin of the Taiwan Forestry Research institute. 2(1): 1-15.
 19. Keeting, W.G.; Bolza, E. 1982. Characteristics, properties and uses of timbers. Southeast Asia, Northern Australia and the Pacific. Melbourne: Inkata Press. 362 p. Vol 1.
 20. Lamb, D. 1975. Kunjingini plantations 1965-1975. Tropical Forestry Research Note SR. 24. Boroka, Papua New Guinea: Department of Forests. 14 p.
 21. Little, Elbert L., Jr. 1983. Common fuelwood crops. Morgantown, WV: Communi-Tech. Associates. 354 p.
 22. Mitchell, B.A. 1957. Malayan tin tailings—prospects for rehabilitation. Malayan Forester. 20(4): 181-186.
 23. National Research Council. 1980. Firewood crops: shrub and tree species for energy production. BOSTID Rep. 27. Washington, DC: National Academy of Sciences. 237 p.
 24. National Research Council. 1983. Mangium and other acacias of the humid Tropics. BOSTID Rep. 41. Washington, DC: National Academy of Sciences. 63 p.
 25. Neil, P.E. 1986. Early results from *Acacia* species research. Forest Res. Rep. 7/86. Port Vila, Vanuatu: Vanuatu Forest Service. 10 p.
 26. Nicholson, D.I. 1965. A note on *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. in Sabah. Malaysian Forester. 28: 243-244.
 27. Pedley, L. 1986. Derivation and dispersal of *Acacia* (Leguminosae), with particular reference to Australia, and the recognition of *Senegalia* and *Racosperma*. Botanical Journal of the Linnean Society. 92: 219-254.
 28. Phillips, F.H.; Logan, A.F.; Balodis, V. 1979. Suitability of tropical forests for pulpwood: mixed hardwoods, residues and reforestation species. Tappi. 62: 77-81.
 29. Pinyopusarerk, K. 1990. *Acacia auriculiformis*: an annotated bibliography. Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research; Morilton, AR: Winrock International Institute for Agricultural Development. 154 p.
 30. Santosa, E.; Suharti, M. 1984. Morphological and anatomical studies of rust diseases attacking *Acacia auriculiformis*. No. 441. Hutan, Indonesia: Laporan, Pusat Penelitian dan Pengembangan 15 p.
 31. Sastroamidjojo, J.S. 1964. *Acacia auriculiformis* A. Cunn. Rimba Indonesia. 9(3): 214-225.
 32. Setiadi, D.S.; Samingan, T. 1978. Allelopathic effects of *Acacia auriculiformis*, *Acacia villosa* and *Albizia falcataria* on seedlings of *Tamarindus indicus*. Kehutanan Indonesia. 5(6): 6-20.
 33. Soedibja, R.S.; Ardikusumah, R.I. 1953. A consideration about the coppice system experiment with *Acacia auriculiformis* A. Cunn. at Maribaja (Djasinga). Rimba Indonesia. 2: 279-288.
 34. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford: Clarendon Press. 750 p.
 35. Turnbull, John W., ed. 1986. Multipurpose Australian trees and shrubs: lesser-known species for fuelwood and agroforestry. AGIAR Monograph 1. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research. 316 p.
 36. Wiersum, K.F.; Ramlan, A. 1982. Cultivation of *Acacia auriculiformis* on Jaya, Indonesia. Commonwealth Forestry Review. 61(2): 135-144.

John A. Parrotta

Acacia farnesiana (L.) Willd., conocido comúnmente como aroma o huisache, es un arbusto o árbol pequeño caducifolio y de tallos múltiples caracterizado por una copa esparcida y densa, ramas espinosas y flores fragantes. El aroma es nativo a probablemente sólo a la costa del Mediterráneo, aunque se ha naturalizado en muchas partes de los trópicos y subtropicos del Nuevo y Viejo Mundo en donde ha sido introducido. Es una especie útil para la reforestación de tierras secas degradadas; se usa también de manera extensa para combustible y para obtener maderos pequeños y, en el sur de Francia, en la industria del perfume. En algunos lugares se le considera como una plaga debido a su habilidad para colonizar pastizales y otros hábitats perturbados (fig.1).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El aroma se considera como nativo solamente el sur de Francia, Italia y a otras partes a lo largo de la costa norte del Mediterráneo. Fue introducido al Nuevo Mundo durante los primeros años de la colonización española. El ejemplar botánico tipo descrito por Lineo fue recolectado en la República Dominicana. Después de su introducción, el aroma fue esparcido por el ganado y por perturbaciones relacionadas al pastoreo, tales como el fuego, la corta de matorrales y el forrajeo. Se ha naturalizado a través de las Indias Occidentales; en el sur de los Estados Unidos, desde California hasta la Florida; México, la América Central; América del Sur hasta Chile y Argentina; y en muchas partes de los trópicos y subtropicos del Viejo Mundo, incluyendo la India (22, 27), el Norte de África (10) y Nigeria (14). Se encuentra presente en todos los continentes (entre las latitudes 30° N. y 40° S.) y es la especie de *Acacia* de distribución más extensa (43).



Figura 1.—Arboles de aroma, *Acacia farnesiana*, creciendo en pastizales en el suroeste de Puerto Rico.

Clima

El aroma por lo general requiere de una precipitación anual promedio de entre 500 y 750 mm para un buen crecimiento, aunque puede sobrevivir en áreas que reciben una precipitación de tan solo 400 mm anuales, con una temporada seca de 4 a 6 meses de duración (2, 52). En México, el aroma crece en áreas con una precipitación de hasta 900 mm (34). La especie es resistente a la sequía y a los incendios, a la vez que susceptible a las heladas (52). El aroma prospera en áreas en donde las temperaturas anuales promedio varían entre 15 y 28 °C, con unas temperaturas promedio de entre 25 y 32 °C durante los meses más calientes y unas temperaturas promedio de entre 2 y 10 °C durante los meses más helados (52). Sin embargo, en áreas en donde se ha naturalizado en la India, las temperaturas máximas promedio varían entre 30 y 40 °C durante los meses más calientes y las temperaturas mínimas promedio entre 4 y 24 °C durante los meses más fríos (22).

Suelos y Topografía

En México, el aroma crece sobre una gran variedad de suelos, desde arcillas pesadas hasta arenas (34), aunque el mejor crecimiento ocurre en suelos bien drenados. En las áreas en la India en donde el aroma se ha naturalizado, el árbol crece en suelos aluviales y se cultiva a través de la planicie Indo-Gangética en una variedad de tipos de suelos aluviales. Crece bien en arenas pobres en nutrientes en bosques secos y se considera como útil para la estabilización del suelo en tierras secas degradadas (12, 22). El aroma no es muy particular en cuanto al pH del suelo y tolera los suelos salinos (52).

El árbol crece en rodales naturales a altitudes que van desde el nivel del mar hasta aproximadamente 2,000 m en México (34), y hasta una elevación de 1,000 m en la América Central (19).

Cobertura Forestal Asociada

En los bosques y matorrales xéricos de la Planicie de la Costa del Golfo en el noreste de México, el aroma se encuentra asociado con *Acacia berlandieri* Benth., *A. rigidula* Benth., *A. wrightii* Benth., *Helietta parviflora* (A. Gray) Benth., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Pithecellobium flexicaule* (Benth.) Coulter, *P. pallens* (Benth.) Standl., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. y *P. laevigata* (H. & B. ex Willd.) M.C. Johnst. (12). En el oeste de México, el aroma se encuentra asociado con *A. pennulata* (Schlecht. & Cham.) Benth. en áreas degradadas de bosques caducifolios; en el Estado de Morelos, está asociada con *A. bilimekii* Macbride, *A. cochliacantha* Humb. & Bonpl., *Cassia pringlei* Rose y *Willardia parviflora* Rose en matorrales secundarios (38). En bosques secos subtropicales (18) a altitudes de hasta 2,000 m en Ja-

lisco y Aguascalientes, el aroma crece en asociación con *A. pennulata*, *Bursera bipinnata* (DC.) Engl., *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg., *Heliocarpus terebinthaceus* (DC.) Hochr., *Hyptis albida* H.B.K., *Ipomea intrapilosa* Rose, *I. murocoides* Roem. & Schult., *Mimosa monancistra* Benth., *Opuntia fuliginosa* Griffiths y *Tecoma stans* (L.) H.B.K. (38).

En otras partes de México, el aroma forma rodales sucesionales densos en el suroeste de Puebla, en sitios con suelos bien drenados y profundos. En estos sitios, el aroma es eventualmente reemplazado por *Prosopis* y *Pithecellobium*. El aroma es también común en bosques secundarios derivados de bosques subtropicales espinosos (18) en el sureste de San Luis Potosí, en donde crece asociado a *A. amentacea* DC., *Caesalpinia mexicana* Gray, *Cordia alba* (Jacq.) Roem. & Schult., *Diphysa minutifolia* Rose, *Harpalyce arborescens* A. Gray, *Pithecellobium calostachys* Standl., *Sapindus saponaria* L. y *Thevetia peruviana* (Pers.) K. Schum. (38). En bosques caducifolios tropicales y arboledas espinosas (18) en el Istmo de Tehuantepec, el aroma se asocia comúnmente con *A. cornigera* (L.) Willd., *A. pringlei* Rose, *A. cymbispina* Sprague & Riley, *Amphipterygium adstringens* (Schlecht.) Schiede, *Bauhinia albiflora* Britt. & Rose, *B. pauletia* Pers., *Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd., *C. eriostachys* Benth., *Caesaria nitida* Jacq., *Cordia curassavica* (Jacq.) Roem & Schult., *Croton guatemalensis* Lott, *D. floribunda* Peyr., *Haematoxylum brasiletto* Karst., *Jacquinia aurantiaca* Ait., *Pereskia conzattii* Britt. & Rose, *Piptadenia flava* Benth., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (33), *P. tortum* Mart., *Prosopis laevigata* y *Randia aculeata* L. (5, 38). Es un componente menor en bosques dominados por *P. laevigata* a altitudes que varían entre 1,000 y 2,000 m en muchas partes de México, incluyendo gran parte del área al oeste del Istmo de Tehuantepec (38).

En Puerto Rico, el aroma se ha naturalizado en matorrales y bosques en muchas regiones costeras secas y de piedra caliza seca (27) y crece por lo común en asociación con *Pithecellobium dulce* (33) y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. En Barbados, el aroma crece en formaciones arbustivas xerofíticas en laderas rocosas con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Pisonia aculeata* L., *Psidium guajava* L., *Tecoma stans* y *Zi-*

ziphus mauritiana Lam. (15).

En la India, en donde el aroma se ha cultivado y naturalizado a través de gran parte de las regiones más secas del país, ocurre con mayor frecuencia en bosques caducifolios secos, en particular en los lechos de río secos, en rodales puros o en asociación con *Dalbergia sissoo* Roxb. (32) y *Tamarix dioica* Roxb. (22).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El aroma puede florecer tan temprano como durante el segundo año después de la germinación, siendo capaz de producir vainas durante el tercer año (22). La temporada de florescencia varía con el clima local; en Puerto Rico los árboles se reportan en flor de noviembre a febrero (27), de diciembre a marzo en la América Central (19), de enero a abril en el noroeste de la India y de septiembre a febrero en el este de la India (22). Las numerosas flores amarillas forman agregaciones globosas y fragantes, las cuales aparecen solas o en grupos de hasta tres al final de pedúnculos vellosos de 1.8 a 3.6 cm de largo (27) (fig. 2). Las flores individuales consisten de un cáliz tubular (de 6 mm de largo) con cinco indentaciones, muchos estambres filiformes de 6 mm de largo y un pistilo (de 4.8 mm de largo) con un ovario estrecho y un estilo delgado (27).

Las frutas, que generalmente se producen en gran abundancia a partir de los 3 años de edad aproximadamente, consisten de unas vainas gruesas y ligeramente aplastadas, de color pardo oscuro a casi negro a la madurez, de 3.6 a 7.6 cm de largo y de 3 a 12 mm de ancho. Las frutas se forman rápidamente después de la florescencia, alcanzando su tamaño pleno en 2 a 4 meses y madurándose aproximadamente 2 meses después. Una muestra de vainas recolectadas en Puerto Rico contuvo entre 11 y 23 semillas, con un promedio de 14.4 ± 1.2 , semillas por vaina (observación personal del autor).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del aroma son pequeñas, elípticas y ligeramente aplastadas, de 8 mm de largo y de color pardo con una testa dura (27). Mientras que la literatura indica que hay aproximadamente de 11,000 a 13,000 semillas por kilogramo (22, 52), dos muestras de 100 semillas secadas al aire en Puerto Rico promediaron 0.132 ± 0.004 g y 0.130 ± 0.006 g por semillas, respectivamente, o aproximadamente 7,600 semillas por kilogramo (observación personal del autor).¹ Mientras que el ganado es probablemente el principal medio de dispersión en pastizales, los vertebrados de menor tamaño que consumen semillas, tales como las lagartijas, se han reportado dispersando las semillas de aroma hasta una distancia de 500 m del árbol materno en los bosques caducifolios de la América Central (48). A menos que sean ingeridas por el ganado, las vainas maduras permanecen adheridas al árbol por varios meses y caen al suelo por lo general sin mostrar dehiscencia. Las semillas se liberan de las vainas a consecuencia de la pudrición o por el daño por insectos (22). Las vainas

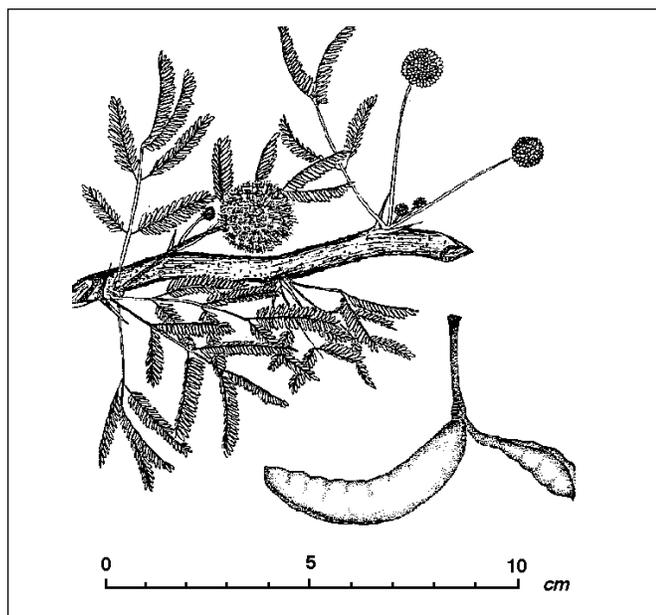


Figura 2.—Follaje, flores, y fruto del aroma, *Acacia farnesiana* (26).

¹Francis, John K. 1991. Comunicación personal. Información ubicada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

maduras se pueden recolectar de las ramas, secar al aire y aplastar para liberar las semillas (22).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en el aroma es epigea. Las semillas pueden sembrarse sin tratamiento previo, aunque se reporta que el baño en agua fría por 48 horas (22) o en agua caliente por entre 10 y 20 minutos (23) mejora enormemente la germinación. Se ha observado que la incubación de las semillas a temperaturas de entre 60 y 70 °C por un período de 6 a 12 horas aumenta grandemente los porcentajes de germinación (14). La escarificación en ácido sulfúrico concentrado por entre 20 y 60 minutos o en ácido nítrico concentrado resultó de acuerdo a reportes en una germinación del 65 al 70 por ciento (14, 39). La escarificación mecánica con papel lija parece ser la mejor técnica de tratamiento previo, resultando en una germinación de hasta el 98 por ciento (14). Parece ser que no hay una diferencia significativa en las tasas de germinación cuando la escarificación se efectúa antes o después del almacenamiento (24).

Las semillas escarificadas mecánicamente colocadas sobre papel filtro en un plato petri comienzan a germinar dentro de un período de 6 días, con una tasa de germinación del 57 por ciento después de 13 días.¹ La germinación de las semillas es por lo común de entre el 10 y 40 por ciento para semillas frescas y sin tratar (14, 28). Las semillas permanecen viables por 30 días o más cuando se almacenan bajo condiciones secas a temperatura ambiente (22). En el vivero, la profundidad óptima para la siembra es de entre 2 y 4 cm (14). Las plántulas del aroma tienden a producir una raíz pivotante profunda en suelos bien drenados (15).

La regeneración natural del aroma es abundante en rodales naturales. Las semillas germinan a menudo dentro de la vaina desprendida, resultando en una agrupación densa de plántulas (49). La germinación tiene lugar durante la temporada lluviosa, pero muchas de las semillas permanecen en etapa inactiva por un año completo antes de germinar (49). Debido a su producción prolífica de semillas, a ser preferidas por el ganado y a su germinación rápida en suelos perturbados, el aroma puede colonizar pastizales con rapidez, formando a menudo rodales densos (35).

Las plantaciones se pueden establecer mediante la siembra directa de las semillas o con plántulas en contenedores o plantas con las raíces desnudas (22). La siembra al vuelo de semillas escarificadas en pastizales en el estado de Tejas resultó de acuerdo a reportes en un 1 a un 2 por ciento de las semillas sembradas convirtiéndose en plántulas establecidas (30). El crecimiento durante el primer año puede ser rápido bajo las condiciones controladas del vivero; en pruebas efectuadas en la India, las alturas máximas de las plántulas 1 año después de la siembra fueron de 63 y 210 cm en almácigos de vivero abiertos a la lluvia e irrigados, respectivamente (49). Bajo condiciones de campo en sitios semi-áridos, las alturas de las plántulas después de 1 año son típicamente de 30 a 50 cm (12).

Reproducción Vegetativa.—Se reporta que el aroma se puede propagar de manera vegetativa mediante estacas (52). A pesar de que no existe información disponible sobre la reproducción vegetativa bajo condiciones de campo, la persistencia del aroma en pastizales bajo forrajeo intenso, cortados mecánicamente y tratados con herbicidas, sugiere que la especie rebrota bien al ser cortada.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Los árboles maduros se

caracterizan por tallos múltiples; una corteza pardo-oscuro y lisa; una copa muy ramificada y esparcida con ramitas en zigzag presentando espinas blanquecinas y apareadas, y un follaje verde claro. Las hojas son bipinadas compuestas, 5 a 10 cm de largo, con 2 a 6 pares de pinas, cada una con 10 a 25 pares de hojuelas estrechas y sin pecíolos, de 3 a 9 mm de largo (27). La altura a la madurez generalmente varía entre 3 y 5 m (ocasionalmente hasta 10 m), dependiendo de la localidad (19, 22).

En plantaciones de 3 años de edad establecidas a un espaciamiento de 2 por 2 m en un sitio en México con suelos similares al tipo Vertisol y alcalinos y una precipitación anual promedio de 750 mm, el diámetro basal promedio y la altura arbórea promedio fueron de 3.9 cm y 1.5 m, respectivamente (12). La altura y el d.a.p. promedios se registraron como de 2.8 m y 4.3 cm, respectivamente, en plantaciones de 3 años de edad establecidas con un espaciamiento de 2 por 2 m en un sitio en Tamil Nadú, en la India, que recibió una precipitación anual promedio de 830 mm (45). Se reportó una altura arbórea promedio de 1.5 m en una plantación de 4 años de edad establecida mediante la siembra directa de semillas en un sitio en el Punjab que recibió una precipitación anual promedio de 760 mm (22).

Comportamiento Radical.—La morfología de los sistemas radicales del aroma es variable y puede ser dominada ya sea por raíces pivotantes profundas o raíces laterales de un alcance extenso, dependiendo de la profundidad a la que se encuentre el agua subterránea (15). A igual que otros miembros del género *Acacia*, el aroma forma por lo común asociaciones simbióticas con bacterias rizobiáceas, permitiéndole por lo tanto fijar el nitrógeno atmosférico (4, 19). Se ha reportado que el hongo tipo micorriza *Endogone calospora* mejora el crecimiento de las plántulas (21).

Reacción a la Competencia.—El aroma es intolerante a la sombra y requiere de espacio para su crecimiento libre en viveros y plantaciones; de otra manera, la plántulas de menor tamaño se ven suprimidas rápidamente por los individuos más vigorosos (22). Se ha interplantado exitosamente con *Pinus brutia* Ten. para la fijación del nitrógeno, a un espaciamiento de 1 por 1 m en sitios semi-áridos e infértiles en Iraq (16). El aroma es un competidor agresivo en pastizales y otros sitios perturbados.

Agentes Dañinos.—El aroma es susceptible al ataque por el anillador de las ramitas *Oncideres pustulatus* LeConte (Coleoptera: Cerambycidae) en el sur de Tejas (11, 36). En Puerto Rico, las semillas y las vainas del aroma son susceptibles al ataque por los escarabajos brúcidos (observación personal del autor). En otras partes, el ataque por *Mimosestes nubigens* ha sido reportado en Costa Rica (47) y el ataque por el escarabajo brúcido del tamarindo (*Caryedon gonagra* Fabricius) en la India (31). Las vainas, cuando verdes, son atacadas por la mariposa de la granada *Virachola livia* Klug (Lepidoptera-Rhopalocera: Cycaenidae) en Egipto (1).

Varios patógenos de las hojas y el tallo han sido reportados infectando al aroma. *Corticium salmonicolor* Berk. & Br., la causa de la "enfermedad rosa", ha sido reportado en Sierra Leone (13). Los patógenos fungales incluyen a *Ravenelia australis* Dict. & Neger, *R. hieronymi* Speg. y *R. siliquae* Long en Tejas (50); *R. spegazziniana* Lindquist en Hawaii, los Estados Unidos continentales, México, Guatemala, Cuba y Puerto Rico; *R. acaciaefarnesiana* P. Henn. en Brasil; *R. formosana* Syd. en Taiwan; una especie sin identificar de *Ravenelia* en Myanmar, Nueva Caledonia, Zambia y Etiopía, y *Uromygladium notabile* (Ludw.) McAlp en Nueva Zelandia y Australia (13). Otros patógenos

foliares de menor importancia incluyen a *Phyllachora acaciae* P. Henn. en las Indias Occidentales y Ecuador (44) y *Camptomeris albizziae* (Petch) Mason en Dominica, Sudan, Kenya y Sudáfrica (13). Las enfermedades de las raíces que afectan al aroma incluyen la pudrición de las raíces causada por *Clitocybe tabescens* Scop. ex Bres., reportado en la Florida, y *Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Dug., reportado en Tejas (50). El aroma es el huésped del nemátodo del nudo radical *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood en la India (17). La muerte de terminales sería causada por una especie de *Dothiorella* ha sido observada en Italia (13).

USOS

El aroma se considera como una especie útil para rompevientos, la reforestación de bosques secos y áreas de pastizales degradados y para la estabilización de arenas móviles en regiones semi-áridas degradadas (22, 29). En la India, el aroma es cultivado y podado como un arbusto para jardines y como huésped del insecto de la laca (22).

La albura es de blanca a amarillenta (22, 27), el duramen de rojo a pardo rojizo. La madera es dura, de fibra estrecha y durable, con un peso específico de 0.79 a 0.84 g por cm³ (22, 46), y es útil para postes, el torneado, la ebanistería, implementos agrícolas y, particularmente, combustible (7, 51). La madera secada al aire tiene un valor calórico de 4.6 kcal/g (52).

El perfume obtenido de las flores, conocido como "cassie", se tiene en alta estima (25) y ha llevado a la cultivación del aroma en el sur de Francia y en otras partes del Mediterráneo (7, 9, 46). En la América tropical, las flores secas se colocan entre las sábanas y en los armarios como un aromatizador (46, 51).

Las vainas y la corteza son ricas en taninos (43) y se usan para el curtido, aunque al presente no en una escala industrial (46). El árbol produce una goma de alta calidad que semeja en alto grado, y es a veces superior a, la goma arábiga obtenida de *Acacia nilotica* (L.) Delile (22, 27, 46). Un tinte negro, usado para tinta y para teñir cuero, se produce a partir de las vainas (46, 51). El jugo espeso de las vainas es útil como un mucilago (46). Se reporta que las hojas contienen compuestos cianogénicos (41, 42).

En México, el aroma tiene muchos usos en la medicina tradicional (46). Los extractos de las flores se usan en remedios para los dolores de cabeza y en el tratamiento de la indigestión. La fruta verde es muy astringente y una decocción de la fruta se usa para tratar la disentería y las inflamaciones de la piel. En San Luis Potosí, una decocción de las raíces se usa como un remedio que se cree efectivo para la tuberculosis. Las hojas secas y pulverizadas se aplican a veces como un cataplasma para las heridas.

En el África Occidental, las raíces a veces se mastican para aliviar la irritación de la garganta, y la corteza y las flores astringentes se usan en una loción para las llagas y las enfermedades de la piel y en una poción para la diarrea (20). Las flores secas en polvo se toman oralmente por la tribu de los Bhils en Rajasthan (en la India) como un tratamiento para las enfermedades venéreas (40).

El aroma es una fuente importante de néctar y polen para la producción de miel en Cuba, dependiendo de la estación (8). A través de su área de distribución, las hojas y las vainas del aroma se utilizan como forraje para el ganado.

GENÉTICA

Entre las leguminosas mimosoides, pocas especies exhiben la complejidad sistemática de *A. farnesiana*, la cual se considera como un agregado de especies o microespecies. Entre las especies muy relacionadas pero segregadas del complejo de *A. farnesiana* se encuentran *A. smallii*, con una distribución en el sur de los Estados Unidos y el norte de México; *A. pinetorum* en el sur de la Florida, y *A. caven*, una especie extra-tropical de la América del Sur (6, 42). Los sinónimos botánicos incluyen *A. cavenia* Bert (50), *A. leptophylla* DC. (3), *Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn. y *Mimosa farnesiana* (26, 37). El aroma es una especie tetraploide (2N = 52) (42).

LITERATURA CITADA

1. Awadallah, A.M.; Azab, A.K.; El-Nahal, A.K.M. 1971. Studies on the pomegranate butterfly, *Virachola livia* (Klug) (Lepidoptera-Rhopalocera: Lycaenidae). Bulletin de la Société Entomologique d'Égypte. 54: 545-567.
2. Badi, K.H. 1967. Afforestation on the clay plains of Kassala Province [Sudan]: (A) High rainfall clay plains. (B) Arid clay plains. Bull. 13. Khartoum: Forest Department. 20 p.
3. Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York: MacMillan & Company. 1200 p. Vol. 1.
4. Balasundaram, V.R. 1987. Studies on the native nodulation and biomass production of some legume trees. Indian Journal of Forestry. 10(2): 94-96.
5. Breedlove, D.E. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico). En: Graham, A., ed. Vegetation and vegetational history of northern Latin America. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Co.: 149-165.
6. Clarke, H.D.; Seigler, D.S.; Ebinger, J.E. 1989. *Acacia farnesiana* (Fabaceae: Mimosoideae) and related species from Mexico, the Southwestern U.S., and the Caribbean. Systematic Botany. 14(4): 549-564.
7. Cook, O.F.; Collins, G.N. 1903. Economic plants of Puerto Rico. Contributions from the U.S. National Herbarium. Part 2. Washington, DC: Smithsonian Institution. 269 p. Vol. 8.
8. Diaz Millán, E.; Moncada, M. 1988. Espectro de la flora folinífera de la localidad de el Cano en la provincia Ciudad de la Habana. Ciencia y Técnica en la Agricultura, Apicultura. 4(2): 9-43.
9. El-Gamassy, A.M.; Rofaeel, I.S. 1975. The effect of tree age and time of day for collecting the flowers on the flower yield, content and composition of cassie (*Acacia farnesiana*) essential oils. Egyptian Journal of Horticulture. 2(1): 39-52.
10. El-Lakany, M.H. 1987. Use of Australian acacias in north Africa. Actas de ACIAR. Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research. 16: 116-117.
11. Felker, P.; Reyes, I.; Smith, D. 1983. Twig girdler (*Ondideres* spp.) damage to *Acacia*, *Albizia*, *Leucaena*, and *Prosopis* in the New World. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 1: 44-45.
12. Foroughbakhch, R.; Penaloza, R.; Stienen, H. 1987. Increasing productivity in the matorral of northeastern Mexico: domestication of ten native multipurpose tree species. En: Strategies for classification and management of native vegetation for food production in arid zones. Gen. Tech. Rep. RM-150. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 90-98.

13. Gibson, I.A.S. 1975. Diseases of forest trees widely planted as exotics in the Tropics and Southern Hemisphere. I. Important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae and Meliaceae. Oxford, England: Commonwealth Mycological Institute, Unit of Tropical Silviculture, Department of Forestry, University of Oxford. 51 p.
14. Gill, L.S.; Jagede, R.O.; Husaini, S.W.H. 1986. Studies on the seed germination of *Acacia farnesiana* (L.) Willd. *Journal of Tree Sciences*. 5(2): 92-97.
15. Gooding, E.G.B. 1974. The plant communities of Barbados. Bridgetown, Barbados: Government Printing Office. 243 p.
16. Hasan, S.M.; Al-Saraf, M.J.; Khalil, M.T. 1980. [Estudios comparativos sobre el crecimiento de *Pinus brutia* en plantaciones puras y mixtas]. *Mesopotamia Journal of Agriculture*. 15(1): 61-73. [Original en árabe].
17. Haseeb, A.; Khan, A.M.; Saxena, S.K. 1981. Some new host records of the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood. *Current Science*. 50(24): 1079.
18. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
19. Hughes, C.E.; Styles, B.T. 1984. Exploration and seed collection of multi-purpose dry zone trees in Central America. *International Tree Crops Journal*. 3: 1-31.
20. Irvine, F.R. 1961. Woody plants of Ghana. London: Oxford University Press. 861 p.
21. Johnson, C.R.; Michelini, S. 1975. Effect of mycorrhizae on container grown *Acacia*. *Actas, Florida State Horticultural Society*. 87: 520-522.
22. Joshi, H.B. 1983. The silviculture of Indian trees. Ed. rev. Delhi: Government of India Press. 344 p. Vol. 4.
23. Kumar, P.; Purkayastha, B.K. 1972. Note on germination of the seeds of lac hosts. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 42(5): 430-431.
24. Lauridsen, E.B.; Stubsgaard, F. 1987. Longevity of hardcoated seed after scarification. *Tech. Note 32*. Humlebaek, Denmark: Danida Forest Seed Centre. 3 p.
25. Lawrence, B.M. 1984. Progress in essential oils. *Perfumer & Flavorist*. 9(3): 35, 45.
26. Liogier, A.H. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
27. Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
28. Marrero, J. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 10: 11-30.
29. Mattis, G. Ya., Petrov, V.I. 1987. Forestry improvement of arid pastures in India. *Lesnoe Khozyaistvo*. 8: 47-49.
30. Meyer, R.E.; Bovey, R.W. 1982. Establishment of honey mesquite and huisache on a native pasture. *Journal of Range Management*. 35(5): 548-550.
31. Mital, V.P.; Khanna, S.S. 1967. A note on tamarind bruchid (*Caryedon gonagra* Fabricus) (Bruchidae, Coleoptera), a serious pest of stored tamarind (*Tamarindus indica* L.) and other leguminous seeds of economic importance. *Agra University Journal of Research [la India]*. 16(2): 99-101.
32. Parrotta, J.A. 1989. *Dalbergia sissoo* Roxb. SO-ITF-SM-24. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
33. Parrotta, J.A. 1991. *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. SO-ITF-SM-40. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
34. Pennington, T.D.; Sarukhan, J. 1968. Arboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 413 p.
35. Rasmussen, G.A.; Scifres, C.J.; Drawe, D.L. 1983. Huisache growth, browse quality, and use following burning. *Journal of Range Management*. 36(3): 337-342.
36. Rice, M.E. 1989. Branch girdling and oviposition biology of *Oncideres pustulatus* (Coleoptera: Cerambycidae) on *Acacia farnesiana*. *Annals of the Entomological Society of America*. 82(2): 181-186.
37. Ross, J.H. 1975. The typification of *Mimosa farnesiana* [the basionym of *Acacia farnesiana* (L.) Willd.]. *Bothalia*. 11(4): 471-472.
38. Rzendowski, J. 1981. Vegetación de México. Ciudad de México, México: Editorial Limusa. 432 p.
39. Scifres, C.J. 1974. Salient aspects of huisache seed germination. *Southwestern Naturalist*. 18(4): 383-392.
40. Sebastian, M.K.; Bhandari, M.M. 1984. Medico-ethnobotany of Mount Abu, Rajasthan, India. *Journal of Ethnopharmacology*. 12: 223-230.
41. Secor, J.B.; Conn, E.E.; Dunn, J.E.; Seigler, D.S. 1976. Detection and identification of cyanogenic glucosides in six species of *Acacia*. *Phytochemistry*. 15(11): 1703-1706.
42. Seigler, D.S.; Conn, E.E.; Dunn, J.E.; Janzen, D.H. 1979. Cyanogenesis in *Acacia farnesiana*. *Phytochemistry*. 18: 1389-1390.
43. Seigler, D.S.; Seilheimer, S.; Keesy, J.; Huang, H.F. 1986. Tannins from four common *Acacia* species of Texas and northeastern Mexico. *Economic Botany*. 40(2): 220-232.
44. Spaulding, P. 1961. Foreign diseases of forest trees of the world. *Agric. Handb.* 197. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 361 p.
45. Srinivasan, P.S.; Vinaya Rai, R.S.; Jambulingam, R. 1989. *Acacias*: variation between species in early growth and a few drought-adaptive attributes. *Journal of Tropical Forest Science*. 2(2): 129-134.
46. Standley, P.C. 1922. Contributions from the National Herbarium. Trees and shrubs of Mexico. Washington, DC: Smithsonian Institution. 1721 p. Vol. 23.
47. Traveset, A. 1990. Bruchid egg mortality on *Acacia farnesiana* caused by ants and abiotic factors. *Ecological Entomology*. 15(4): 463-467.
48. Traveset, A. 1990. *Ctenoaura similis* Gray (Iguanidae) as a seed disperser in a Central America deciduous forest. *American Midland Naturalist*. 123(2): 402-404.
49. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian Trees. Oxford, England: Clarendon Press. 1195 p. 3 vol.
50. U.S. Department of Agriculture. 1960. Index of plant diseases in the United States. *Agric. Handb.* 165. Washington, DC: Department of Agriculture. 531 p.
51. Uphof, J.C.T. 1968. Dictionary of economic plants. New York: Verlag von J. Cramer. 591 p.
52. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J. 1980. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. *Tropical Forestry Paper 15*. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford; London: Overseas Development Administration. 256 p.

Previamente publicado en inglés: Parrotta, John A. 1992. *Acacia farnesiana* (L.) Willd. Aroma, huisache. SO-ITF-SM-49. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.

Acrocomia media O.F. Cook Corozo

Palmae Familia de las palmas

John K. Francis

Acrocomia media O.F. Cook, conocido como corozo en español y como “prickly palm” en inglés, es una palma atractiva y de tamaño mediano (fig. 1) nativo a las áreas costeras y la base de los cerros en Puerto Rico y St. Thomas, Islas Vírgenes de los Estados Unidos. La fruta y el meollo de las semillas son comestibles y tienen un alto contenido de aceite, pero son rara vez usados. A pesar de su tronco espinoso, el corozo se ha vuelto popular como una planta de ornamento para uso en la decoración del paisaje.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El corozo es nativo a Puerto Rico y St. Thomas, en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos (fig. 2) y ha sido introducido como una especie de ornamento a St. Croix, Islas Vírgenes de los Estados Unidos (4, 5).



Figura 1.—Palmas de corozo, *Acrocomia media*, transplantadas creciendo en Puerto Rico.

Clima

El corozo crece y se reproduce en los bosques húmedos de tierras bajas que reciben entre 1000 y 1900 mm de precipitación anual promedio (observación personal del autor). Aunque menos común, la especie también ocurre de manera natural en las áreas con más de 1900 mm de precipitación anual promedio. En las áreas con menos de 1000 mm de precipitación, las palmas de corozo se encuentran confinadas al curso de las corrientes de agua, los arroyos intermitentes y los micrositios que reciben aguas de desagüe.

Suelos y Topografía

Los hábitats más favorables para la reproducción del corozo que proveen a su vez de una ventaja competitiva en el crecimiento son las arenas costeras húmedas. Estas son arenas y arenas margosas con unos pH de entre 6.5 y 8.5 que se encuentran a elevaciones de 1 a varios metros sobre el nivel del mar. Otros tipos de sitios que sostienen al corozo son los valles, los valles abiertos, los bancos de los ríos y los pastizales en los cerros húmedos de piedra caliza en el interior del norte de Puerto Rico y los valles altos y los cerros arriba de la costa sur de Puerto Rico. Los suelos son por lo usual margas arenosas, margas, arcillas margosas y arcillas con unos pH de entre 5.5 y 7.0 y una cantidad relativamente alta de bases intercambiables. En la parte húmeda de la isla, la especie por lo general no crece a unas elevaciones de más de 200 m, pero en las cuevas más secas en el sur, se pueden encontrar árboles de corozo hasta los 400 m de elevación. El corozo rara vez crece en las cuevas más altas o la cima de los cerros.

Cobertura Forestal Asociada

Los socios forestales primarios del corozo durante los tiempos precolombinos se desconocen. Hoy en día, la especie se encuentra solamente en los bosques secundarios. En las áreas costeras arenosas y húmedas de Puerto Rico, entre los socios del corozo por lo general se incluye a *Andira inermis*

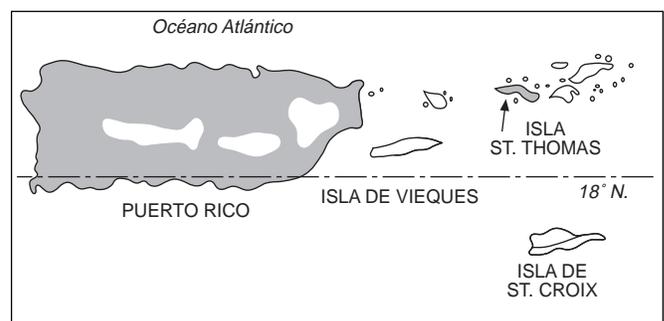


Figura 2.—La distribución natural del corozo, *Acrocomia media*, en Puerto Rico y St. Thomas, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, representada por el área sombreada.

(W. Wright) H.B.K., *Calophyllum calaba* L., *Cocos nucifera* L., *Morinda citrifolia* L., *Roystonea borinquena* O.F. Cook y *Terminalia catappa* L. (observación personal del autor).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las grandes panículas florales aparecen debajo de las hojas verdes y presentan numerosas flores pequeñas de color amarillo pálido. Las flores masculinas y femeninas se producen en la misma rama (5). La especie *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart., estrechamente relacionada, presenta predominantemente una polinización cruzada, pero retiene la capacidad para la autopolinización (7). Los escarabajos (Coleoptera) son los polinizadores primarios. No existe razón para creer que el corozo se comporta de una manera diferente que *A. aculeata*; las palmas de corozo aisladas son aparentemente polinizadas y producen semillas. La producción de flores y fruto ocurre a través de todo el año (5).

Las frutas de vuelven de verdes a amarillo verduscas cuando maduras; el mesocarpio se vuelve fibroso, con una sustancia gelatinosa, que es aceitoso y tiene un sabor dulzón. Las frutas pueden permanecer en el árbol por alrededor de 2 meses más después de que maduran, para luego caer individualmente del racimo.

Las panículas pueden carecer de fruta después de un período de sequía o cuando existe una cantidad inadecuada de luz bajo un dosel forestal. Sin embargo, bajo condiciones ideales, pueden producir más de 900 frutas por racimo. Ocho racimos cosechados en un rodal costero en Puerto Rico contuvieron entre 67 y 901 frutas (observación personal del autor). Un grupo de 83 frutas procedentes de esta muestra y pesadas promediaron 24.3 ± 0.3 g por fruta. Cuando la fruta madura, la semilla dentro de la dura cáscara es un tanto gelatinosa. Durante el año siguiente y sobre la superficie del terreno, se vuelve de una consistencia más firme y aceitosa.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Se reporta que *A. aculeata*, una especie similar, comienza a producir flores y fruto cuando alcanza una altura de aproximadamente 4 m y tiene una edad de 4 a 6 años (2). El corozo probablemente requiere de un período un tanto mayor. Teóricamente podría producirse un racimo de frutas por cada hoja; en la práctica, solamente los árboles dominantes y codominantes producen frutas, haciéndolo a unas tasas mucho menores que el máximo potencial. Los árboles vigorosos pueden producir más de 2,000 semillas por año y los árboles de vigor ordinario en edad productora, entre 100 y 200 semillas por año. Las semillas en dos muestras de Puerto Rico promediaron 8.5 ± 0.2 y 9.3 ± 0.0 g por semilla o alrededor de 110 semillas por kg (observación personal del autor).

Las semillas pueden ser cosechadas mediante la corta de los racimos de fruta maduros directamente de los árboles usando pértigas de podar o recogiendo las semillas directamente de la superficie del bosque. La remoción de las semillas de la fruta no es una tarea fácil cuando la fruta está todavía fresca. Las semillas pueden ser removidas con relativa facilidad si se permite que la fruta se pudra por entre 6 y 9 meses en un ambiente húmedo. La ventaja de cosechar las semillas directamente de la superficie del bosque

es que la cáscara de las frutas que han yacido allí por varios meses se separa fácilmente de las semillas. El tiempo que hay que esperar para que ocurra la germinación se ve también reducido por varios meses. No se ha sometido a pruebas ningún método de almacenamiento. Se asume que el almacenamiento en arena o turba húmeda a temperatura ambiente no diferiría del ambiente en la superficie forestal y, por lo tanto, la germinación ocurriría eventualmente en esta simulación de las condiciones naturales.

Los agentes dispersadores de las semillas más importantes parecen ser los murciélagos, los cuales tiran de las frutas y las acarrear a otro lugar, en donde les quitan la cáscara, para luego botar las semillas (observación personal del autor). La cotorra de Puerto Rico (*Amazona vittata*), antes de que su distribución se viera reducida, probablemente se alimentaba también de las frutas del corozo. Se sabe que en el pasado, una guacamaya de Jamaica, ahora extinguida, se alimentaba de las frutas de *Acrocomia spinosa* (Mill.) H.E. Moore (3). Algunas de las semillas se ven también dispersadas por la fuerza de gravedad, el agua y la gente. Sin embargo, la gran mayoría de las semillas terminan a tan solo 3 m del árbol materno.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas de corozo es hipogea. La primera germinación en una prueba en Puerto Rico, la cual germinó un 23 por ciento al final, comenzó 565 días después de la siembra (observación personal del autor). Los esfuerzos para aumentar y acelerar la germinación mediante el tratamiento con hormonas, agua hirviendo y la escarificación carecieron de éxito. Se reporta sin embargo que el baño de las semillas de *Acrocomia* spp. en agua tibia por 2 semanas mejora la germinación (3).

Las plántulas silvestres se recolectan y se transplantan a partir de los rodales nativos con facilidad. Plántulas de uno a tres meses de edad que promediaron 15.7 cm en altura se recolectaron de un rodal costero, se transplantaron a bolsas de vivero y se colocaron en un lugar sombreado. Las plántulas mostraron muy poco crecimiento durante los primeros 6 meses, pero crecieron rápidamente después. De las 24 plántulas originalmente recolectadas, 21 sobrevivieron y alcanzaron una altura promedio de 1.0 ± 0.1 m después de un año (observación personal del autor).

No se han reportado experiencias sobre la plantación de las plántulas de corozo. Sin embargo, se recomiendan las plántulas en tiestos. Se pueden usar probablemente plántulas de cualquier tamaño, siempre que se provea de una protección adecuada contra las malas hierbas. Un espaciamiento de 3 por 3 m o de 3.5 por 3.5 m es probablemente adecuado. Las copas del corozo no continúan expandiéndose como las de los árboles de maderas duras, de manera que el entresacado no es necesario.

Reproducción Vegetativa.—No se ha demostrado ningún método de regeneración vegetativa.

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El tronco liso y gris del corozo se encuentra tachonado con espinas negras de 6 cm de largo, excepto en las áreas en donde los incendios han procedido a través del rodal y las han quemado. La posición previa de las hojas perdidas está marcada por un anillo. El tronco tiene una cubierta exterior muy dura y un interior compuesto de una masa de haces vasculares rígidos y alambrosos, con una pequeña cantidad de un material polvoso

entre medio. Las hojas tienen de 2 a 3 m de largo, con un eje espinoso y unas hojuelas en forma de cinta.

El corozo más alto observado por el autor midió 18 m. El máximo para la especie en la mayoría de los rodales es tal vez 15 m. Los 105 árboles medidos por el autor variaron en el diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) entre 22 y 37 cm, con un d.a.p. promedio de 27.9 ± 0.4 cm. Por lo común, el tronco se ahuesa de manera muy regular a partir de una ligera protuberancia en la base, hasta alcanzar el punto más delgado a una altura de aproximadamente 1 m, para después engrosarse de nuevo de manera gradual hasta llegar a una región ligeramente protuberante en el medio.

La tasa de crecimiento del corozo se puede describir como moderada. Sesenta y siete palmas esparcidas a través de Puerto Rico botaron un promedio de 11.8 ± 0.6 hojas en el transcurso de un año (observación personal del autor). Un árbol típico tiene aproximadamente 20 hojas verdes además de varias hojas pardas o secas en espera de caerse. Las hojas verdes duran menos de 2 años. Cada hoja deja una cicatriz circular y puede contarse para calcular de manera aproximada la tasa de crecimiento y la edad. Las cicatrices foliares se contaron hasta una altura de 3 m en 78 palmas a través de Puerto Rico. Usando el criterio de 11.8 hojas botadas por año, les tomó a estas palmas un promedio de 4.86 años para desarrollar los primeros 3 m del tronco. Se requieren probablemente de 2 a 4 años para comenzar a formar un tronco. Basándose en estos números, un árbol de 5.5 m con un tronco de 3 m requeriría 8 años en formarse.

Comportamiento Radical.—Después de que el hipocótilo emerge de la semilla, se forma un pequeño bulbo, a partir del cual se desarrollan numerosas raíces a medida que las hojas avanzan hacia arriba. Las raíces de las plántulas son blancas, rígidas y muy ramificadas (observación personal del autor). Las raíces de menor diámetro están cubiertas por vellos radicales cortos y rígidos. Las raíces maduras alcanzan un diámetro más o menos constante de aproximadamente 9 mm. Las raíces más viejas son de un color pardo, cambiando a un color blanco gradualmente hacia la punta. Las raíces del corozo no dañan las aceras y las orillas de las calles. Estas palmas pueden por lo tanto plantarse en espacios confinados en las áreas urbanas.

Reacción a la Competencia.—El corozo es intolerante a la sombra. Se necesita de sol pleno o casi pleno para la supervivencia de las plántulas más allá de un año. Las palmas de corozo con un tallo ya desarrollado pueden sobrevivir bajo otras especies de árboles siempre que éstas permitan la penetración de luz filtrada a través del dosel. Las palmas suprimidas tienen unas copas de pequeño tamaño y, a menos que sean liberadas, probablemente pierden su vigor y mueren después de varios años. Los individuos suprimidos no producen semillas; los árboles en una posición intermedia en el dosel producen unas pocas semillas. La producción de semillas puede ser de baja a alta en las palmas de corozo codominantes. Las palmas dominantes son las más vigorosas, pero son raras en los rodales forestales debido a la poca estatura de la especie. Las palmas jóvenes pueden a veces crecer a través de las gramíneas, las malas hierbas y los matorrales en competencia. El crecimiento y la supervivencia son óptimos en las situaciones a campo abierto, tales como en pastizales.

Agentes Dañinos.— Se reportan dos especies de insectos homópteros, *Ischnaspis longirostris* Signoret y *Pinnaspis buxi* (Bouché), atacando las hojas del corozo (6). El daño a las hojas

o a cualquier otra parte del árbol por los insectos no parece ser un problema serio en esta especie. Las termitas de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren), frecuentemente construyen senderos cubiertos que llegan hasta la parte más alta de la palma, pero sólo consumen los peciolo de las hojas muertas.

Las palmas de corozo toleran el rocío salino (3) y son muy resistentes a ser volcadas o quebradas por los vientos fuertes (observación personal del autor). Los árboles de mayor edad de esta especie son resistentes a los incendios, como se puede constatar en muchas áreas por la presencia de zonas chamuscadas en la parte inferior de los troncos y la ausencia de espinas en los primeros 2 ó 3 m del tronco (observación personal del autor). Las palmas jóvenes de corozo parecen también tener cierta resistencia al pastoreo, probablemente debido a la presencia de espinas en las hojas.

USOS

El meollo de las semillas de corozo es comestible, con un sabor parecido al de la carne de coco seca. Fueron probablemente cosechadas como alimento por los habitantes aborígenes de Puerto Rico. El peso promedio de 101 semillas de corozo sin su cáscara, cosechadas en Puerto Rico, fue de 2.30 ± 0.05 g, alrededor del 25 por ciento del peso de la semilla entera (observación personal del autor). Las cáscaras tienen un grosor promedio de 4 mm y se rajan de una manera explosiva al ser golpeadas con un martillo o presionadas con un tornillo de banco. El mesocarpio de la fruta es también comestible, pero es un tanto aceitoso y por lo general no se favorece para el consumo humano. Sin embargo, el ganado lo consume de buena gana. Los análisis químicos revelaron las siguientes concentraciones de nutrientes en la fruta (exocarpio y mesocarpio): calcio (Ca), 3.4 mg/g; fósforo (P), 0.47 mg/g; magnesio (Mg) 2.2 mg/g; potasio (K), 19.8 mg/g; nitrógeno (N), 0.74 por ciento, y ceniza, 5.4 por ciento (observación personal del autor). El meollo de la semilla tuvo las siguientes concentraciones: Ca, 1.2 mg/g; P, 3.8 mg/g; Mg, 1.8 mg/g; K, 5.3 mg/g; N, 1.8 por ciento, y ceniza, 2.0 por ciento. La concentración de nitrógeno indicaría un 4.6 por ciento y un 11.2 por ciento de proteína para la fruta y el meollo de la semilla, respectivamente. El meristemo y las hojas tiernas (el corazón de la palma) son comestibles (8).

Se ha sugerido el cosechar el corozo para obtener aceite, tal como se hace con otros miembros del género (1). Esto es posible porque la fruta, a la vez que el meollo de la semilla, contiene aceite. Se reporta que el mesocarpio en la fruta de *Acrocomia aculeata* rinde entre el 56 y el 70 por ciento de su peso en aceite; entre el 55 y el 58 por ciento del peso del meollo de la semilla procede del aceite (2).

En el pasado, el corozo se evitó como una especie de ornamento debido a que su tronco y sus hojas se encuentran cubiertas por espinas agudas y existe por lo tanto el peligro de caminar o arrimarse sobre ellas. Sin embargo, en años recientes el corozo se ha convertido en una especie de ornamento importante en la decoración del paisaje institucional y comercial en las áreas metropolitanas de Puerto Rico. En este uso, la gente por lo general no se acerca mucho a ellas, por lo que el contacto con las espinas es poco probable. Los árboles en el bosque se excavan con una azada mecánica y se transportan por camión al sitio de la siembra urbana. Después del plantado, las palmas se sostienen con

puntales de madera por aproximadamente un año, hasta que se haya desarrollado un nuevo sistema radical. Las palmas crecen y florecen de manera normal en su nuevo hábitat. Sólo un pequeño porcentaje de los individuos transplantados mueren. Esta actividad es preocupante por el hecho de que el número finito de palmas maduras y productoras de semillas en las áreas silvestres podría sufrir una reducción seria. Las palmas de corozo se están cultivando a partir de semillas hasta cierto punto, pero toma varios años antes de que desarrollen el tronco atractivo que se encuentra en demanda para la decoración del paisaje.

El tronco del corozo tiene una cubierta exterior de alrededor de 1 cm de grueso que es muy dura y de un color casi negro en sección transversal. Las muestras de un árbol en Puerto Rico tuvieron una densidad promedio de la madera de 0.99 g/cm³ (observación personal del autor). En el pasado, la parte exterior de los troncos de corozo se aserraron en tablas para uso como pisos o para el tallado de bastones (5). La cáscara dura de las semillas toma un pulido fino, de manera que se pueden transformar en anillos y en otras decoraciones para joyería.

GENETICA

Se han descrito alrededor de 26 especies de *Acrocomia* a través de las Indias Occidentales y México hasta Argentina (8). Sin embargo, muchas de ellas tal vez no sean especies diferentes. El corozo está estrechamente relacionado y se parece mucho a *A. aculeata*, una especie indígena a las Antillas Menores (8). Se ha determinado que otros dos miembros del género poseen N = 15 cromosomas (8).

LITERATURA CITADA

1. Cook, O.F.; Collins, G.N. 1903. Economic plants of Puerto Rico. Part 2. Contributions from the U.S. National Herbarium. Washington, DC: Smithsonian Institution. 269 p. Vol. 8.
2. Food and Agriculture Organization. 1986. Food and fruitbearing forest species. 3: Examples from Latin America. FAO Forestry Pap. 44/3. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 308 p.
3. Krochmal, Connie; Krochmal, Arnold. 1989. Symbol of the Tropics. San Juan Star. September 10: 7.
4. Liogier, Henri Alain; Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
5. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
6. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, Departamento de Entomología, Universidad de Puerto Rico. 303 p.
7. Scariot, Aldicir O.; Lleras, Eduardo; Hay, John D. 1991. Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in central Brazil. Biotropica. 23(1): 12-22.
8. Uhl, Natalie W.; Dransfield, John. 1987. Genera palmarum. Lawrence, KS: Allen Press. 610 p.

Agathis robusta (C. Moore ex F. Muell) F.M. Bailey

Kauri, Queensland kauri

Araucariaceae

Familia de las araucarias

John K. Francis

Agathis robusta (C. Moore ex F. Muell) F.M. Bailey, conocido comúnmente como kauri, es un árbol atractivo cuando joven y majestuoso en los rodales antiguos (fig. 1). Es nativo a áreas limitadas en Australia y Papua Nueva Guinea (1). El kauri produce una de las maderas blandas más valiosas a nivel mundial (15) y tiene una variedad de usos, incluyendo la ebanistería, la manufactura de triplex y papel (23, 11). Se le usa también como un árbol de ornamento en los parques y caminos.

HABITAT

Area de Distribución Natural

A pesar de que la distribución del kauri es extensa, ocupa un área limitada (fig. 2). La especie se puede encontrar en rodales en la isla de Fraser cerca de la costa sur de Queensland, Australia, en varios rodales en la tierra firme cercana y en unos pocos rodales en el norte de Queensland



Figura 1.—Árbol de kauri, *Agathis robusta*, creciendo en Puerto Rico.

entre las latitudes 15° y 19° S. (1). Una subespecie del kauri, *A. robusta nesophila*, se puede encontrar en unos cuantos sitios en el sureste de Papua Nueva Guinea y en la isla de Nueva Bretaña (2, 25). A pesar de que la distribución de las dos poblaciones y la subespecie difieren un tanto, existe probablemente suficiente unidad, ecológicamente hablando, para describirlas y manejarlas de manera similar. Los rodales maduros y accesibles de kauri han sido severamente reducidos por las repetidas y constantes operaciones madereras; quedan sólo unos remanentes esparcidos con una reproducción relativamente abundante pero cubierta bajo el dosel (25). Se han plantado alrededor de 760 ha en Queensland (2). Se han efectuado pruebas exitosas con esta especie en la India (13), Sudáfrica (3), Uganda (6), Mauricio (22) y Puerto Rico.

El kauri se cultiva también como un árbol de ornamento en muchas áreas tropicales húmedas a nivel mundial. Con un mejor manejo, la especie debería gradualmente mejorar su posición en los rodales nativos y eventualmente ser aceptada como un árbol maderero en sitios apropiados alrededor del mundo.

Clima

El kauri se encuentra restringido a las regiones húmedas con una precipitación bien distribuida. La precipitación anual promedio varía entre 1100 y 5000 mm y tiene una mayor concentración durante el verano (1, 25). Sin embargo, la precipitación incluso durante el mes más seco es de 25 a 35 mm (1). El kauri crece desde casi el nivel del mar hasta una ele-

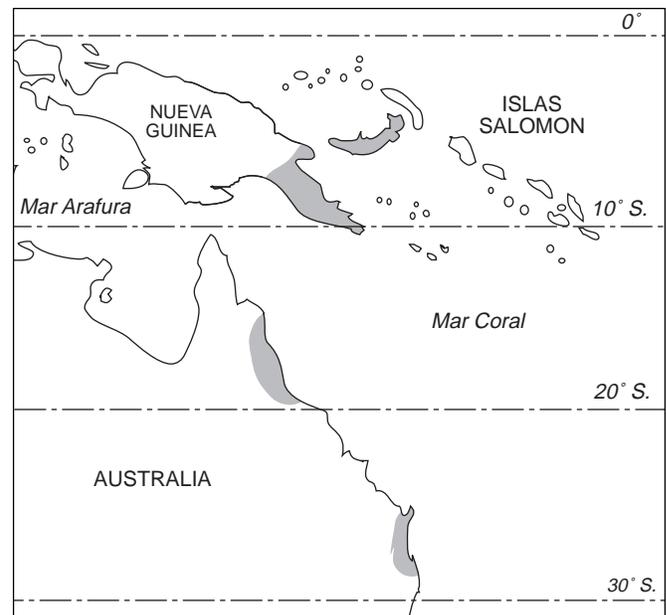


Figura 2.—Áreas dentro de las cuales se pueden encontrar rodales naturales de kauri, *Agathis robusta*, en Australia y Papua.

vación de 900 m. Las temperaturas se describen como cálidas durante el verano (con un máximo de 30 a 32 °C) y moderadas en el invierno (con un mínimo de 13 a 19 °C en el norte y de 6 a 8 °C en el sur). En las elevaciones arriba de los 600 m en la parte sur de su distribución, puede haber de 20 a 30 heladas por año (22).

Suelos y Topografía

El kauri no es muy demandante en cuanto a los requisitos del sitio. Crece en todos los tipos de suelo, desde las arenas profundas hasta las arcillas rocosas, pero crece mejor en suelos profundos, bien drenados y derivados de granito (1). No se encontró ninguna referencia en la literatura a la tolerancia a los suelos con un drenaje pobre; sin embargo, la especie se encuentra por lo normal en cimas, cuevas y valles con un buen drenaje. En Uganda, el kauri ha crecido bien en las arcillas volcánicas y en las Islas Salomones los suelos derivados de coral (6). En Puerto Rico, la especie tolera unos valores de pH de 4.2 a 8.1. Se ha mostrado que el lixiviado de las hojas de *A. australis* moviliza el hierro, que es uno de los pasos en el proceso de podzolización, y esto probablemente se aplica a todas las especies de *Agathis* (27). La podzolización es probable en los suelos pobres en bases, pero no en los ricos en bases. La especie no crece de manera natural en los suelos podzólicos lateríticos en las tierras bajas de la costa de Queensland y crece muy lentamente cuando se le planta allí. Sin embargo, cuando se le suplementa con nitrógeno, crece a una tasa normal (20).

Cobertura Forestal Asociada

En la porción sur de su distribución, el kauri crece como una dominante en el bosque pluvial con los socios más importantes siendo *Gmelina leichardtii*, F. Muell. ex Benth., *Beilschmiedia obtusifolia* Lecomte, *B. elliptica* C.T. White, *Litsea leefeana* Merrill & Philipp. y *L. reticulata* F.U.M. (13). Otra referencia lista: *Flindersia schottiana*, F. Muell., *F. bennettiana* F. Muell., *Pseudoweinmannia lachnocarpa* Engl., *Sterculia acerifolium* F. Muell., *Backhousia myrtifolia* Hook & Harv. y *Rhodamnia trinervia* Blume (1). En el norte de Queensland, la especie domina una comunidad clímax que incluye a *Flindersia mazlini*, *F. acuminata* C.T. White, *F. iffalana* F. Muell., *F. pubescens* F.M. Bailey, *F. brayleyana* F. Muell., *Xanthostemon pubescens* C.T. White y *Cardwellia sublimis* F. Muell. (9). En los suelos aluviales y en las margas profundas y húmedas, el kauri es siempre una dominante, pero está representada por solamente de 2 a 7 árboles por hectárea y está asociada con *Cardwellia sublimis*, *Embothrium wickhamii* Hill & F. Muell., *Endiandra palmerstonii* White & Francis, *Castanospermum australe* A. Cunn. & Fraser, *Flindersia brayleyana* F. Muell., *Cryptocarya bancroftii* F.M. Bailey, *Eugenia gustaviodes* F.M. Bailey y *Blepharocarya involucrigera* F. Muell. No se mencionan socios para la subespecies de Papua Nueva Guinea.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El kauri es monoico, pero la dicogamia (la asincronía de la florescencia masculina y femenina en el

mismo árbol) probablemente previene la autopolinización (25). Los estróbilos masculinos tienen de 4 a 8 cm de largo y aparecen en las axilas foliares cerca del final de las ramas (13). El polen requiere de una humedad relativa del 80 por ciento y unas temperaturas de no menos de 25 °C para germinar (25). Los conos femeninos son ovoides, de 10 a 13 cm de largo y 10 cm de diámetro (8). Las escamas de los conos tienen alrededor de 2.5 cm de ancho, están estrechamente sobrepuestas y tienen un mayor grosor en la base, con un surco en el cual se desarrolla la semilla. Las semillas tienen 1.25 cm de largo, con una ala asimétrica de 2.5 cm de largo. Los conos emergen de junio a julio y, después de la fertilización en septiembre, requieren de 16 meses para producir las semillas maduras (25). Los conos se producen por primera vez cuando los árboles tienen alrededor de 20 años.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Los conos maduran en enero y comienzan a desintegrarse cuando aun en el árbol (18). Cuando las semillas son liberadas, vuelan con el viento hacia abajo en un patrón en espiral. En Australia, las semillas son ingeridas por las cacaúas, cuya actividad indica que las semillas han madurado (25). Los roedores atacan también los conos y las semillas (9). En su área de distribución natural, la falena *Agathiphaga queenslandensis* infesta muchos de los conos; sus orugas se desarrollan dentro de los conos y destruyen la mayoría de las semillas (8, 25). En una muestra en Queensland del Sur, se contaron de 340 a 435 semillas por cono, pero sólo el 10 por ciento se encontraron sanas (18). El mismo investigador reportó una germinación del 96 por ciento para las semillas llenas. Hay aproximadamente 21,400 semillas por kg a una humedad del 5 por ciento (25). La viabilidad de las semillas es de muy corta duración, de no más de unas pocas semanas (25). La viabilidad se puede extender secando las semillas y almacenándolas a una temperatura de 3 °C (2). La disponibilidad y el almacenamiento de las semillas es un obstáculo serio para el cultivo extenso en plantaciones de esta especie.

Desarrollo de las Plántulas.—La experiencia recaudada con una especie relacionada, *Agathis dammara*, indica que la germinación es epigea y ocurre entre 7 y 14 días después de la siembra (25). El remojo en agua por 24 horas antes de la siembra es beneficioso. Los semilleros en el vivero necesitan ser sombreados para prevenir el chamuscamiento de las hojas de las plántulas. En Queensland, los semilleros en el vivero se rocían con sustancias químicas para prevenir el ataque por los hongos y los tisanópteros. Las plántulas se plantan en tiestos cuando tienen de 7 a 10 cm de alto y se transplantan al campo cuando alcanzan una altura de 0.25 a 0.5 m (cuando tienen alrededor de 1 a 1.5 años de edad). Alternativamente, para el desarrollo de provisiones con las raíces desnudas, las raíces se podan entre los 3 y 6 meses de edad. Los investigadores en Queensland compararon las plántulas con las raíces desnudas, con las raíces desnudas después de su poda, en tubos y en contenedores de bambú y estudiaron las edades óptimas para el plantado de las plántulas (18). Las plántulas en tubos tuvieron una supervivencia del 100 por ciento, las plántulas con las raíces podadas fueron superiores a las plántulas con las raíces desnudas y sin podar. El mejor crecimiento y la mejor supervivencia se obtuvieron con el plantado en el campo de las plántulas de 2 años de edad. Se seleccionó por lo general el plantar durante el otoño húmedo, pero el plantado fue exitoso a través de todo el año usando provisiones en tubos. Las plántulas de mayor tamaño tienen una mayor resistencia a la intensa com-

potencia natural y resisten los períodos de clima seco y caluroso. Deberán de tener de 30 a 40 cm de alto con una raíz pivotante de 30 cm de largo, cortada a una longitud de 18 cm, con un período de 2 meses más en el tubo para permitir la estabilización de la raíz antes del trasplante al campo (9).

En Java (25), un método de bajo costo para obtener plántulas involucra el labrado del terreno bajo los árboles maternos. Un rodal denso de plántulas silvestres se desarrolla bajo los árboles maternos; éstas se alzan y se plantan directamente en el campo. En Puerto Rico se sigue esencialmente el mismo procedimiento, excepto que las plántulas silvestres se alzan cuando tienen alrededor de 10 cm de alto, se transfieren a bolsas plásticas y se dejan crecer hasta alcanzar de 0.25 a 0.5 m antes del trasplante al campo. Se obtuvo una supervivencia del 97 por ciento en una pequeña plantación usando este método.

La reproducción natural ocurre a menudo en abundancia en la sombra bajo o cerca de los árboles maternos. A pesar de que las plántulas pueden sobrevivir por muchos años en el sotobosque, el dosel forestal deberá ser abierto para permitir la penetración de la luz para que las plántulas puedan crecer y penetrar el estrato superior (9, 28).

Reproducción Vegetativa.—El kauri es una de las especies del género *Agathis* más fácil de arraigar (25). Las estacas obtenidas a partir de las plántulas de *Agathis* crecen con rapidez, pero si se obtienen de las ramas laterales, los nuevos árboles adquirirán un crecimiento plagiotrófico (29). Las estacas de los tallos han tenido un éxito razonable. Una novedosa técnica de propagación vegetativa usando vástagos radicales ha producido buenos resultados. Las plántulas se cultivan en tubos plásticos de 50 mm de diámetro. El tubo se desliza en parte para exponer el cilindro de tierra conteniendo las raíces y éste se corta transversalmente dejando la parte superior con un sistema radical abreviado y una raíz pivotante cortada, que luego rebrotará y crecerá. Los vástagos radicales resultantes crecerán de manera recta y el procedimiento se puede repetir con la misma plántula varias veces (12). Con el objeto de superar el problema del crecimiento plagiotrófico asociado con el injerto en hendedura, se ha desarrollado un método que involucra el injerto en las plántulas de un pedazo de la corteza removido de la cercanía del ápice del vástago líder (17). Las yemas en estado inactivo en los pedazos de corteza se desarrollan para convertirse en nuevos líderes. Si el kauri no es muy viejo, rebrotará al ser cortado o quemado (3, 18).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento en altura del kauri no es rápido. En varias pruebas, el crecimiento en altura promedio varió entre menos de 0.5 m/año hasta 1.5 m/año (25). Sin embargo, el crecimiento en altura se mantiene de manera constante por un período de 20 a 30 años (fig. 3). El crecimiento en diámetro en las plantaciones puede ser impresionante. Una plantación en Sudáfrica creció 2 cm por año en diámetro a los 15 años de edad, pero sólo 1 cm por año a los 40 años de edad (3). Un promedio de 12 pruebas en varias partes del mundo, de 9 a 25 años de edad promediaron 12 mm en el incremento anual promedio en diámetro (25). El incremento en diámetro individual en algunas de estas plantaciones se vió probablemente limitado por los espaciamientos estrechos. En varias plantaciones

pequeñas en Puerto Rico, los árboles han crecido un poco menos de 1 m por año hasta una altura casi máxima de 20 a 26 m y han añadido de 1 a 2 cm en diámetro por año. Un árbol a la orilla de la carretera alcanzó un d.a.p. de 108 cm en 48 años. El kauri en los rodales naturales aumentan en diámetro muy lentamente hasta que sobresalen los árboles circundantes (8). A pesar de que se han registrado varios árboles con unos d.a.p. de más de 3 m y unas alturas de más de 60 m y cuyas edades probablemente exceden los 300 años (9, 18), se requiere de unas rotaciones mucho más cortas para la viabilidad económica.

Un rasgo muy atractivo del kauri es su habilidad para la auto poda; desde la mitad hasta las dos terceras partes del fuste se ven completamente libres de ramas (13), incluso en los árboles creciendo a campo abierto. Los fustes son rectos y con una conicidad relativamente pequeño y sin contrafuertes (25). En una rotación de 50 a 60 años, el kauri es capaz de producir un 100 por ciento más de madera a partir de un tronco sin ramificaciones que *Araucaria cunninghamii*, sin el costo de la poda que se necesita para ésta (10).

La producción de madera en las plantaciones de kauri varía de país a país. Un rodal de 22 años de edad en Queensland con una provisión de 919 tallos/ha y un área basal de 35.2 m²/ha tuvo un incremento anual promedio en volumen de 13.8 m³/ha. Una plantación en Sudáfrica acumuló un volumen en pie de 1400 m³/ha en un espacio de más de 40 años (35 m³/ha/año), casi el doble del producido por *Pinus eliottii* creciendo en un sitio similar en la cercanía (3). La conicidad del primer y segundo madero ha sido caracterizado también (3). Se han desarrollado ecuaciones para predecir el volumen arbóreo basándose en el diámetro y la altura, y se pueden encontrar en la tabla 1 (4).

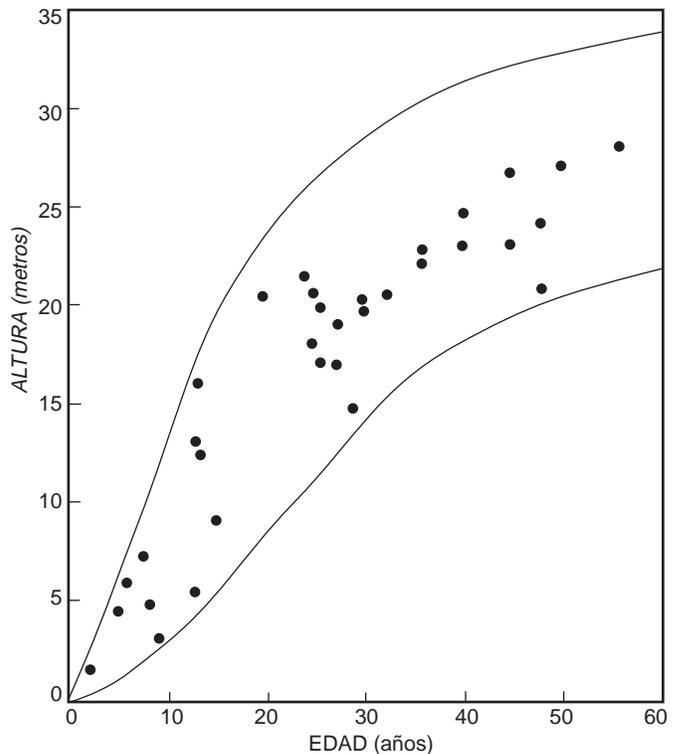


Figura 3.—Las curvas de crecimiento para la edad y la altura en plantaciones saludables de kauri, *Agathis robusta*, probablemente caerán entre las curvas superiores e inferiores, trazadas de manera arbitraria. Los puntos en el gráfico provienen de los datos recaudados por el autor y de la literatura citada en el texto.

Tabla 1.—Ecuaciones predictivas* para varios de los rasgos de los árboles de kauri, *Agathis robusta*

VARIABLES DEPENDIENTES	VARIABLES INDEPENDIENTES Y COEFICIENTES	r
Población de Queensland del Norte		
Log (Volumen, c.i.)†	-5.9391 + 1.671 log(D) + 1.218 log(H)	0.995
Grosor de la corteza	2.1977 + 0.2423(D) + 0.0553(H)	nd‡
Altura a los 75 mm de diámetro	-2.5266 + 0.9779(H)	0.981
Población de Queensland del Sur		
Log (Volumen, c.i.)	-6.2026 + 2.1200 log(D) + 0.5652 log(H)	0.968
Grosor de la corteza	0.4327 + 0.2692(D) + 0.1688(H)	nd
Altura a los 75 mm de diámetro	1.6464 + 0.7939(H)	0.927

* Ver referencias 3 y 4.

† Log = logaritmo común base 10; c.i. = corteza interior; D = diámetro a la altura del pecho en mm,

H = altura total en metros.

‡ No disponible.

Comportamiento Radical.—Las plántulas desarrollan unas raíces pivotantes largas, especialmente en suelo arenoso (18). En ocasiones la raíz pivotante persiste en los árboles más viejos y se desarrollan varias raíces verticales profundas (“sinker roots”) de gran tamaño (25). Las raíces finas sostienen micorrizas vesiculares-arbusculares formadas con el ficomiceto *Endogone* (25). Las estacas arraigadas carecen de una raíz pivotante y pueden verse predispuestas a ser tumbadas (29).

Reacción a la Competencia.—El kauri es tolerante a la sombra, por lo menos cuando joven. Los árboles plantados bajo un dosel denso en la isla de Fraser, en Queensland, tuvieron una altura de 0.6 m después de 40 años y sin embargo fueron capaces de producir vástagos vigorosos luego de que el bosque fue talado y quemado (21). Las plántulas de la subespecie *Agathis robusta nesophila* fueron capaces de mantener una tasa de crecimiento relativo de alrededor del 70 por ciento con una radiación solar fotosintéticamente activa de sólo el 12 por ciento de la recibida por los controles (28). El kauri alcanza una posición dominante en el dosel del bosque mediante dos estrategias: durante la etapa de plántula o de brinzal, se mantiene en el sombreado estrato inferior hasta que se crea un claro o brecha en el dosel. Una vez liberado de esta manera, se desarrolla con rapidez (9). El kauri también a veces invade bosques secundarios moribundos (26) y crece en los claros creados a medida que los árboles viejos mueren. La especie no es una pionera y las nuevas plántulas se ven eliminadas por la competencia con el bosque secundario denso que se desarrolla después de la tala rasa. El kauri no es capaz de sobrevivir cuando se le planta en los prados (6). Puede ser que ésto sea el resultado de un efecto alelopático (25), pero la exposición y la competencia intensa son las razones más probables.

Debido a su tolerancia a la sombra, el kauri se recomienda para el plantado de enriquecimiento (7), particularmente cuando se usa un procedimiento de plantado en hileras (25, 28). Otro método muy bueno es el de plantar la especie con o bajo especies de rápido crecimiento pero con una copa abierta, tales como *Pinus o Cupressus* (18, 19). El plantado en claros creados por las operaciones madereras sin ningún otro tratamiento incrementaría el rendimiento de manera substancial, pero requeriría de un valor de la madera del kauri diez veces mayor que el real para ser económicamente viable (4). Un autor (9) recomienda un espaciado inicial en las plantaciones de 3.7 por 3.7 m. En los rodales puros, debido a la eficiencia de la especie bajo poca luz, las áreas basales

y el aprovisionamiento pueden ciertamente ser más altos que para la mayoría de las especies de plantaciones. Un área basal de 36 m²/ha se menciona para un rodal de 22 años de edad bajo manejo en Queensland (16).

Agentes Dañosos.—En Australia, la extensa defoliación del kauri por el cóccido del kauri (*Conifericoccus agathidis*), particularmente en las plantaciones, ha causado que los propietarios y los encargados del manejo vacilen en usar la especie en plantaciones puras (5, 15). Varias plantaciones han sido taladas por completo debido a las infestaciones por este insecto. Sin embargo, el kauri aun se recomienda con cierta cautela para las plantaciones de enriquecimiento (7). Esta plaga no ha ocurrido en otros países. Otros agentes dañinos de menor importancia en su área de distribución natural son: los tisanópteros del kauri (*Oxythrips agathidis*), una enfermedad de las hojas causada por el hongo *Hendersonula agathi*, un gorgojo (*Euthyrrhinus mediatundus*) y unos minadores sin especificar (15). Las raíces de las plántulas pueden ser consumidas por las larvas de escarabajos o cortadas al nivel de la superficie por las orugas de *Agrotis* (18). En Puerto Rico, se sabe de un caso de una pudrición del duramen asociado con una cicatriz basal de gran tamaño, y varios árboles dominantes en un suelo serpentínico poco profundo han muerto por razones desconocidas. La madera muerta y los maderos son atacados por *Anobium* sp. (9) y los escarabajos del polvo de salvadera (powder-post beetles, *Lyctus brunneus*) (14). Sin embargo, éste no es un problema serio en los maderos mercantiles. Las plántulas son dañadas o destruidas por marsupiales (wallaby, zarigüeyas, bandicoots) (9). La especie es sensitiva a las heladas y puede sufrir daño en las áreas al sur de su distribución natural (9, 18). El kauri en plantaciones se ha visto defoliado por los ciclones (25). En Mauricio, los árboles de mayor edad se mantuvieron en pie con los ciclones, pero los árboles jóvenes fueron muy vulnerables.

USOS

El kauri es una de las maderas blandas más valiosas (5). Su madera es de un color crema pálido a un marrón muy pálido o rosáceo (13) y carece de anillos de crecimiento evidentes. Los pesos específicos varían entre 0.31 a 0.48 g por cm³ (1, 23). A pesar de que carece de gran fortaleza, la madera es resistente al daño mecánico (13). Es blanda, fácil de doblar y trabajar, se trabaja bien a máquina y se pule y pin-

ta con facilidad. La madera se seca satisfactoriamente, pero se encoge tanto lateralmente como longitudinalmente (23). Las tablas no son propensas a la torsión, el giro o la copa. La durabilidad de la madera expuesta a los elementos o en el suelo es pobre. La madera del kauri es muy apreciada para la ebanistería, las ensambladuras, los entrepaños, los marcos, estantes, artículos torneados y la construcción de botes (23). Se puede manufacturar también un triplex de excelente calidad a partir de su madera (11) y, debido a sus largas fibras, es una buena materia cruda para la manufactura de papel. Además de sus usos madereros, el kauri es un árbol de ornamento muy atractivo cuando se le planta en parques, complejos residenciales y a la margen de las calles y carreteras.

GENÉTICA

El kauri se puede separar en tres diferentes poblaciones: Queensland del Norte, Queensland del Sur y el sureste de Papua Nueva Guinea (incluyendo a Nueva Bretaña). La población de Queensland del Norte se conoció anteriormente como *A. palmerstonii*. La población de Papua Nueva Guinea recibió recientemente la categoría de subespecie: *A. robusta nesophila* (26). El número cromosómico de *A. dammara* es $2N = 26$ (25); se puede asumir que el kauri tiene este mismo número. Se teme que ocurra una erosión genética severa en algunas de las procedencias de kauri debido a las operaciones madereras selectivas y a largo plazo en los mejores árboles maduros (24).

LITERATURA CITADA

1. Boland, D.J., Brooker, M.I.H.; Chippendale, G.M.; [y otros]. 1984. Forest trees of Australia. Melbourne, Australia: Nelson CSIRO. 687 p.
2. Bowen, M.R.; Whitmore, T.C. 1980. *Agathis*—a genus of fast growing rain forest conifers. Commonwealth Forestry Review. 59(3): 307-310.
3. Bredenkamp, B.V. 1981. Kauri pine—a place in South African forestry? South African Forestry Journal. 16: 17-22.
4. Bredenkamp, B.V.; Loveday, N.C. 1984. Volume equations for diameter measurements in millimeters. South African Forestry Journal. 130: 40.
5. Brown, A.; Hall, N. 1968. Growing trees on Australian farms. Canberra, Australia: A.J. Arthur, Commonwealth Government Printer. 397 p.
6. Commonwealth Forestry Institute. 1966. Fast growing tropical species. Reference TT/511. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute. 101 p.
7. Dale, J.A. 1983. Management studies in the escarpment rainforest of southeast Queensland. Res. Pap. 14. Brisbane, Australia: Queensland Department of Forestry. 90 p.
8. Dallimore, W.; Jackson, A.B. 1954. A handbook of Coniferae including Ginkgoaceae. London, England: Edward Arnold (Publicadores), Ltd. 686 p.
9. Dunstan, T. 1928. A silvicultural note on northern kauri pine (*Agathis palmerstoni*). Bull. 10. Brisbane, Australia: Queensland Forest Service. 19 p.

10. Grenning, V. 1957. Production of quality wood in coniferous plantations in Queensland. Section 4.1. 7th British Commonwealth Forestry Conference; 1957 August 26-October 10; Brisbane, Australia. Canberra, Australia: British Commonwealth Bureau of Forestry. 14 p.
11. Guha, S.R.D., Singh, M.M.; Bhola, P.P.; [y otros]. 1970. Pulping studies of *Agathis robusta*. Indian Forester. 96(12): 866-873.
12. Haley, C. 1957. The present status of tree breeding work in Queensland. Section 6.3. 7th British Commonwealth Forestry Conference; 1957 August 26-October 10; Brisbane, Australia. Canberra, Australia: British Commonwealth Bureau of Forestry.
13. Hall, N.; Johnston, R.D.; Chippendale, G.M. 1970. Forest trees of Australia. Canberra, Australia: Australian Government Publishing Service. 334 p.
14. Heather, N.W. 1970. Susceptibility of two species of *Agathis* to attack by *Lyctus brunneus* (Steph.). Res. Note 21. Brisbane, Australia: Queensland Department of Forestry. 6 p.
15. Heather, N.W.; Schaumberg, J.B. 1966. Plantation problems of kauri pine in south east Queensland. Australian Forestry. 30(1): 12-19.
16. Nair, P.N. 1971. Preliminary trials with tropical conifers in Kerala State. India Forester. 97(5): 233-242.
17. Nikles, D.G. 1961. The development of a new method for grafting hoop and kauri pines. Res. Note 10. Brisbane, Australia: Queensland Forest Service. 31 p.
18. Petrie, W.R. 1922. A note on "Dundathu" kauri (*Agathis robusta*). Bull. 4. Brisbane, Australia: Queensland Forest Service. 20 p.
19. Richards, B.N. 1961. Underplanting of exotic pines with native conifers. Forest Res. Note 16(1). Brisbane, Australia: Queensland Forest Service. 18 p.
20. Richards, B.N.; Bevege, D.I. 1968. Nutrient requirements of kauri pine on a lateritic podzolic soil in southern Queensland. Australian Forestry. 32(1): 55-62.
21. Robertson, C.C. 1926. A reconnaissance of the forest trees of Australia. Cape Town, South Africa: Cape Times Limited, Government Printers. 265 p.
22. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees of the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 750 p.
23. Swain, E.H.F. 1928. The timber and forest products of Queensland. Brisbane, Australia: Queensland Forest Service. 500 p.
24. Whitmore, T.C. 1977. *Agathis*, a fast growing conifer of the Far East rain forests. Actos: Joint IUFRO Workshop 52.02-08 and 52.03-01. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 870-871.
25. Whitmore, T.C. 1977. A first look at *Agathis*. Tropical Forestry Pap. 11. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute. 54 p.
26. Whitmore, T.C. 1980. A monograph of *Agathis*. Plant Systematics and Evolution. 135: 41-69.
27. Whitmore, T.C. 1986. Tropical rain forest of the Far East. Oxford, England: Clarendon Press. 352 p.
28. Whitmore, T.C.; Bowen, M.R. 1983. Growth analysis of some *Agathis* species. The Malaysian Forester. 46(2): 186-196.
29. Whitmore, T.C.; Garton, A.; Steel, J. 1985. Progress on the vegetative propagation of *Agathis*. Commonwealth Forestry Review. 64: 163-164.

Albizia lebbek (L.) Benth. Siris

Leguminosae **Familia de las leguminosas**
Mimosoideae **Subfamilia de las mimosas**

John A. Parrotta

Albizia lebbek (L.) Benth., conocido como siris, es un árbol caducifolio de crecimiento rápido de los bosques tropicales y subtropicales de Asia (50), caracterizado por una corteza lisa de color gris o marrón grisáceo (32) y una copa esparcida con un follaje ralo y hojas bipinadas compuestas de 15 a 40 cm de largo con nectarios extraflorales en la base de tanto los pecíolos como el raquis principal (40). Se le usa como un árbol de ornamento y se le cultiva en plantaciones y como una especie excelente para los programas de reforestación de tierras degradadas o perturbadas (28, 31, 37, 38). En los rodales naturales densos y en las plantaciones, el árbol produce un fuste largo y recto, de hasta 25 a 30 m de altura (47, 51). Su madera tiene una variedad de usos, incluyendo la manufactura de muebles, mientras que la goma que exudan las heridas se usa como un sustituto para la goma arábiga (16, 37). Se le usa también como un huésped para el insecto de la laca (33, 50) y en la medicina popular en la India (12).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El siris se puede encontrar en tanto los bosques secos como húmedos en su área de distribución natural en Asia. Su distribución natural se extiende desde las latitudes 8° N. hasta la 32° N., a través del este de Paquistán, la India, Sri Lanka, Bangladesh y Myanmar (Burma) (50). El siris se ha usado extensamente en el trópico y las áreas subtropicales del norte como una especie de ornamento y se le ha cultivado en sistemas de plantación; se ha naturalizado en el sureste de Asia, la península y el archipiélago Malayo, Indonesia, Papua Nueva Guinea, el norte de Australia, Afganistán, Irán, Iraq, Egipto, el oeste de Africa, a través de las Antillas Mayores y Menores, El Salvador, Belice, Colombia, Venezuela y Brasil (1, 21, 25, 31, 53). Dentro de su distribución natural en Asia, el siris es un componente bien conocido y muy usado en los bosques naturales y las tierras pobladas. En solamente la India existen más de 45 nombres comunes (6, 14, 17, 47, 51); en las regiones tropicales de la América del Norte y del Sur existen más de 23 nombres comunes en español (31, 32, 41, 42).

Clima

El siris ocurre en una variedad de climas tropicales y subtropicales. Se le puede encontrar en las zonas de vida tropicales y subtropicales secas, húmedas y muy húmedas, en donde la precipitación anual varía entre 500 y 2500 mm con o sin una temporada seca bien marcada (47, 50). Su distribución natural en el norte de la India, por ejemplo, se caracteriza por unos veranos calientes y secos y unos

inviernos fríos, con unas temperaturas diarias promedio de entre 5 y 46 °C. Se reporta que la especie es tolerante tanto a la sequía como a las heladas (47, 50).

Suelos y Topografía

El siris crece bien en una variedad de suelos, pero crece de mejor manera en margas húmedas y bien drenadas a elevaciones de entre 0 y 1,500 m sobre el nivel del mar. A pesar de que por lo normal no crece bien en los suelos arcillosos densos, el siris puede tolerar las condiciones lateríticas, salinas y sódicas (4, 46). Se ha reportado un buen comportamiento en suelos rocosos de piedra caliza y en arenas calcáreas alcalinas (8, 9, 40, 50). Su tolerancia al rocío salino hace del siris una especie adecuada para la reforestación de las áreas costeras. El siris forma con facilidad una asociación simbiótica con *Rhizobium* (2, 5, 30) y la capacidad para fijar nitrógeno resultante le permite prosperar en los suelos deficientes en nitrógeno. Todas estas propiedades aumentan la adaptabilidad del siris en los sitios marginales.

Cobertura Forestal Asociada

El siris es una especie pionera en una variedad de tipos de bosque, incluyendo los bosques caducifolios mixtos y húmedos y los bosques húmedos semicaducifolios y siempreverdes. En estos últimos, los individuos se encuentran usualmente muy esparcidos (50).

En las islas de Andamán, el siris se puede encontrar por lo común en el bosque caducifolio de poca elevación dominado por *Pterocarpus dalbergioides* Roxb. y se le puede encontrar como un codominante del dosel en el bosque húmedo siempreverde dominado por *Dipterocarpus* (47, 50).

En el bosque tropical seco y en los bosques caducifolios secos y mixtos de la India, el siris se encuentra comúnmente asociado con las especies dominantes *Hardwickia binata* Roxb. y *Tectona grandis* L. f., en particular en las hondonadas húmedas y a lo largo de los bancos de los arroyos (50). En Bengala del Oeste (la India) y en Bangladesh, el siris se encuentra usualmente asociado a *Salmalia malabarica* (DC.) Schott. & Endl., *Hymenodictyon excelsum* Wall., *Adina cordifolia* Hook. f., *Trewia nudiflora* Linn., *Erythrina* spp., *Dalbergia stipulacea* Roxb., *Crataeva unilocularis* Ham. y *Tetrameles nudiflora* R.Br. en los bosques abiertos (50, 52). En los bosques de matorrales caducifolios y secos del sur de la India, en donde la precipitación anual es de aproximadamente 750 mm, el siris ocurre con *Santalum album* Linn., otras especies del género *Albizia*, a la vez que miembros de los géneros *Acacia*, *Tamarindus*, *Zyziphus*, *Cassia*, *Terminalia*, *Pterocarpus*, *Pongamia*, *Phyllanthus* y *Anogeissus* (10). El siris ocurre también como una especie

invasora en los bosques de las planicies secas del Punjab, dominados por *Prosopis spicigera* L., *Salvadora oleoides* Dcne. y *Capparis decidua* (Forsk.), particularmente después del mejoramiento de las condiciones de humedad del suelo (50).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La florescencia por lo general coincide con el incremento en el crecimiento foliar nuevo después de la temporada seca, por lo usual entre marzo y mayo en el norte de la India y entre abril y septiembre en la región del Caribe. La florescencia se ha observado tan temprano como durante la primera temporada de crecimiento, en árboles de tan solo 1 m de altura con unos diámetros del tallo de 3 cm o más. Las flores, de una fragancia dulce, de color de verdusco a blanco amarillento y con un pedúnculo vellosa, ocurren en agrupaciones (umbelas) redondeadas al final de pedúnculos laterales de 4 a 10 cm de largo. Las flores individuales (de 3 a 4 cm de largo) tienen un cáliz tubular de 5 indentaciones y vellosa, de 3 mm de largo; una corola estrecha y tubular de color blanco de 8 mm de largo; numerosos estambres filamentosos de color amarillo blanquecino a verde pálido y un pistilo con un ovario estrecho y un estilo filamentosos (32). El principal vector para el polen parece ser el viento, pero las fragantes flores atraen a su vez a un gran número de abejas, las cuales contribuyen a la polinización con toda probabilidad.

Las frutas, unas vainas planas de 12 a 20 cm de largo y de 2 a 5 cm de ancho, se producen en gran número y pueden permanecer verdes hasta noviembre. Las vainas maduras, de color pajizo, cada una conteniendo de 6 a 12 semillas, permanecen prendidas al árbol durante los meses de invierno, cuando la mayoría o la totalidad de las hojas se han desprendido. Las vainas permanecen en el árbol aun durante la siguiente temporada de florescencia (31, 47). Las semillas se extraen con facilidad ya sea abriendo o aplastando las vainas a mano y separándolas mediante el aecho (47).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del siris son pequeñas (de 7 a 11 por 6 a 9 mm; de 7,000 a 11,000 semillas por kg), oblongas, comprimidas y de color marrón claro, con una testa dura y lisa. Las semillas pueden ser liberadas de las vainas maduras dehiscentes que permanecen todavía en el árbol o se pueden liberar a partir de vainas acarreadas por el viento que eventualmente se abren o descomponen. Bajo condiciones naturales, el ataque por los insectos es responsable por una alta depredación de las semillas. En la India, entre los principales depredadores de las semillas se incluyen las larvas del lepidóptero *Stathmopoda basiflectra* Meyrick y las larvas de los coleópteros *Bruchus pisorum* Linn., *B. saunersi* Jekel y *B. sparsemaculatus* Pic. (50). En Puerto Rico, las semillas son particularmente susceptibles al ataque por las larvas de los escarabajos brúcidos que nacen de los huevos puestos por el adulto en las frutas maduras (40).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en el siris tiene lugar sobre la superficie del terreno. Las semillas se pueden sembrar sin tratamiento alguno. Sin embargo, se reporta que el remojo de las semillas en agua hirviendo por 1 minuto, seguido por un baño en agua helada por 24 horas, facilita la germinación.

La germinación de las semillas recién extraídas obtenidas en Puerto Rico fue del 60 al 90 por ciento; después de un año en almacenamiento en frío a una temperatura de 5 a 10 °C, la germinación bajó a un promedio del 12 por ciento (40). En el mismo estudio, la germinación bajo una sombra ligera ocurrió de 4 a 20 días después de la siembra, con una germinación máxima entre los 12 y los 18 días. Sin embargo, los reportes de la India indican una germinación más rápida y unos porcentajes de germinación mayores para las semillas almacenadas a temperatura ambiente por entre 2 y 4 años que para las semillas recién extraídas (47, 50). La viabilidad de las semillas almacenadas se reporta como muy alta, con una poca pérdida de la capacidad germinativa por lo menos por 5 años después de la recolección (47).

Bajo condiciones naturales de regeneración, la germinación comienza temprano durante la temporada lluviosa. Bajo condiciones naturales, el porcentaje de la germinación es por lo normal muy bajo, debido más que nada a la depredación de las semillas (50). El suelo húmedo y flojo y la sombra ligera o el sol pleno favorecen la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas. Las plántulas no toleran la sombra densa (47, 50).

Las plántulas no son muy sensibles a las heladas, pero son un tanto sensibles a la sequía. Se ha reportado una alta mortalidad de las plántulas cuando existe un clima seco durante o poco después de la germinación. Bajo estas condiciones, la presencia de gramíneas o de un crecimiento ligero de hierbas ayuda a prevenir la mortalidad por la sequía, a pesar de que la vegetación en competencia puede impedir el desarrollo (47).

En un sitio costero en Puerto Rico, el 73 por ciento de las plántulas plantadas al comienzo de la temporada seca sufrió una muerte de terminales seria durante los primeros 2 meses después del establecimiento (40). Esto se atribuyó al estrés por la sequía durante la fase crítica del establecimiento. Aun así, el 97 por ciento de las plántulas se recobró con prontitud después del comienzo de las lluvias, produciendo nuevos vástagos a partir de las yemas axilares debajo del punto de marchitamiento o a partir de la base del tallo.

Bajo las condiciones de vivero, el crecimiento de las plántulas se ve reforzado por la ausencia de hierbas y la presencia de un suelo flojo, una humedad del suelo adecuada y el sol pleno. La sombra moderada puede ser tolerada (40). La supresión no es bien tolerada; bajo condiciones de amontonamiento, las plántulas más vigorosas rápidamente suprimen a las más débiles (47). En el sur de Asia, las semillas se pueden sembrar de marzo hasta el final de abril en hileras con una separación de por lo menos 20 cm entre sí, manteniendo los semilleros bien desyerbados e irrigados de manera regular pero moderada. Las plántulas se pueden transplantar al inicio de la temporada lluviosa (de junio a través de julio) (47, 50). En Puerto Rico, las plántulas cultivadas en mangas plásticas bajo una sombra ligera e irrigadas de manera regular se encontraron listas para el trasplante a los 3 meses de edad (40).

Las plántulas producen una raíz pivotante robusta y larga a una edad temprana, pudiendo alcanzar una longitud de 70 cm después de 4 meses. Las raíces laterales se encuentran a menudo cubiertas por nódulos de *Rhizobium* de tamaño más bien grandes (40, 47). La nodulación en las plántulas de siris por los *Rhizobium* nativos es rápida tanto en el suelo esterilizado como en el sin esterilizar; el tratamiento con cultivos de *Rhizobium* es también efectivo (5).

Las plantaciones se pueden establecer mediante la siembra directa de semillas, el uso de plántulas, estacas del tallo o las raíces y tocones (24, 37, 47, 50). En la India, se ha encontrado que la siembra directa de semillas es preferible al trasplante, ya que esta última técnica retrasa el crecimiento hasta cierto punto (47). El trasplante puede llevarse a cabo con éxito ya sea mediante la poda de las raíces y los tallos o dejándolos intactos. En este último caso, debido a la longitud de la raíz pivotante, es recomendable usar plantas pequeñas durante la primera temporada lluviosa (40, 47). Si se lleva a cabo la poda, el tallo deberá ser cortado a aproximadamente 5 cm a partir de la superficie del terreno y la raíz pivotante deberá ser podada a una longitud de alrededor de 22 cm (47).

Reproducción Vegetativa.—Las plántulas de siris, los brinzales y los árboles de mayor tamaño rebrotan de manera vigorosa al ser dañados; la reproducción vegetativa ocurre también mediante acodos (40). Los vástagos radicales se producen con facilidad cuando las raíces se ven expuestas (43, 47). Se han producido yemas de vástagos viables a través del cultivo histológico a partir de explantes del hipocótilo, las raíces, los cotiledones y las hojuelas (18, 44).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El siris es ampliamente reconocido como una especie excelente para la reforestación de los sitios degradados o perturbados (28, 31, 37, 38). El siris es adecuado para la aforestación en las regiones costeras moderadamente secas y semiáridas y muestra también un buen comportamiento en los suelos alcalinos y salinos (9, 19, 28, 31). Su rápido crecimiento inicial, su excelente capacidad para el rebrote al ser dañado o cortado, su adaptabilidad a los sitios y su capacidad para fijar nitrógeno han hecho que la especie sea popular en las plantaciones para combustible y en los sistemas agroforestales del sur de Asia, África Occidental y las regiones tropicales de América del Norte, Central y del Sur (26, 31, 36, 37, 38, 41).

El crecimiento promedio en altura a los 24 meses bajo condiciones de plantación en Puerto Rico fue de 2.1 y 3.4 m a unas tasas de aprovisionamiento de 40,000 y 2,500 árboles por hectárea, respectivamente (40). En la India, el crecimiento promedio en la altura reportado varió entre 4.6 y 5.9 m a los 6 años y entre 5.1 y 18 m a los 9 años (19, 50). La altura máxima promedio varía entre 18 y 25 m (29, 47, 50).

La forma del árbol se ve grandemente afectada por la densidad del rodal. Cuando crecen a campo abierto o bajo condiciones de plantación con espaciamientos amplios, los árboles sufren la tendencia a bifurcarse o a ramificarse cerca de la base del tallo, resultando en una forma pobre (29, 40).

El crecimiento en el diámetro es altamente variable dentro de las plantaciones con una edad uniforme (19, 40, 47, 50). Esta variabilidad es explicada parcialmente por los efectos de la competencia, la variabilidad en la fertilidad del suelo y la humedad del mismo y la alta variabilidad genética (40). En Puerto Rico, el diámetro promedio del tallo a los 24 meses varió entre 2.5 y 6.6 cm a unas tasas de aprovisionamiento en las plantaciones de entre 40,000 a 2,500 árboles por hectárea, respectivamente (40). En la India, el diámetro promedio del tallo en las plantaciones varió entre 8.3 y 10.2 cm a los 6 años, entre 10 y 20 cm a los 9 años, entre 26 y 80 cm a los 12 años y entre 44 y 140 cm a los 30 años (47, 51).

En Indonesia, se han reportado unos volúmenes de 34 y 51 m³/ha a los 10 y 12 años, respectivamente (50). En la In-

dia, se han reportado unos incrementos anuales promedio en el volumen de 5.0 a 8.4 m³ para plantaciones manejadas en rotaciones de 10 a 15 años o más (38, 51). En la zona árida de Rajasthan Occidental (en la India), se ha reportado que la duración óptima de la rotación para las plantaciones irrigadas por la lluvia es de 11 a 14 años (27). Se ha reportado una biomasa total arriba de la superficie del terreno de 12.6 a 17.4 mg/ha en plantaciones irrigadas por la lluvia en Puerto Rico (40), y de 22 y 53 mg/ha a los 2 y 3 años, respectivamente en plantaciones irrigadas en la India (23).

En pruebas de podas en forma de seto efectuadas en las Islas Vírgenes, se reportaron unos rendimientos anuales promedio de 15.6 mg/ha de biomasa total arriba de la superficie y de 2,200 kg/ha de proteína en un período de 5 años para setos con unos espaciamientos estrechos cortados de 3 a 4 veces al año, comenzando 5 meses después de la siembra (39).

El siris se ha cultivado en plantaciones mixtas con *Casuarina equisetifolia* L. en la India, con un espaciamiento inicial para la casuarina de 2.75 por 2.75 m y para el siris de 5.5 por 5.5 m. La casuarina fue talada entre los 7 y 9 años, permitiendo la continuación del desarrollo del siris por varios años más; a los 10 años, los árboles alcanzaron una altura promedio de 18 m y una circunferencia máxima de 66 cm (50). La especie se ha cultivado también en el sur de Asia usando el sistema taungya y en conjunción con otras siembras (50).

Comportamiento Radical.—Por lo general, el siris forma un sistema radical lateral ampliamente esparcido; sin embargo, debido a que el sistema radical es en su mayor parte superficial, los árboles tienden a ser susceptibles a ser volcados por el viento. En los suelos bien drenados o bajo condiciones áridas, se desarrolla también una raíz pivotante profunda (35, 40, 47, 50).

En Puerto Rico, la biomasa radical varió entre el 40 y el 70 por ciento de la biomasa total para los árboles con unos diámetros basales de 0.5 a 17.0 cm; en este estudio, se encontró que la proporción de la biomasa radical con respecto a la biomasa total estuvo correlacionada de manera inversa tanto con el tamaño del árbol como con la capacidad del suelo local para retener humedad (40). Se encontró que para los árboles dominantes en las plantaciones de 3 años de edad en la India, la biomasa radical comprendió el 25 por ciento del total (23).

Reacción a la Competencia.—El siris es intolerante a la sombra densa y no crece bien bajo su propio dosel (40, 47, 50). En los rodales densos, el crecimiento del siris se ve frenado. En Puerto Rico, los rendimientos en la biomasa arriba de la superficie del terreno a los 24 meses en parcelas plantadas a unos espaciamientos de 0.5 m, 1.0 m y 2.0 m aumentaron de 12.6 a 17.4 mg/ha con el aumento en la densidad del rodal; sin embargo, el tamaño arbóreo promedio se vió marcadamente reducido con las mayores tasas de aprovisionamiento (40). El mismo estudio mostró unas correlaciones positivas entre la densidad del rodal y la autopoda de las ramas. Por lo tanto, se desarrolla una mejor forma arbórea con las tasas de aprovisionamiento más altas.

Agentes Dañinos.—Se reporta que el siris es susceptible al ataque por los insectos bajo condiciones de plantación en la India, particularmente en las islas de Andamán. Las plagas de insectos más importantes en la India incluyen a los hemípteros *Oxyrachis tarandus* Fabr. (Membracidae), el cual ataca los vástagos de las plántulas y los brinzales, y las larvas de los lepidópteros *Eurema blandasilhetana* Wallace

y *E. hecabe* Linn., las cuales defoliar los árboles al alimentarse de las hojas tiernas. Se ha reportado que las larvas de los coleópteros *Xystrocera festiva* y *X. globosa* Olivier, las cuales se alimentan de la corteza interior y de la albura de los árboles de siris en los jardines en Myanmar, Malasia y Java, aceleran la muerte de los árboles menos vigorosos. Se reporta que *Xystrocera globosa* Olivier es responsable por la desaparición de los árboles de siris plantados en avenidas en varias ciudades de Egipto (50). Aproximadamente otras 60 plagas de insectos coleópteros, hemípteros, homópteros y lepidópteros de importancia desconocida han sido reportadas alimentándose de los vástagos tiernos, las hojas, las raíces, la savia, las semillas y la madera muerta del siris en el sureste de Asia (7, 34, 45).

Se han reportado varios hongos como causantes de enfermedades de las hojas y el tallo del siris (20). *Endothenella albiziae* (Syd.) von Arx y *E. deightonii* (Syd.) von Arx infectan las hojas, causando numerosas manchas pequeñas de color amarillo en las cuales aparecen las estructuras productoras de las esporas en forma de puntos negros diminutos. *Endothenella albiziae* ha sido reportada en Africa, Paquistán y las Filipinas, mientras que *E. deightonii* se encuentra confinada a Africa y el sur de Asia. *Camptomeris albizae* (Petch) Mason es un patógeno débil asociado con la necrosis foliar del siris en Africa, el sur de Asia y la República Dominicana. *Helminthosporium albiziicola* Thirum & Naras. es un hongo similar que forma unas pústulas de color más bien marrón sobre manchas rojas foliares en los árboles de siris en la India. *Colletotrichum lebbek* (Syd.) Petrak ha sido recolectado de las vainas en Paquistán, las Filipinas y Jamaica. El moho *Leiveillula taurica* (Lev.) Arnaud ha sido encontrado en siris en Paquistán, en donde causa la necrosis foliar junto con un crecimiento blanco superficial polvoso característico del hongo.

Se sabe de varios mohos de poca importancia que atacan a *A. lebbek*. Estos incluyen a *Sphaerophragmium acacie* (Cooke) Magnus (en Africa Occidental, el sur y el sureste de Asia y los Estados Unidos), *Ravenelia sessilis* Berk. (en el sur de Asia y en China) y *Uredo* spp. (en el este de Africa y en la India). El hongo *Nectria ditissima* Tul. ha sido reportado como la causa de rajaduras en la corteza en la base del tallo, lo cual resulta en la pérdida de las hojas y el marchitamiento de terminales. *Phomopsis mendax* (Sacc.) Trav. ha sido asociado con el marchitamiento de terminales en el sur de Asia.

El siris es también susceptible al marchitamiento vascular causado por *Fusarium oxysporum* Schl. f. spp. *perniciosum* (Hept.) Toole, el cual es tal vez la enfermedad fungal más importante de *Albizia* spp. El hongo invade las raíces finas, causando una gomosis de los vasos; el marchitamiento y la muerte del huésped resulta en un período de un año después de la infección. El contagio del patógeno tiene lugar más que nada mediante la transferencia de suelo infectado; el hongo rara vez produce esporas en el huésped. Los siguientes hongos se han registrado como la causa de una pudrición del duramen y del pie del árbol en el siris: *Phellinus fastuosus* (Lev.) Ryv., *P. gilvus* (Schw.) Pat. y *Flavodon flavus* (Kl.) Ryv. (20).

Debido a que el follaje de esta especie es muy apetecible, se ve sujeto al pastoreo por el ganado, los venados, los camellos y los elefantes (6, 41, 47, 50).

USOS

En la India, el sureste de Asia y Colombia, el siris se usa como un árbol de sombra en plantaciones de café, té, cardamomo y cacao (22, 41, 50); en Kerala (en el sur de la India) se le planta como una fuente de abono orgánico verde para arrozales (50). El siris también se desmocha y se usa como un huésped para el insecto de la laca en la India; la laca resultante es muy similar a la producida cuando se usa a *Ficus religiosa* Linn. (pípal) como el árbol huésped (33, 50). Se reporta que el árbol es un buen productor de néctar para la confección de miel (26, 31).

Varias de sus propiedades hacen que su madera sea excelente para la manufactura de muebles. El duramen de color amarillento claro es moderadamente duro (peso específico: 0.55-0.60), de fibra tosca, fuerte y moderadamente durable. Se seca y se trabaja bien y se pule con facilidad (32, 51). Durante el inicio del siglo XX, maderos de siris de una alta calidad se exportaron a Europa desde el Subcontinente Indio bajo el apelativo comercial de "nogal de la India Oriental" (2, 47). En el sur de Asia, la madera se usa para una variedad de propósitos, incluyendo carretas, botes, muebles, pisos de parqué y de fajas, chapa decorativa, entrepaños, artículos tallados, postes, la manufactura de implementos agrícolas, rodillos, ruedas y machacadores de caña de azúcar. Los nudos son valiosos en particular para el tallado y el torneado (6, 15, 50, 54). La madera es también un combustible excelente, ya sea como leña o como carbón y se le usa a través de toda su distribución para este propósito. El contenido calórico del duramen es de 5.17 Kcal/g (51).

Además de esto, se pueden obtener productos secundarios del tallo y de la corteza de esta especie. Cuando se producen heridas en el tallo, éste exuda una goma de color marrón rojizo que se usa como un sustituto para la goma arábiga (de *Acacia senegal* Willd.) (16, 37); la corteza contiene de un 5 a un 15 por ciento de tanino y se le usa en la India para el curtido y el teñido. Su alto contenido de saponina ha resultado en su uso como detergente (48, 49).

Debido a que las hojas y las ramitas contienen hasta un 30 por ciento de proteína y son un alimento favorito del ganado, los elefantes, los camellos y las cabras, la especie es una fuente excelente de forraje (26, 37, 47).

El siris se usa también de manera extensa en la medicina tradicional de la India (12). Las hojas se usan en el tratamiento de males de los ojos, en particular la ceguera nocturna (6, 11, 22). La corteza se usa para el tratamiento de enfermedades de la piel, bronquitis, dolores de muelas y mordidas de ratas. La raíz es astringente y es un remedio para malestares de los ojos y para dolores de cabeza (6). Las semillas, las cuales tienen también propiedades astringentes, se usan para el tratamiento de hemorroides y la diarrea. Todas las partes del árbol se usan para tratar las mordidas de animales venenosos (6). Se sabe que las hojas tienen propiedades insecticidas (11).

En su distribución natural en Asia, el siris tiene un importante valor simbólico en varias comunidades. Los hindúes, por ejemplo, dan a las flores un valor ceremonial (6) y los budistas consideran al árbol como sagrado (3).

GENÉTICA

Albizia es un género pantropical complicado y de gran tamaño de 150 especies, en su mayoría árboles y arbustos.

Las especies son más numerosas en los trópicos del Viejo Mundo. Están estrechamente relacionadas a las especies del género *Acacia*, con las cuales se les confunde a menudo (2).

La mayoría de las especies en el género están bien adaptadas a los suelos pobres y son comunes en los matorrales bajos, los bosques secundarios, las sabanas y a lo largo de los lechos arenosos de ríos hasta una elevación de 1,600 m. *Albizia falcataria* (L.) Fosberg, conocida previamente como *Albizia falcata* (L.) Backer y *A. moluccana* Miq., es una de las especies de árboles de más rápido crecimiento en todo el mundo y se le cultiva extensamente en el sureste de Asia y en el área del Pacífico como una fuente de madera, pulpa y combustible. *Albizia falcataria* crece bien solamente en los trópicos muy húmedos, en donde la precipitación es de 2000 y 2700 mm por año. En los buenos sitios, con una precipitación adecuada, su productividad es mayor que la de *A. lebbek*, con unos incrementos anuales promedio de 25 a 40 m³/ha en una rotación de 8 a 12 años (37).

Entre otras especies prometedoras, con unas características de crecimiento y una leña similares a las de *A. lebbek*, se encuentran *A. chinensis* (Osb.) Merr. y *A. procera* (Roxb.) Benth., ambas nativas al sur y al sureste de Asia, a la vez que *A. adianthifolia* (Schum.) W.F. Wight, *A. ferruginea* (Guill. & Perr.) Benth., *A. gummifera* (J.F. Gmel.) C.A.Sm. y *A. zygia* (DC.) Macbride, todas nativas a África. Aparte de *A. lebbek* y *A. falcataria*, la mayoría de las especies de este género no se han sometido a pruebas bajo condiciones de plantación (37).

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of West Indies. 848 p.
2. Ali, S.I.; Quraishi, S. 1967. A taxonomic study of the genus *Albizia* Durazz. from West Pakistan. *Pakistan Journal of Forestry*. 17(3): 365-370.
3. Allen, O.N.; Allen, Ethel K. 1981. The Leguminosae: a sourcebook of characteristics, uses, and nodulation. Madison, WI: University of Wisconsin Press. 812 p.
4. Bangash, S.H. 1977. Salt tolerance of forest species as determined by germination of seeds at different salinity. *Pakistan Journal of Forestry*. 27(2): 93-97.
5. Basak, M.K.; Goyal, S.K. 1980. Studies on tree legumes. II. Further additions to the list of nodulating tree legumes. *Plant and Soil*. 56(1): 33-37.
6. Benthall, A.P. 1933. The trees of Calcutta and its neighborhood. Calcutta: Thacker Spink and Co. 513 p.
7. Bhasin, G.D.; Roonwall, M.L. 1954. A list of insect pests of forest plants in India and the adjacent countries. 2. List of insect pests of plant genera 'A' (*Aberia* to *Azima*). *Indian Forestry Bull.* 171. Dehra Dun: Forestry Research Institute: 44-46.
8. Cook, O.F., Collins, G.N. 1903. Economic plants of Porto Rico. Contributions from the National Herbarium. 8(2). Washington, DC: Smithsonian Institution. 269 p.
9. Chaturvedi, A.N. 1985. Firewood farming on degraded lands in the Gangetic Plain. *U.P. Forest Bull.* 50. Lucknow, India: Forestry Department, Uttar Pradesh. 52 p.
10. Chetty, N.V.R. 1979. The working plan report of Bangalore Forest Division. Mysore, India: Government of Karnataka, Government Textbook Press. 345 p.
11. Chopra, R.N.; Badhwar, R.L.; Nayar, S.L. 1941. Insecticidal and piscicidal plants of India. *Journal of the Bombay Natural History Society*. 42(4): 854-902.
12. Chopra, R.N.; Nayar, S.L.; Chopra, I.C. 1956. Glossary of Indian medicinal plants. New Delhi: Council of Scientific and Industrial Research. 330 p.
13. Dalziel, J.M. 1937. The useful plants of west tropical Africa. London: Crown Agents for Overseas Governments and Administrations. 612 p.
14. Dassanayake, M.D., ed. 1980. Revised handbook to the flora of Ceylon. New Delhi: Amerind Publishing Co. 508 p.
15. Dastur, J.E. 1964. Useful plants of India and Pakistan. Segunda edición. Bombay: D.B. Taraporevala and Co. 185 p.
16. Farooqi, M.I.H.; Kapoor, L.D. 1968. Some Indian plant gums—their botany, chemistry and utilization. *Indian Forester*. 94(9): 662-666.
17. Gamble, J.S. 1922. A manual of Indian timbers. Segunda edición. London: Sampson Low, Marston and Co. 866 p.
18. Gharyal, P.K.; Maheshwari, S.C. 1983. *In vitro* differentiation of plantlets from tissue cultures of *Albizia lebbek*. *Plant Cell Tissue Organ Culture*. 2(1): 49-54.
19. Ghosh, R.C. 1976. Afforestation problems of saline and alkaline soils in India. *Van Vigyan*. 14(1): 1-17.
20. Gibson, I.A.S. 1975. Diseases of forest trees widely planted as exotics in the Tropics and Southern Hemisphere. I. Important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae and Meliaceae. Oxford, England: Commonwealth Mycological Institute, Unit of Tropical Silviculture, Department of Forestry, University of Oxford. 51 p.
21. Grisebach, A.H.R. 1864. Flora of the British West Indies. London: Lovell Reeve and Co. 789 p.
22. Gupta, R.K.; Marlange, M. 1961. Le jardin botanique de Pondichery. Pondichery, India: Institut Francais de Pondichery. 133 p.
23. Gurumurti, K. 1982. Energy plantation: Gandhinagar (Gujarat). Dehra Dun: Forest Ecology Branch, Forest Research Institute and Colleges. 4 p. [Reporte inédito].
24. Holdridge, L.R. 1943. Árboles de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Río Piedras, PR. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Experiment Station. 105 p.
25. Hutchinson, J.; Dalziel, J.M. 1958. Flora of west tropical Africa 2ª ed. London: Crown Agents for Overseas Governments and Administrations. 828 p.
26. Irvine, F.R. 1961. Woody plants of Ghana. London: Oxford University Press. 868 p.
27. Kalla, J.C.; Gyand Chand, D.L. Vyas; Gehlot, N.S. 1978. Techno-economic felling cycles for selected energy plantation species in the arid areas of western Rajasthan. *Annals of Arid Zone*. 17(1): 42-51
28. Kaul, R.N., ed. 1970. Afforestation in arid zones. The Hague, Netherlands: Dr. W. Junk N.V. Publishers. 435 p.
29. Kennedy, J.P. 1936. Forest flora of southern Nigeria. Lagos, Nigeria: Government Printer. 242 p.
30. Kessel, C. van; Roskoski, J.P.; Wood, T.; Montano, J. 1983. N₂ fixation and H₂ evolution by six species of tropical leguminous trees. *Plant Physiology*. 72(3): 909-910.
31. Little, E.L., Jr. 1983. Common fuelwood crops: a handbook for their identification. Morgantown, WV: Communi-Tech Associates. 354 p.
32. Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.

33. Macmillan, H.F. 1962. Tropical plants and gardening. Quinta edición. London: Macmillan and Co. 560 p.
34. Mahmood, S.H.; Ahmed, M.; Aslam, M. 1969. *Empoasca albizziae*, new species (Typhlocybinae, Homoptera), a pest of *Albizia lebbek*, in Pakistan. Pakistan Journal of Zoology, Lahore. 1(1): 49-54.
35. McIntosh, D. 1941. The Tiv plantations: their history up to 1939. Farm and Forest. 2(1): 26-30.
36. Muthana, K.D.; Meena, G.L.; Bhatia, N.S.; Bhatia, O.P. 1984. Root systems of desert tree species. Myforest. 20(1): 27-38.
37. National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington, DC: National Academy of Sciences. 332 p.
38. National Academy of Sciences. 1980. Firewood crops: tree and shrub species for energy production. Washington, DC: National Academy of Sciences. 237 p.
39. Oakes, A.J.; Skov, O. 1982. Some woody legumes as forage crops for the dry Tropics. Tropical Agriculture, Trinidad. 39(4): 281-287.
40. Parrotta, J.A. 1987. The influence of density on stand development, biomass partitioning and nutrient allocation in *Albizia lebbek* (L.) Benth. plantations in Puerto Rico. New Haven, CT: Yale University. 138 p. Disertación doctoral.
41. Pérez-Arbelaez, E. 1978. Plantas útiles de Colombia. Cuarta edición. Bogota: Litografía Arco. 831 p.
42. Roig y Mesa, J.T. 1945. Plantas medicinales, aromáticas y venenosas de Cuba. Habana: Ministerio de Agricultura. 872 p.
43. Ryan, G.M. 1904. Reproduction by root suckers. Indian Forester. 30(10): 450-458.
44. Shargal, P.K.; Maheshwari, S.C. 1981. *In vitro* differentiation of somatic embryoids in a leguminous tree: *Albizia lebbek*. Naturwissenschaften. 68(8): 379-380.
45. Sharma, P.C. 1965. A note on the control of *Sternocera aurosignata* (buprestid root borer). Two and a Bud, Tocklai, Assam. 12 (1), (3).
46. Tomar, O.S.; Yadav, J.S.P. 1982. Effect of irrigation with saline and sodic water on the growth of *Albizia lebbek* and soil properties. Indian Journal of Forestry. 5(4): 290-297.
47. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, England: Clarendon Press. 3 vol.
48. Varshney, I.P.; Badhwar, G. 1970. The study of the saponins of *Albizia lebbek* Benth. seeds from Madhya Pradesh. Journal of the Indian Chemical Society. 47(8): 907-909.
49. Varshney, I.P.; Badhwar, G.; Srivastava, H.C.; Krishnamurthy, T.N. 1973. Lebbekanin C, a new saponin from *Albizia lebbek* pods. Planta Medica. 24(2): 183-189.
50. Venkataramany, P. 1968. Silviculture of genus *Albizia* and species. Silviculture of Indian Trees 22. New Delhi: Government of India. 54 p.
51. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J. 1980. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. Tropical Forestry Paper 15. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford; London: Overseas Development Administration. 256 p.
52. Wesley, D.G. 1970. Revised working plan for sandal (*Santalum album*) bearing areas of Sirsi-Siddapur Talukas. Coorg, India: Government Branch Press. 117 p.
53. Williams, R.O.; Williams, R.O., Jr. 1941. The useful and ornamental plants of Trinidad and Tobago. 3^a ed. Trinidad and Tobago: A.L. Rhodes. 265 p.
54. Worthington, T.B. 1959. Ceylon trees. Colombo: The Colombo Apothecaries Co. 429 p.

Albizia procera (Roxb.) Benth.

Siris blanco

Leguminosae
Mimosoidea

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las mimosas

John A. Parrotta

Albizia procera (Roxb.) Benth., conocido como el siris blanco, es un árbol caducifolio de tamaño grande y de rápido crecimiento de los bosques tropicales y subtropicales de Asia (36). Se le usa como un árbol de ornamento y como sombra en plantaciones de té (14, 33). Su madera se considera como adecuada para muchos propósitos, y su pulpa tiene gran potencial para la manufactura de papel (20, 34). La goma exudada por el tallo se usa como un sustituto para la goma arábiga (2, 15) y el alto contenido de proteína de las hojas la hacen una fuente excelente de forraje (17, 36).

HABITAT

Area de Distribución y de Naturalización

El siris blanco se puede encontrar en los bosques húmedos a unas elevaciones de hasta 1,200 m y en las sabanas húmedas en su área de distribución natural en Asia. Su distribución natural se extiende desde la latitud 15° S. hasta la 30° N., a través de la India y Nepal, al sur y al este del trecho sub-Himalayo y la llanura Gangética, continuando a través de las islas de Andamán, Bangladesh, Myanmar (Burma), el sur de China, Tailandia, Cambodia, Laos, Vietnam, Malasia, Indonesia, las Filipinas, Papua Nueva Guinea, Melanesia y el norte de Australia (28, 36). El siris blanco fue introducido a las Islas Vírgenes por lo menos hace un siglo y se naturalizó en Puerto Rico luego de su introducción en 1924 como una especie de ornamento y de granjas forestales (26). Dentro de su distribución natural en Asia, el siris blanco es una especie bien conocida cultivada extensamente a lo largo de caminos y carreteras, en los bordes de las siembras y en sistemas agroforestales (5, 16, 25).

Clima

El siris blanco se puede encontrar en las zonas de vida forestales tropical y subtropical húmeda y muy húmeda, en donde la precipitación anual varía entre 1000 y 5000 mm con o sin una temporada seca bien marcada. Dentro de su distribución natural el siris se desarrolla mejor en las áreas con una precipitación anual de 2500 mm o más, tal como en Assam, Bengala, las Islas de Andamán y el Ghats Occidental en el sur de la India. En las regiones más secas de la península India, en donde la precipitación es de alrededor de 1000 mm, el desarrollo es mucho más pobre, con unos tallos con un diámetro rara vez excediendo los 50 cm (36).

La especie no es muy demandante en cuanto a la temperatura. En su hábitat natural, las temperaturas máximas en la sombra varían entre 37 y 46 °C, y las temperaturas mínimas entre 1 y 18 °C. A pesar de que el siris blanco es susceptible a las heladas, se reporta que es considerablemente resistente a las sequías (35).

Suelos y Topografía

El siris blanco se puede encontrar en una variedad de suelos, aunque crece mejor en condiciones muy húmedas en suelos arcillosos o margas aluviales y bien drenados (8, 36). Su capacidad para crecer en suelos secos, arenosos, pedregosos y superficiales la hacen una especie muy útil en la aforestación de sitios difíciles (27). Se han reportado una muy buena supervivencia y unas tasas de crecimiento iniciales rápidas en pruebas de aforestación tanto en suelos salinos como alcalinos en Uttar Pradesh, en la India (18). Sin embargo, los valores de pH del suelo ideales para la especie varían entre 5.0 y 5.5, de acuerdo a estudios efectuados en el Bangladesh Tea Research Institute (comunicación personal con A.F.M. Badrul Alam, BTRI, Srimangal, Bangladesh). La especie forma una asociación con *Rhizobium* spp. con facilidad y la capacidad para fijar nitrógeno resultante le permite sobrevivir en suelos deficientes en nitrógeno (3).

Cobertura Forestal Asociada

El siris blanco se encuentra con mayor frecuencia en terrenos aluviales a lo largo de arroyos y en sitios húmedos e incluso pantanosos. En la India es un dominante o codominante en el dosel del bosque caducifolio mixto y húmedo bajo unas condiciones de drenaje variables. Estos árboles se encuentran a través de los terrenos boscosos de la sabana aluvial en la planicie gangética y en el valle de Brahmaputra como individuos esparcidos o en agrupaciones durante fases sucesionales tempranas en suelos aluviales jóvenes y por lo general arenosos (5, 7).

En la sabana de las tierras bajas y los bosques ribereños de Assam y Bengala, el siris blanco se asocia por lo común con *Salmalia malabarica* (DC.) Schott & Endl., *Trema orientalis* Bl., *Dillenia pentagyna* Roxb., *Terminalia bellerica* (Gaertn.) Roxb. y *Gmelina arborea* Roxb. (11, 15). En los bosques de la sabana húmeda de Uttar Pradesh que son dominados por las gramíneas altas, más que nada por *Saccharum procerum* Roxb., el siris blanco se puede encontrar con *Salmalia malabarica* y *Bischofia javanica* L. (36).

El siris blanco es común en los bosques pantanosos del trecho de colinas sub-Himalayas, en donde se asocia con *Syzygium cumini* (Linn.) Skeels, *Dyospiros peregrina* (Gaertn.) Gurke, *Ficus glomerata* Roxb., *B. javanica*, *Pterospermum acerifolium* Willd., *Cedrela toona* Roxb., *Celtis australis* Linn., *Trewia nudiflora* Bedd., *Putranjiva roxburghii* Wall. y *Salix tetrasperma* Roxb. (36).

En los bosques de los cerros caducifolios mixtos y siempreverdes del noroeste de Bangladesh, el siris blanco se encuentra en el dosel como un codominante junto con *Dipterocarpus turbinatus* Gaertn., *Tetrameles nudiflora* R.Br., *Dillenia pentagyna*, *Salmalia malabarica*, *S. insignis* (Wall.) Schott & Endl., *Artocarpus chaplasha* Roxb., *Eugenia* spp., *Lophopetalum fimbriatum* Wight y *Duabanga sonneratioides*

Ham. (1).

En los bosques ribereño de Assam, en donde la precipitación excede los 2000 mm, el siris blanco se encuentra asociado con *B. javanica*, *S. malabarica*, *Anthocephalus cadamba* Miq., *Elaeocarpus assamicus* y *Lagerstroemia speciosa* (Linn.) Pers. (36).

En los bosques caducifolios mixtos al norte de la India, entre los socios principales se pueden encontrar *Terminalia* spp., *L. parviflora* Roxb., *Sterculia villosa* Roxb., *Salmalia malabarica* y *G. arborea*.

En Puerto Rico, en donde la especie se ha naturalizado durante los últimos 50 años, es una especie pionera agresiva que forma rodales puros a lo largo de los terraplenes de los caminos y carreteras y en tierras agrícolas abandonadas o en otros sitios físicamente perturbados en la zona de vida subtropical húmeda. Es también común en pastizales a elevaciones bajas y a lo largo de los bancos de arroyos a través de toda la isla a elevaciones de menos de 600 m en donde la precipitación excede los 800 mm.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—En su distribución natural en la India, la florescencia ocurre de junio a septiembre (35, 36); en Puerto Rico la florescencia ocurre de agosto a octubre. Las flores aparecen en racimos de 8 a 25 cm de largo cerca del final de las ramitas. Las numerosas flores de color amarillo verdusco forman unas cabezuelas globosas blanquecinas de 20 a 24 mm de diámetro. Las flores individuales (de 6 a 7 mm) tienen un cáliz de 2 mm con cinco lóbulos; una corola estrecha y blanquecina de 4 a 5 mm y cinco lóbulos puntiagudos y vellosos con muchos estambres blancos, filamentosos y esparcidos de alrededor de 10 mm de largo. El pistilo consiste de un ovario estrecho y un estilo filamentosos (26).

Las frutas, unas vainas aplastadas de un rojo intenso o marrón rojizo, de 10 a 20 cm de largo y 1.8 a 2.5 cm de ancho, se producen en grandes cantidades y se maduran de febrero hasta mayo en la India y de enero a junio en Puerto Rico (26, 36). Las vainas maduras de color marrón, cada una conteniendo de 6 a 12 semillas, permanecen por lo usual en el árbol hasta que la ramita entera que carga las vainas se desprende (26).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del siris blanco son pequeñas (de 4-6 por 5-7 mm; de 17,600 a 24,000 por kg) planas, de elípticas hasta casi orbiculares, con una testa dura, lisa y coriácea de color marrón verdusco. Las semillas pueden ser liberadas de las vainas maduras dehiscentes cuando aún se encuentran en el árbol o a partir de vainas acarreadas por el viento que eventualmente se abren o descomponen. Las semillas se ven sujetas a menos ataques por los insectos que aquellas de *Albizia lebbek* (L.) Benth, una especie estrechamente relacionada (35).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en el siris blanco es epigea. Las semillas se pueden sembrar sin tratamiento previo, aunque la germinación se ve facilitada si las semillas se sumergen en agua hirviendo para luego dejarlas enfriar por 24 horas (21).

Las semillas retienen su viabilidad por lo menos por un año y germinan con facilidad dentro de un período de 3 a 21

días, siempre que haya suficiente humedad en el suelo (35). Las tasas de germinación para las semillas recién extraídas recolectadas en varias partes del Subcontinente Indio, variaron entre el 50 y el 95 por ciento. Las semillas almacenadas a temperatura ambiente por 15 años en la India tuvieron una tasa de germinación del 20 por ciento. Las semillas se extraen con facilidad ya sea abriendo o aplastando las vainas a mano y separándolas mediante el aecho (36).

A pesar de que las semillas del siris blanco germinan con mayor facilidad en áreas densamente sombreadas que las de *A. lebbek*, la mortalidad de las plántulas es alta; en tales áreas las semillas pueden permanecer sin germinar hasta la segunda temporada lluviosa (36).

Bajo condiciones naturales, las plántulas pueden alcanzar una altura de 10 a 20 cm al final de la primera temporada de crecimiento y de 60 cm al final de la segunda. En el tercer año, la altura varía entre 0.7 y 2.5 m y en el cuarto año puede alcanzar 3.5 m (36). Bajo condiciones de vivero, con un desyerbado e irrigado regulares, las plántulas pueden alcanzar unas alturas de 30 a 50 cm dentro de un período de 3 meses después de la germinación y de 1 a 2 m a los 9 meses (24, 36).

Las plántulas son capaces de soportar una supresión moderada y las tasas de crecimiento son bajas hasta que la plántulas crecen por arriba de la vegetación en competencia. Las plántulas vigorosas producen una raíz pivotante larga y robusta, que puede alcanzar una longitud de 60 cm 3 meses después de la germinación. Las raíces laterales están por lo usual cubiertas con nódulos de *Rhizobium* spp. (35, 36).

La regeneración natural del siris blanco es por lo general buena. Los factores que favorecen la regeneración natural son la humedad abundante y un suelo flojo y desnudo. Durante la temporada lluviosa se pueden observar grandes cantidades de plántulas germinando cerca de los árboles productores de semillas. Se pueden encontrar plántulas en todas las etapas de desarrollo en los terrenos aluviales blandos cerca de los ríos en el área de distribución natural del siris blanco (36). En Puerto Rico, la regeneración natural es extremadamente buena, en particular en los hábitats perturbados tales como los terraplenes a la orilla de los caminos y carreteras y en las tierras agrícolas abandonadas, a la vez que en los pastizales húmedos a elevaciones bajas. En estos sitios, el siris blanco parece competir con éxito con las especies de árboles nativas, formando rodales puros con una vegetación en el estrato inferior consistiendo principalmente de gramíneas.

Bajo condiciones de vivero, el crecimiento de las plántulas se ve favorecido por la ausencia de las malas hierbas y la presencia de un suelo flojo y húmedo, una humedad en el suelo adecuada y luz solar plena. En la India se recomienda que las semillas se siembren en semilleros sin sombrear desde marzo hasta mayo en hileras con una separación de 20 cm entre ellas. Las semillas deberán ser plantadas con una separación de 5 a 10 cm en las hileras y ligeramente irrigadas durante la primera semana. Las plántulas de 2 meses de edad se pueden transplantar enteras, con o sin el terrón alrededor de las raíces, inmediatamente después de su remoción de los semilleros. Mientras que el transplante no es difícil de efectuar, la siembra directa de semillas es por lo general el método más barato y más exitoso, siempre que exista un desyerbado y un aflojamiento del suelo regulares (35, 36).

Las plantaciones se pueden comenzar con la siembra

directa de semillas, el plantado de las plántulas, de estacas del tallo o las raíces o usando tocones. Los mejores resultados se han reportado con la siembra directa de semillas y el plantado de tocones (25, 27, 31, 35). Se recomienda que las plantaciones recién establecidas sean desyerbadas dos veces durante el primer año y una vez durante el segundo. Durante el desyerbado el suelo no deberá ser expuesto de manera excesiva; solamente se deberán remover las hierbas que directamente interfieran con las plántulas (36).

Reproducción Vegetativa.—Las plántulas del siris blanco, los brinzales y los árboles de mayor tamaño rebrotan de manera vigorosa al ser dañados; la reproducción vegetativa ocurre también a través de acodos. Los brotes radicales se producen con facilidad cuando las raíces se ven expuestas (22, 32). Se ha reportado que la aplicación de las hormonas del crecimiento AIA (ácido indol-acético) y AIB (ácido indol-butírico) a las estacas obtenidas del tallo, a unas concentraciones de 10 a 100 ppm, promueven el arraigamiento (30).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento del siris blanco es rápido. Bajo condiciones forestales naturales en el norte de la India puede alcanzar una circunferencia de 1.2 m en 12 años y de 1.8 m en 30 años (8) y unas alturas de 25 m o más (23, 36). Los individuos maduros se caracterizan por un fuste alto, erecto y a veces ligeramente curvo, con ramas grandes muy altas en el tronco y una copa esparcida y rala. La corteza es casi totalmente lisa, de marrón claro a gris blanquecino o verdusco claro y se desprende en láminas muy delgadas con un color rojizo en su superficie inferior (35). Las hojas son bipinadas, de 12 a 15 cm de largo, con hojuelas de 2 a 4 cm de largo y de 8 a 16 mm de ancho, y son de un color rojizo cuando recién producidas.

En los bosques caducifolios mixtos de su área de distribución natural en el sur de Asia, el siris blanco ha sido manejado bajo el sistema de corta y rebrote con una rotación de alrededor de 40 años. En Kerala, en la India, los árboles de rodales con edades variables se cortan usando un sistema de selección. A pesar de que la reproducción natural es por lo general buena cerca de los árboles que producen semillas, podrá ser necesario un plantado de enriquecimiento para alcanzar un aprovisionamiento pleno. En Bengala, las plantaciones se cultivan para combustible en una rotación de 20 años (36).

Las alturas arbóreas promedio en una plantación de edad uniforme en Bangladesh fueron de 0.3, 0.8, 3.0 y 4.5 m a una edad de 1, 2, 4 y 5 años, respectivamente. En Myanmar, las alturas promedio en las plantaciones fueron de 12.8 y 22.9 m a los 6 y los 13 años, respectivamente. En Indonesia, se registraron unas alturas promedio de 10.8, 14.0, 19.3 y 24.3 m en una plantación a los 6, 8, 12 y 17 años, respectivamente (36).

En Myanmar, los diámetros del tallo promedio en una plantación de edad uniforme fueron de 16, 22 y 25 cm a los 6, 13 y 18 años, respectivamente, con unas densidades de 313 árboles por hectárea a los 8 años y de 200 árboles por hectárea a los 18 años. En Indonesia se registraron unos diámetros del tallo promedio de 10.5, 12.9, 17.4 y 22.4 cm a los 6, 8, 12 y 17 años, respectivamente (36).

Se registraron unos volúmenes de la madera en pie totales de 65, 89, 127 y 151 m³ en una plantación en Indonesia a los

6, 8, 12 y 17 años, respectivamente y, en una plantación de edad uniforme en Myanmar, se registraron unos volúmenes de la madera en pie de 87 y 94 m³ (incluyendo entresacados) a los 8 y 13 años de edad, respectivamente (36).

Los rendimientos en la biomasa promedio sobre la superficie del terreno en parcelas de plantación abonadas establecidas en Corozal, en Puerto Rico, fueron de 8.7 mg/ha (secada al horno) a los 12 meses y de 64.8 mg/ha (incluyendo entresacados) a los 24 meses. Estas parcelas fueron establecidas a un aprovisionamiento inicial de 10,000 árboles por hectárea y entresacadas a 2,500 árboles por hectárea después de 1 año. Los suelos en este sitio fueron unas arcillas ácidas; la precipitación anual es de 2000 mm (10).

Comportamiento Radical.—El siris blanco por lo general forma un sistema radical lateral esparcido y una raíz pivotante robusta. Parece ser una especie con raíces más profundas que *A. lebbek* y por lo tanto menos susceptible a ser volcada por el viento. Como se observó previamente, forma con facilidad una asociación con *Rhizobium* spp. y la capacidad para fijar nitrógeno resultante contribuye a su habilidad para crecer en sitios marginales (3, 27).

Reacción a la Competencia.—*Albizia procera* es una especie con una alta demanda de luz y no puede tolerar la supresión. Sin embargo, puede tolerar una cantidad moderada de sombra durante las etapas de plántula, brinzal, y de poste pequeño (36).

Agentes Dañinos.—Se reporta que el siris blanco es susceptible al ataque por los insectos bajo condiciones de plantación en la India. Entre las principales plagas de insectos en la India se encuentran los hemípteros *Oxyrhachis tarandus* Fabr. (Membracidae), los cuales atacan los vástagos jóvenes de las plántulas y los brinzales; las larvas defoliantes de *Ascotis selenaria imparata* Walker (Geometridae), *Rhesala imparata* Walker y *R. inconcinnalis* Walker (Noctuidae), y las orugas de *Indarbela quadrinotata* Walker (Indarbelidae), que se alimentan de la corteza. El barrenador rojo, *Zeuzera coffeae* (Cossidae), un barrenador de los tallos, ataca los tallos y las ramas leñosos de los brinzales (6, 36). Se han reportado aproximadamente unos 50 otros insectos coleópteros, hemípteros, ortópteros y lepidópteros de importancia desconocida alimentándose de los vástagos, las hojas, la savia, las semillas y la madera muerta del siris blanco en el sur y el sureste de Asia (6).

Los árboles jóvenes, ya sea creciendo de manera natural o en plantaciones, son altamente susceptibles a *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., una enfermedad de la corteza y el tallo de gran virulencia que causa la formación de canchales en el tallo. Estas se encuentran asociadas con el daño por las heladas o la quiebra de las ramas, apareciendo inicialmente como una cicatriz longitudinal de color rosáceo que se agranda, volviéndose de un color negro grisáceo en un período de 4 a 5 años después de una infección secundaria por bacterias y hongos que manchan la savia. La cicatriz sana durante el clima seco y se reabre con el retorno de las lluvias. Los hongos secundarios y la albura expuesta proveen de un lugar para la reproducción de los insectos barrenadores, reduciendo aún más el vigor del árbol de esta manera. Las copas arriba de los canchales pueden morir o los tallos pueden quebrarse en los lugares en donde los canchales son más profundos. Los árboles infectados pueden ser eventualmente volcados por el viento. Los árboles de 15 a 20 años de edad son particularmente vulnerables a este ataque y la infección se ha encontrado tanto en la distribución natural de la especie

en Asia como en el Caribe (4, 19, 26, 36). El hongo *Nectria haematococca* Berk. & Br. ha sido también reportado como la causa de canchales del tallo en los árboles jóvenes en la India (19).

Se sabe de varios añublos que atacan a *Albizia procera*, aunque ninguno de ellos es de gran importancia. Entre estos se encuentran *Sphaerophragmium acaciae* (Cooke) Magnus y *Ravenelia sessilis* Berk. (ambos en el sur de Asia y en China), *R. clemensiae* Syd. (en la India, Myanmar y Papua Nueva Guinea), *R. indica* Berk. (en la India) y *Uredo albiziae* P. Henn. (en Papua Nueva Guinea) (19).

El árbol es también susceptible al marchitamiento vascular causado por *F. oxysporum* Schl. f. sp. *perniciosum* (Hept.) Toole, el cual es tal vez la enfermedad fúngica más seria y diseminada del género *Albizia*. El hongo invade las raíces finas, causando una gomosis del sistema vascular; el marchitamiento y la muerte del huésped ocurre en un período de un año o menos después de la infección. La transmisión del patógeno tiene lugar principalmente mediante la transferencia de tierra infectada; el hongo rara vez forma esporas en el huésped. Los hongos listados a continuación se han reportado como la causa de una pudrición de las raíces y del pie del árbol en el siris blanco: *Ganoderma lucidum* (W.Curt.) Fr. Karst., *G. applanatum* (Pers. ex Wallr.) Pat. *sensu lato* y *Polyporus anebus* Berk. (19).

Debido a que el follaje de la especie es altamente apetecible, se ve sujeto al pastoreo por el ganado, los venados, los camellos y los elefantes (5, 36). Las ramas de los árboles maduros se quiebran con facilidad con los vientos fuertes (36).

USOS

Dentro de su área de distribución natural, el siris blanco se cultiva en jardines caseros, se planta a lo largo de los caminos y a la orilla de los campos de siembras y se usa como un árbol de sombra en plantaciones de té (13, 33). Sin embargo, en las plantaciones de té de la región de Sylhet en Bangladesh, el siris blanco está siendo reemplazado por *A. odoratissima* Benth., debido al más rápido crecimiento inicial y la copa más densa de ésta última. *Albizia procera* es también más susceptible a las úlceras del tallo y a los ácaros rojos fitófagos que *A. odoratissima*.

Varias de las propiedades de la madera de esta especie la hacen una fuente de una madera de gran versatilidad. El duramen, de color de marrón claro a un color marrón chocolate claro, es moderadamente duro (con un peso específico de 0.6 a 0.9), de fibra recta, fuerte, durable y resistente a las termitas de la madera seca (26, 37). Es difícil de aserrar debido un alto grado de entrelazamiento de la fibra; se puede trabajar con cuidado hasta alcanzar una superficie lisa y se pule bien (9, 36).

En el sur de Asia, la madera se usa para una variedad de propósitos, incluyendo carretas, botes, muebles, artículos tallados, postes, herramientas agrícolas, puentes, postes de viviendas, cajas, rodillos, ruedas, molinos para caña de azúcar e instrumentos para azotar el arroz (5, 14, 16, 29, 35). La pulpa de esta especie se considera como de gran potencial para la producción de papel blanco para escribir e imprimir (longitud de la fibra: 0.90 mm; diámetro de la fibra: 0.021 mm) (20, 34). La madera es un combustible excelente, ya sea como leña o carbón y se le usa a través de su distribución

para este propósito.

Además de esto, se pueden obtener productos secundarios de la corteza y el tallo de esta especie. Al herir el tallo, éste exuda grandes cantidades de una goma de color marrón rojizo que es químicamente similar a y se usa como un sustituto para la goma arábiga (de *Acacia senegal* Willd.) (2, 15). La corteza contiene tanino y se usa en la India para el curtido y el teñido. La corteza se usa también como cola en la industria papelera en Nepal (2).

Debido a que las hojas y las ramitas son ricas en proteínas y son un alimento favorito del ganado, los elefantes, los camellos y las cabras, la especie es una fuente excelente de forraje (17, 36). El siris blanco se usa también de manera extensa en la medicina tradicional de la India (2, 5, 13). Las hojas se usan en el tratamiento de úlceras (16, 36) y se reporta que la corteza es muy venenosa (5). Se sabe que las hojas tienen propiedades insecticidas y piscicidas (12).

GENETICA

Albizia es un género pantropical extenso y de gran tamaño que contiene 150 especies, en su mayoría árboles y arbustos. Las especies son más numerosas en los trópicos del Viejo Mundo y están estrechamente relacionadas al género *Acacia*, con el cual a menudo se confunden. Entre los sinónimos botánicos están *Mimosa procera* Roxb., *M. elata* Roxb. y *A. procera* Willd. (5, 16, 23).

La mayoría de las especies en el género están bien adaptadas a los suelos pobres en los matorrales bajos, en los bosques secundarios, en las sabanas y a lo largo de los lechos arenosos de los ríos hasta una elevación de 1,600 m. *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen es uno de los árboles de más rápido crecimiento a nivel mundial y se le cultiva de manera extensa en el sureste de Asia y en la región del Pacífico como una fuente de madera, pulpa y combustible. A diferencia de *A. procera*, la cual a menudo se encuentra creciendo en regiones con una temporada seca bien marcada, *P. falcataria* crece de manera robusta en los trópicos muy húmedos solamente, en donde la precipitación es de entre 2000 y 2700 mm por año. En los buenos sitios con una precipitación adecuada, la productividad de *P. falcataria* es mayor que la de *A. procera*, con unos incrementos anuales promedio de 25 a 40 m³/ha en una rotación de 8 a 12 años. Bajo condiciones óptimas, los árboles pueden alcanzar 7 m de altura en un espacio de solamente 1 año, de 13 a 18 m en 3 años y 30 m en 9 a 10 años (27).

El género fue nombrado en honor al Il. Sig. Cavalier Filippo degli Albizzi, un naturalista de Florencia durante el siglo XVIII (2).

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1967. Working plan for the forest of the Sylhet Division. Chittagong [Bangladesh]: East Pakistan Government Press. 215 p.
2. Ali, S.I.; Quraishi, S. 1967. A taxonomic study of the genus *Albizia* Durazz from West Pakistan. Pakistan Journal of Forestry. 17(3): 365-370.
3. Allen, O.N.; Allen, Ethel K. 1981. The Leguminosae: a sourcebook of characteristics, uses, and nodulation. Madison, WI: University of Wisconsin Press. 812 p.

4. Bagchee, K. 1954. New and noteworthy diseases of trees in India. 7. Pit canker diseases of siris (*Albizia procera* Benth.) due to *Fusarium solani* (Mart.). Indian Forester. 80(5): 246-251.
5. Benthall, A.P. 1933. The trees of Calcutta and its neighborhood. Calcutta, India: Thacker Spink and Co. 513 p.
6. Bhasin, G.D.; Roonwall, M.L. 1954. A list of insect pests of forest plants in India and the adjacent countries. 2. List of insect pests of plant genera 'A' (*Aberia* to *Azima*). Indian Forestry Bull. 171. Dehra Dun, India: Forestry Research Institute: 44-46.
7. Bor, N.L. 1953. Manual of Indian forest botany. London: Oxford University Press. 441 p.
8. Brandis, D. Indian trees. 1906. Dehra Dun, India: Bishen Singh Mahendra Pal Singh.
9. Brown, W.H. 1978. Timbers of the world: southern Asia. Hughenden Valley. High Wycombe, U.K.: Timber Resource and Development Association. 99 p.
10. Cintrón, B.B. 1982. Evaluation of woody biomass species as a renewable energy source. Progress report, Project FS-SO-1152-2500. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 8 p.
11. Champion, H.G.; Seth, S.K. 1968. A revised survey of the forest types of India. New Delhi, India: Government of India, 404 p.
12. Chopra, R.N.; Badhwar, R.L.; Nayar, S.L. 1941. Insecticidal and piscicidal plants of India. Journal of the Bombay Natural History Society. 42(4): 854-902.
13. Chopra, R.N.; Nayar, S.L.; Chopra, I.C. 1956. Glossary of Indian medicinal plants. New Delhi, India: Council of Scientific and Industrial Research. 330 p.
14. Dastur, J.F. 1964. Useful plants of India and Pakistan. 2^a ed. Bombay, India: D.B. Taraporevala and Co. 185 p.
15. Farooqi, M.I.H.; Kapoor, L.D. 1968. Some Indian plant gums—their botany, chemistry and utilization. Indian Forester. 94(9): 662-666.
16. Gamble, J.S. 1922. A manual of Indian timbers. 2^a ed. London: Sampson Low, Marston and Co. 866 p.
17. George, J.; Kohli, R.C. 1957. Nitrogen content of some Indian trees. Indian Forester. 83(4): 287-288.
18. Ghosh, R.C. 1976. Afforestation problems of saline and alkaline soils in India. Van Vigyan. 14(1): 1-17.
19. Gibson, I.A.S. 1975. Diseases of forest trees widely planted as exotics in the Tropics and Southern Hemisphere. I. Important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae and Meliaceae. Oxford, England: Commonwealth Mycological Institute, Unit of Tropical Silviculture, Department of Forestry, University of Oxford. 51 p.
20. Guha, S.R.D.; Prasad, B.D. 1961. Chemical pulps for writing and printing papers from *Albizia procera* Benth. (white siris). Indian Forester. 87(2): 124-127.
21. Halos, S.C.; Fabian, V.I. 1981. A quick, simple method of improving the germination of stored akleng-parang [*Albizia procera* (Roxb.) Benth.] seeds. Sylvatrop Philippine Forestry Research Journal. 6(2): 85-90.
22. Heyligers, P. C. 1970. Root suckering in *Albizia procera*. Forest Science. 16(2): 146-147.
23. Kanjilal, U.N.; Kanjilal, P.C.; Das, A. 1938. Flora of Assam. Calcutta, India: Prabasi Press. 377 p.
24. Khan, A.M.; Soomro, N.A. 1979. Growth and management of fast-growing tree species in Sind. First annual report, Project PK-FS-49. Karachi, Pakistan: Silviculture Research Division, Wildlife and Forest Department, Government of Pakistan. 37 p.
25. Krishnaswamy, I.F.S. 1956. Sixty-six trees for Vana Mahotsava. New Delhi, India: Government of India. 175 p.
26. Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
27. National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington, DC: National Academy of Sciences. 332 p.
28. Nielsen, I. 1979. Notes on the genus *Albizia* Durazz. (Leguminosae-Mimosaceae) in mainland S.E. Asia. Adansonia. 19(2): 199-229.
29. Patel, R.I. 1968. Forest flora of Melghat. Dehra Dun, India: Bishen Singh Mahendra Pal Sing. 380 p.
30. Rahman, A.H.M.M. 1977. Vegetative propagation of a few forest species. Bano Biggyan Patrika. 6(1): 51-57.
31. Rajkhowa, S. 1965. A short note on planting trials with *Albizia procera*. Indian Forester. 91(12): 845-847.
32. Ryan, G.M. 1904. Reproduction by root suckers. Indian Forester. 30(10): 450-458.
33. Skoupy, J.; Vaclav, E. 1976. Growing of shade trees in the tea gardens of Bangladesh. Silvaeicultura Tropica et Subtropica. 5(1): 77-84.
34. Tiwari, S.D.N. 1979. The phyto-geography of legumes of Madhya Pradesh. Dehra Dun, India: Bishen Singh Mahendra Pal Singh. 612 p.
35. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, England: Clarendon Press. 3 vol.
36. Venkataramany, P. 1968. Silviculture of genus *Albizia* and species. Silviculture of Indian Trees 22. New Delhi: Government of India. 54 p.
37. Yakub, M.; Bhattacharjee, D.K. 1983. Strength properties of sil koro (*Albizia procera*) and telsur (*Hopea odorata*). Bull. 6, Timber Physics Series. Chittagong, Bangladesh: Forest Research Institute. 10 p.

Alchornea latifolia Sw.

Achiotillo

Euphorbiaceae

Familia de las euforbias

John K. Francis

Alchornea latifolia Sw., conocido comunmente como achiotillo en Puerto Rico, así como también por otros muchos nombres, es un árbol de tamaño mediano de las Antillas Mayores, el sur de México y la América Central. Es un árbol siempreverde, con hojas de tamaño mediano y corteza de color claro, lisa y con fisuras finas (fig.1). La especie tiene poco valor comercial, pero es un componente significativo de los bosques secundarios húmedos y muy húmedos.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El achiotillo crece en forma natural en bosques caribeños en Cuba, Jamaica, Española, Puerto Rico, y Tortola (17). Su distribución natural también se extiende sobre las costas este y oeste del centro de México, a través de la América Central



Figura 1.—Tronco de un árbol de achiotillo, *Alchornea latifolia*, en Puerto Rico.

hacia el sur hasta por lo menos la isla de Barro Colorado en Panama. (3, 15, 21) (fig. 2). Se reporta como planta ornamental en el sur de Florida (17). No existen reportes de naturalización fuera de su distribución natural.

Clima

La precipitación pluvial anual dentro del área de distribución natural de esta especie varía de aproximadamente 1700 mm hasta más de 3700 mm. El achiotillo también crece a la orilla de riachuelos y en áreas secas y templadas de la isla de Española, en donde la precipitación anual puede ser apenas 1500 mm. En el continente, la precipitación varía entre 1300 mm por año en la costa pacífica de México, hasta 4000 mm por año en América Central (24). En su distribución natural, períodos sin lluvia de un mes o más pueden ocurrir, pero la especie no está adaptada a extensas temporadas anuales secas. En las mayores altitudes, la temperatura mensual promedio es de aproximadamente 22 °C en su área de distribución, y en las regiones mas bajas la temperatura fluctúa entre 25 y 27 °C (24).

Suelos y Topografía

Suelos del tipo franco arenoso hasta arcillas, derivados de la mayoría de tipos de roca son un substrato adecuado, pero deben ser húmedos y bien drenados en general (21). El achiotillo es común en suelos donde los subsuelos anaeróbicos son frecuentes debido a la elevada precipitación; sin embargo no tolera suelos pantanosos. Los tallos más grandes crecen en suelos ricos y aluviales, pero algunos árboles crecen hasta la madurez en crestas erosionadas. El pH de los suelos colonizados por el achiotillo puede ser de entre 4.5 a 7.0.

Esta especie crece en lugares desde el nivel del mar hasta altitudes de 1,600 m en México y América Central (3, 21). El



Figura 2.—El área sombreada representa la distribución natural del achiotillo, *Alchornea latifolia*, en el neotrópico.

achiotillo se puede encontrar en topografía de escarpada hasta llana, y en cualquier posición en cuestras.

Cobertura Forestal Asociada

En la Sierra del Rosario de Cuba, se pueden encontrar bosques elevados siempreverdes en los desfiladeros, dominados por *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Calophyllum calaba* L., *Hibiscus elatus* Sw., *Prunus occidentalis* Sw., *A. latifolia*, *Cedrela odorata* L., *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (5). En un bosque primario en la zona biológica subtropical muy húmeda (14) conteniendo achiotillo, las especies dominantes fueron *Dacryodes excelsa* Vahl, *Prestoea montana* (R. Grah.) Nichols., *Micropholis garciniaefolia* Pierre, *Ocotea moschata* (Meisn.) Mez, *Calycogonium squamulosum* Cogn., *Sloanea berteriana* Choisy y *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire. (27). En un bosque subtropical húmedo sobre piedra caliza en Puerto Rico, un rodal conteniendo achiotillo consistió de *Phoebe elongata* (Vahl) Nees, *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC., *Spondias mombin* L., *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch., *Inga fagifolia* (L.) Willd., *G. quidonia* (L.) Sleumer, *Cordia sulcata* DC., y *Quararibaea turbinata* (Sw.) Poir. (7).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las pequeñas flores de color amarillo verdusco crecen en espigas y panículas conectadas a axilas foliares. Por lo general, las flores femeninas y masculinas no se encuentran en el mismo árbol (16). Las flores producen una cápsula verde con tintes rojos que posee de dos a tres celdas. Cuando la cápsula madura totalmente, las mitades caen al suelo, descubriendo las semillas. Las semillas poseen una cubierta delgada y carnosa, de color rojo intenso que atrae aves y murciélagos que se alimentan de semillas. Frutas frescas (cápsulas con semillas) recolectadas por el autor en Puerto Rico tuvieron un peso promedio de 0.54 g cada una, con un error estándar de 0.12.

En la Sierra de Luquillo en Puerto Rico, las flores aparecen desde diciembre a mayo, y las frutas caen desde febrero a junio (12). El achiotillo ha sido reportado (9) floreciendo todo el año. En Cuba, las flores se observaron de noviembre a marzo y las frutas maduraron de enero a mayo (25).

Producción de Semillas y su Diseminación.—El número de flores y frutos puede ser considerable en algunos árboles individuales, pero esto no es consistente de un año a otro. Semillas secadas al aire recolectadas de árboles en Puerto Rico pesaron un promedio de 0.042 ± 0.001 gramos por semilla (observación personal del autor). A pesar de que muchas semillas dispersadas se concentran en la cercanía de los árboles de origen, parece que gran número de semillas se esparcen lejos de su fuente. Aves y murciélagos que ingieren las semillas son los esparcidos aparentes (9).

Semillas para la propagación se pueden recolectar cortando racimos de semillas directamente del árbol cuando el color rojo de por lo menos algunas de las semillas es visible en el racimo. Sólo se debe usar semillas procedentes de vainas que están abiertas al momento de la recolección o que se abren de 3 a 4 días después, en la sombra. La capa roja y carnosa del fruto se puede remover mediante cribación en

agua. Si no se siembran inmediatamente, las semillas se deben secar al aire y refrigerarse en un contenedor sellado.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es de tipo epigeo. En una muestra de 100 semillas, un 79 por ciento germinó 31 días después de la siembra (observación personal del autor). Un grupo consistente de 43 trasplantes de plántulas silvestres, la mayoría de aproximadamente 2 meses de edad con una altura promedio de 17 ± 3 cm, tuvo una altura promedio de 96 ± 5 cm con una supervivencia del 93 por ciento después de 13 meses. Después de 25 meses, la altura promedio fue de 136 ± 9 cm con un 74 por ciento de supervivencia (observación personal del autor).

Reproducción Vegetativa.—El achiotillo tiene una capacidad limitada para reproducirse vegetativamente. De un total de 25 estacas leñosas sin tratar procedentes de árboles jóvenes, que se enterraron hasta la mitad en suelo húmedo bajo sombra, 2 arraigaron en 7 meses (observación personal del autor). En bosques húmedos, raíces adventicias surgen de cortes en el tronco; es por lo tanto probable que la propagación mediante acodos aéreos sea posible. Los árboles jóvenes y los troncos rebrotan en su parte inferior cuando son cortados.

Ramificaciones epicórmicas abundantes tienen lugar cuando la corona del árbol es dañada y la luz llega al tronco inferior (observación personal del autor).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Tasas promedio de incremento en el diámetro a la altura del pecho (d.a.p) en parcelas en bosques primarios de palma de sierra y tabonuco, fueron de 0.42 y 0.60 cm/año respectivamente (27). Tasas de incremento de diámetro en un bosque secundario tardío de tipo subtropical muy húmedo variaron de entre casi cero hasta 1.45 cm/año (6).

El achiotillo tiene la capacidad de alcanzar 40 cm o más en d.a.p. en la mayoría de sitios si no cae víctima a la competencia, las tormentas o el corte. El tronco es frecuentemente torcido, y la corteza es delgada, variando de entre 10 a 20 mm (1). En Puerto Rico el árbol más grande de esta especie mide 70 cm en d.a.p. y 20 m de alto.

Aunque la especie es común, el achiotillo contribuye sólo una pequeña parte del área basal de los bosques en donde crece. En un bosque subtropical húmedo secundario en Puerto Rico, la contribución del achiotillo al área basal fue de 0.8 por ciento de un total de 24 m² por hectárea (7). En un bosque subtropical muy húmedo secundario dominado por *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton, una parcela de 0.08 hectáreas tuvo un área basal total de 40.4 m² por hectárea de la cual el achiotillo contribuyó 4.4 m² por hectárea.¹ En parcelas de bosques primarios de palma de sierra y tabonuco en las zonas biológicas forestales subtropical muy húmeda y subtropical lluviosa, el achiotillo contribuyó un total de 1.3 y 1.2 por ciento del total de las áreas basales que fueron de 32 y 51 m² por hectárea respectivamente (27). La especie también estuvo presente con áreas basales insignificantes en los bosques sin perturbar de palo colorado (*Cyrilla racemiflora* L.) en cuestras montañosas (28). En un inventario de tierra boscosa

¹ Alemañ, Salvador, [s.f.] Comunicación personal con el autor. Archivado en: Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

secundaria con potencial comercial en Puerto Rico, el achiotillo tuvo el decimotercer lugar en contribución al área basal total de todas las especies encontradas, y contribuyó el 0.7 por ciento del área basal medida (4).

El volumen del achiotillo en bosques altos en Honduras es de entre 0.2 a 0.6 m³ por hectárea (3), el cual es un valor bastante bajo. Ocho árboles por hectárea con d.a.p. de 30 cm o más se han reportado en bosques secundarios de Costa Rica (1).

Durante operaciones para mejorar rodales de maderaje, los árboles de achiotillo se pueden matar mediante el anillaje, seguido varios meses después por el corte de cualquier corteza que haya crecido a través del anillo. Una prueba de anillado en 36 árboles tratados con una solución de 2,4,5-T en diesel resultó en una mortalidad de 97 por ciento en 6 a 12 meses (23).

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen una raíz pivotante, aunque parece tener menor importancia que las muy ramificadas raíces laterales. Secciones de raíces cepilares examinadas en Cuba mostraron una extensa infección con micorrizas vesiculares arbusculares (13). El achiotillo produce contrafuertes pequeños y raíces laterales bien desarrolladas que en suelos arcillosos a menudo emergen arriba de la superficie y cubren una distancia de uno o dos metros desde el tronco.

Reacción a la Competencia.—Esta especie se perpetúa mediante la producción abundante de semillas y plántulas.

Después de una perturbación a gran escala, como un huracán, desmontes y cortas, las semillas de achiotillo almacenadas en el suelo del bosque producen un gran número de plántulas (fig. 3), de las cuales sólo un pequeño porcentaje sobrevive por más de unos pocos meses. Más aún, la mortalidad causada por la competencia en todas las etapas de desarrollo reduce el rodal a poco más de unos cuantos árboles por hectárea. Sin embargo, esos pocos sobrevivientes son más que suficiente para producir las semillas necesarias para garantizar la presencia de achiotillo después de la siguiente perturbación. No se sabe si las semillas son viables en el suelo del bosque más allá de una temporada.

El achiotillo es susceptible a la fuerza de los huracanes en la mayor parte de su distribución natural. Claros en el dosel creados por los huracanes son los lugares principales de regeneración en los bosques primarios de Puerto Rico. Áreas de bosque virgen tabonuco y palo colorado de 4 hectáreas cada una contuvieron, respectivamente, 49 y 23 árboles de achiotillo con más de 10 cm de d.a.p. (26). Otro estudio en un gran número de parcelas en el bosque de tipo palo colorado, reveló que el 0.16 por ciento de los tallos de más de 4.1 cm de d.a.p. fue achiotillo (28). El achiotillo también se reproduce en brechas causadas por la caída de árboles en bosques primarios. La probabilidad de que el achiotillo sobreviva hasta la madurez en claros pequeñas es menor que para perturbaciones mayores. La regeneración en cortes en faja en Puerto Rico fue mayor en áreas que recibieron casi el máximo de exposición a la luz solar, pero el número de plántulas sobrevivientes 2 años después del corte fue mayor en áreas cerca del borde de los claros creados, que tuvieron una exposición a la luz solar un poco menor (8).

La posición de copa tiene una influencia significativa en el crecimiento del achiotillo. Árboles dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos en bosques subtropicales muy húmedos en Puerto Rico promediaron 0.63, 0.53, 0.37 y 0.11 cm/año en crecimiento en el d.a.p.

respectivamente (6). Los árboles de achiotillo producen semillas cuando se encuentran en posiciones de copa dominante, codominante e intermedia (observación personal del autor). Los árboles de esta especie desarrollan copas difusas que dan una cantidad moderada de sombra. Aquellas plantas que usualmente crecen en el estrato inferior no tienen ninguna dificultad en crecer debajo de un árbol de achiotillo.

Una relación de copa (diámetro de copa entre diámetro a la altura del pecho) de 21 a 1 reportada en Cuba (13) correspondió bien con la relación de 20 a 1 observada por el autor para 25 árboles en Puerto Rico.

Agentes Dañinos.— Varias especies de insectos fitófagos, minadores de las hojas, homópteros y larvas que se alimentan de las semillas han sido observadas en el achiotillo por el autor. Ninguna de ellas parece causar daño serio. El comején, *Nasutitermes costalis* (Holmgren), ha sido observado en el achiotillo (19). Esta especie de termita consume ramitas muertas y, algunas veces, la madera expuesta de ramas y troncos. La madera de achiotillo está catalogada como muy susceptible al ataque de la polilla, *Cryptotermes brevis* (Walker) (29).

De todos los tallos de achiotillo contados durante un extenso inventario en Puerto Rico, el 25, 62 y 44 por ciento de los tallos en etapa de brinzal, etapa de poste y de madera aserrable, respectivamente, tuvieron algún defecto o daño (2). La forma defectuosa fue la causa principal de la degradación. Catorce por ciento del volumen total de madera aserrable se listó como material rechazable por estar podrido o defectuoso.

La madera de achiotillo puede verse descoloreada rápidamente por los hongos de la savia y de la mancha azul, si no son aserrados y secados a tiempo (18); también se pudre rápidamente en contacto con el suelo. El cien por ciento de postes de achiotillo sin tratar se vieron arruinados por la podredumbre y las termitas después de un año en el suelo; la vida de servicio estimada para postes de cerca sin tratar



Figura 3.—Plántulas de achiotillo, *Alchornea latifolia*, aproximadamente 10 semanas después de la remoción del dosel en el bosque.

para esta especie es de 0.9 años (10).

Los huracanes causan un daño considerable al achiotillo, pero causan a su vez muy poca mortalidad. El Huracán Hugo, con ráfagas de 100 a 150 km/hr, denudó los árboles de sus ramas pequeñas y quebró muchas de las ramas mayores en árboles de achiotillo en el área este de Puerto Rico. Pocos troncos se quebraron, muy pocos árboles se volcaron, y los árboles recobraron rápidamente el área de copa perdida a través de rebrotes adventicios (observación personal del autor).

USOS

La madera de achiotillo es de color crema a color pardo claro, con canales esparcidos de color café rojizo (18). La textura de la madera es mediana y tiene poco lustre. Anillos anuales de crecimiento no son evidentes. Una descripción de la estructura microscópica de la madera ha sido publicada (1).

El achiotillo se seca al aire a velocidad moderada con sólo una degradación moderada que toma la forma de arco, torsión y ahuecamiento de las tablas (18). El encogimiento radial es de 2.7 por ciento, el encogimiento tangencial es de 8.5 por ciento, y el encogimiento volumétrico de 8.8 por ciento (3).

La densidad de la madera medida en muestras secadas en horno en un achiotillo en etapa de poste en un bosque muy húmedo en Puerto Rico fue de un promedio de 0.38 g/cm³ (observación personal del autor). La densidad de la madera para esta especie (secada al aire) en Puerto Rico se reportó como de 0.46 g/cm³ (18). Una densidad de 0.39 g/cm³ (probablemente medida en una muestra secada en horno) se reportó en Honduras (3).

La madera es fácil de aserrar y cepillar. En otras operaciones en el taller, debe tenerse cuidado de evitar un resultado velloso en la superficie. El uso de tornillos y clavos no parte o raja la madera con facilidad (18). La madera de achiotillo se encola con facilidad (3) y absorbe fácilmente sustancias preservativas (11).

La madera de achiotillo se puede ocupar para carpintería general, cajas, juguetes, virutas, fósforos, combustible, partes para muebles, triplex, madera comprimida y postes para cerca sujetos a tratamiento (3, 18). A pesar de estas posibilidades, el uso de la madera es limitado y restringido al presente, debido a que los tamaños disponibles son muy pequeños por lo general y porque la madera de otras especies en esta categoría de densidad es muy abundante. El achiotillo se cultiva como sombra para cafetales en el estado de Oaxaca, México (21), y se usa hasta cierto punto como sombra en áreas urbanas (17). Esta especie es importante en términos ecológicos porque ayuda en la rápida reforestación de sitios perturbados y provee de alimento para aves y murciélagos.

GENÉTICA

Se reporta que el género *Alchornea* contiene aproximadamente 60 especies de árboles y arbustos con una distribución pantropical (22).

LITERATURA CITADA

1. Acosta Contreras, Israel. 1967. Descripción anatómica, propiedades físicas y algunos usos de 25 maderas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la Organización de Estados Americanos. 192 p.
2. Anderson, Robert L.; Birdsey, Richard A.; Barry, Patrick J. 1982. Incidence of damage and cull in Puerto Rico's timber resource, 1980. Resour. Bull. SO-88. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 13 p.
3. Benítez Ramos, René F.; Montesinos Logos, J.L. 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras: distribución, propiedades y usos. Siguatepeque, Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales. 216 p.
4. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. SO-86. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
5. Capote, René P.; Menéndez, Leda; García, Elisa E. [y otros]. 1988. Flora y vegetación. En: Herrera, Ricardo A.; Menéndez, Leda; Rodríguez, María E.; García, Elisa E. Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Proyecto MAB 1, 1974-1987. Montevideo, Uruguay: Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba: 110-130.
6. Crow, T.R.; Weaver, P.L. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
7. Chinae, Jesus Danilo. 1980. The forest vegetation of the limestone hills of northern Puerto Rico. Ithaca, NY: Cornell University. 70 p. Tesis de M.S.
8. Devoe, Nora N. 1992. Regeneration from seed under a range of canopy conditions in tropical wet forest, Puerto Rico. En: Kely, Matthew J.; Larson, Bruce C.; Oliver, Chadwick D., eds. The ecology and silviculture of mixed-species forests. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers: 81-100.
9. Devoe, Nora Nancy. 1989. Differential seeding and regeneration in openings and beneath closed canopy in sub-tropical wet forest. New Haven, CT: Yale University. 307 p. Disertación doctoral.
10. Englerth, George H. 1960. The service life of untreated posts in Puerto Rico after one year in test. Tropical Forest Note 5. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
11. Englerth, George H.; Goytía Olmedo, Ernesto. 1960. Preservation of Puerto Rico fence posts treated by cold soaking and the hot-and-cold method. Tropical Forest Note 2. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 4 p.
12. Estrada Pinto, Alejo. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: D237-D269.
13. Ferrer, Roberto L.; Herrera, Ricardo A. 1988. Micotrofia en Sierra del Rosario. En: Herrera, Ricardo A.; Menéndez, Leda; Rodríguez, María E.; García, Elisa E., eds. Ecología de 109 bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Proyecto MAB 1, 1974-1987. Montevideo, Uruguay: Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba: 473-484.

14. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
15. Knight, Dennis H. 1970. A field guide to the trees of Barro Colorado Island, Panama Canal Zone. Laramie, WY: University of Wyoming y el Smithsonian Tropical Research Institute. 94 p.
16. Liogier, Alain Henri. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
17. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
18. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rico woods: their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
19. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
20. Menéndez, Leda; García, Elisa E.; Herrera, Ricardo A. [y otros]. 1988. Estructura y productividad del bosque siempreverde medio de la Sierra del Rosario. En: Herrera, Ricardo A.; Menéndez, Leda; Rodríguez, María E.; García, Elisa E., eds. Ecología de 108 bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Proyecto MAB 1, 1974-1987. Montevideo, Uruguay: Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba: 151-212.
21. Pennington, T.D.; Sarukhan, José. 1968. Arboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 313 p.
22. Record, Samuel W. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
23. Sposta, Joseph W. 1960. Chemical removal of inferior tropical tree species. Tropical Forest Note 4. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
24. Steinhäuser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartografía. 10 p. 28 mapas en color.
25. Vilamajó, Daysi; Menéndez, Leda. 1988. Fenología de algunas especies importantes en Sierra del Rosario. En: Herrera, Ricardo A.; Menéndez, Leda; Rodríguez, María E.; García, Elisa E., eds. Ecología de 108 bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Proyecto MAB 1, 1974-1987. Montevideo, Uruguay: Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba: 243-260.
26. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. 1: The setting. Caribbean Forester. 12(3): 93-114.
27. Weaver, Peter L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
28. Weaver, Peter L. 1991. Environmental gradients affect forest composition in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Interciencia. 16(3): 142-151.
29. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indies dry-wood termite *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.

Leguminosae
Faboideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las habas

Peter L. Weaver

Andira inermis (W. Wright) DC., conocida como moca en español y como "cabbage angelin" en inglés, es un árbol siempreverde que carece de contrafuertes y que posee una copa plana y redondeada. Los especímenes maduros en Puerto Rico y las Indias Occidentales tienen 15 m de alto y 30 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.). En la América Central y del Sur, la moca puede alcanzar 35 m en altura total y 1.5 m en d.a.p., con fustes sin ramificaciones por 20 m. Las hojas son alternas y pinadas impares, con un número de hojuelas de 7 a 25. La corteza es de color gris claro con un olor similar al repollo. La moca está adaptada a una gran variedad de sitios y produce una cosecha abundante de semillas. El árbol ha sido usado como sombra en cafetales y produce una madera de alta calidad para la ebanistería.

HABITAT

Area de Distribución y de Naturalización

La moca crece en las Indias Occidentales desde Cuba (48), Jamaica (1) y la República Dominicana (46), a través de las Antillas Menores (5) hasta Trinidad (4, 36, fig. 1). Se le puede encontrar también desde el centro de México (13, 40, 44), Honduras (50) y Costa Rica (24) hasta Venezuela (41), Perú, Bolivia y Brasil (30). Más aun, es indígena a los cayos de la Florida y ha sido introducida al sur de la Florida. Se le puede también encontrar en ocho países del África Occidental tropical (25, 43), en donde fue introducida de la América Central (28).

La moca fue un componente de los bosques originales al pie de los cerros y de la planicie costera de Puerto Rico, llegando hasta aproximadamente los 150 m de elevación (53). Hoy en día es común en todo Puerto Rico, a excepción de las montañas más altas. Ocurre en áreas boscosas, a lo largo de cercas, las márgenes de los ríos y a la orilla de los caminos y en pastizales. En Guanacaste, Costa Rica, crece de manera natural a través de las tierras bajas y al pie de los cerros en la costa. Sin embargo, la deforestación ha limitado los árboles maduros a corredores de bosques, pastizales y cercas (27). En la República Dominicana es muy común en las áreas boscosas y en sus márgenes, a menudo en bosques secundarios (1).

Clima

La moca está adaptada a una variedad de regímenes climáticos que carecen de heladas, fluctuando desde semi-húmedo a través de húmedo hasta muy húmedo. En Puerto Rico, la moca crece en áreas en donde las temperaturas anuales promedio son de 23 a 25 °C (9). En otras partes de las Islas del Caribe, la moca se encuentra en áreas en donde las temperaturas anuales promedio varían desde 22 a 26 °C. En las áreas continentales en donde crece la moca, las

temperaturas anuales promedio se asemejan a aquellas del Caribe.

La precipitación anual promedio en Puerto Rico, el resto de las Antillas y Trinidad, va desde 900 hasta más de 3000 mm por año. En Costa Rica la moca se registró en bosques muy húmedos en donde la precipitación anual promedio es de 4000 mm por año. Dos años específicos tuvieron una precipitación de 2900 y 5600 mm por año (19). Se le encontró también en los bosques secos de Costa Rica en donde la precipitación anual promedio es de 1530 mm por año, con extremos de 1000 y 2260 mm por año. En los bosques secos de Colombia y Venezuela en donde crece la moca, la precipitación anual promedio varía entre 1000 y 1800 mm por año (15, 16).

Suelos y Topografía

La moca crece en una variedad de suelos. En México se le puede encontrar en suelos arenosos a la vez que en arcillas pobremente drenadas (40). En Cuba fue observada en la costa sur en valles profundos no expuestos hacia el mar y a elevaciones que van desde el nivel del mar hasta casi 1,000 m (48). En las condiciones relativamente secas de la isla de



Figura 1.—Distribución de la moca, *Andira inermis*, en los trópicos.

Saint John, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, la moca se encontró en hondonadas húmedas desde cerca del nivel del mar hasta 330 m de elevación (59). En las Guayanas, la moca crece por lo general en pantanos y bosques cenagosos (32).

Cobertura Forestal Asociada

Debido a que la moca está adaptada a una variedad de sitios, crece en varios tipos de bosque junto con numerosas especies a través de su distribución (tabla 1). En las Antillas Menores, la moca se registró en bosques siempreverdes secos y estacionales (5). En Nicaragua se le encontró en bosques pluviales siempreverdes de tierras bajas (51) y en Costa Rica, en bosques tropicales secos, tropicales húmedos, tropicales muy húmedos y premontanos húmedos (23, 29, 45). La moca se encontró también en los bosques tropicales secos de Colombia y Venezuela (15, 16).

En Puerto Rico, la moca es un componente común de la mayoría de los bosques secundarios, considerándose como cuarta en el área basal total (6). Crece principalmente en los bosques subtropical húmedo y muy húmedo (17), pero se ha registrado también en los bosques subtropicales secos (30). En las elevaciones más bajas en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico, la moca es relativamente poco común (49, 54), considerándose como la número 28 en la densidad de los tallos y como la número 25 tanto en el área basal y el volumen para todos los árboles muestreados en 4 ha de parcelas permanentes (7). En el bosque muy húmedo del Parque Nacional del Corcovado, Costa Rica, se le reportó también como relativamente poco común, promediando solamente 2.3 individuos maduros por hectárea (22).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores en forma de guisante de la moca, de color de rosado a morado, cada una de alrededor de 2 cm de largo y que duran solamente un día, se producen en panículas terminales y aparecen entre febrero y abril en el área de Guanacaste de Costa Rica (26, 27). La sincronización de la florescencia ocurre entre los miembros de una población. Cada árbol florece por un período de alrededor de 20 días, y la florescencia dura aproximadamente 30 días dentro de una población (20). En el área muy húmeda del Golfo Dulce de Costa Rica, las diferencias en la florescencia entre árboles de diferentes tamaños fueron aparentes. Los árboles maduros florecieron una vez durante marzo y abril; los árboles de menor tamaño florecieron dos veces, primero en marzo y abril y de nuevo en julio y agosto durante la estación seca de menor duración (2). En estudios fenológicos comparativos entre los bosques secos y muy húmedos en Costa Rica, la moca no mostró un período significativo de caducidad en el bosque muy húmedo, mientras que mostró una producción discontinua de nuevas hojas entre enero y junio y un período de florescencia en marzo (19). Esto se contrasta con el bosque seco, en donde la caída de las hojas y el rebrote foliar se concentraron durante noviembre y la florescencia ocurrió más que nada en febrero (19). En Trinidad, la florescencia se observó en abril y octubre (37).

Las frutas son unas vainas ovoides, verdes y de 2.5 a 4 cm de largo conteniendo una sola semilla venenosa (30). En Costa

Rica, las frutas se maduran desde la mitad de mayo hasta el final de junio. Las semillas están rodeadas de un hollejo grueso y fibroso, con una capa delgada de pulpa blanca y jugosa entre el hollejo y la epidermis de la fruta.

Se identificaron 4 familias, 9 géneros y 70 especies de abejas en las flores de la moca (20). A pesar de que estas especies no exhibieron mucho movimiento entre árboles de la misma especie, el movimiento se consideró como suficiente como para producir la polinización y resultar en la producción de fruta. Los estudios de polinización controlada en cinco árboles indicaron que la producción de frutas incipientes fue mucho mayor en flores con polinización cruzada que en flores con polinización abierta. Las flores auto-polinizadas produjeron unas pocas frutas, pero todas cayeron cuando todavía pequeñas, demostrando que la especie es auto-incompatible.

Producción de Semillas y su Diseminación.—La moca produce unas cosechas de semillas abundantes. En una muestra de 2.3 kg usada para determinar el peso de las frutas, las frutas promediaron 30 por kilogramo cuando frescas y 50 por kilogramo cuando secas. Los contenidos de humedad de la misma muestra fueron de 53 por ciento para la fruta fresca y 26 por ciento para la seca. Una prueba cortando 25 frutas mostró que todas contuvieron semillas.

En Trinidad, la dispersión de las semillas tuvo lugar primariamente a través de los murciélagos (37). Sin embargo, la regeneración natural no se consideró como buena, debido a que las plántulas parecieron no desarrollarse. En Costa Rica, los murciélagos fueron identificados como los principales consumidores y dispersadores de las frutas de la moca (21, 26). Los pericos del género *Aratinga* fueron también observados alimentándose de la pulpa. Una vez las frutas se encontraron en el suelo, los roedores de tamaño pequeño, las hormigas defoliadoras y varios otros insectos se alimentaron de la pulpa.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es hipogea (37). Las pruebas en Puerto Rico mostraron una germinación del 100 por ciento para 20 semillas sembradas inmediatamente después de la recolección. Para 20 semillas almacenadas en bolsas a temperatura ambiente y sembradas 6 semanas después, la germinación fue del 80 por ciento. En una prueba de vivero, se sembraron 100 semillas en parcelas bajo pleno sol y 100 semillas se sembraron en parcelas bajo sombra. Después de 3, 4 y 5 meses, las parcelas bajo pleno sol habían producido 36, 40 y 49 plántulas con unas alturas de 18, 28 y 32 cm, respectivamente. Las parcelas bajo sombra produjeron 13, 17 y 33 plántulas durante los mismos intervalos de tiempo, con unas alturas respectivas de 13, 28 y 36 cm.

La germinación de la moca en Puerto Rico fue listada por Marrero como moderadamente buena (33). En un experimento usando la siembra directa de semillas en el bosque húmedo de piedra caliza en Cambalache, se establecieron 100 puntos de siembra de la moca bajo sombra parcial, cada punto conteniendo 2 semillas. El lugar se desyerbó cuando fue necesario y el estrato superior se aclaró. Después de 5 años, las alturas variaron entre 0.6 y 1.2 m. Después de 10 años, la altura promedió 1 m, con una altura máxima de 1.5 m. El crecimiento fue excepcionalmente lento, la forma fue arbustiva y las plántulas en los sitios pobres fueron cloróticas. Debido a estos resultados pobres, la moca no fue considerada para la reforestación en Puerto Rico posterior a 1950 (34). Se reportaron resultados similares para

Tabla 1.—Especies principales de árboles asociadas con la moca, *Andira inermis*

País	Localidad	Elevación	Precipitación	Principales especies asociadas*	Referencia
		<i>m</i>	<i>mm/año</i>		
Colombia	Bosques tropicales secos	0-1100	1000-2000	<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Anacardium excelsum</i> , <i>Spondias mombin</i>	(15)
Costa Rica	Bosque pluvial siempreverde en tierras bajas	Planicies inundables	2500-5000	<i>Anacardium excelsum</i> , <i>Brosimum</i> spp., <i>Cedrela mexicana</i>	(2)
	Bosques pluviales montanos bajos	<600	>4000	<i>Brosimum utile</i> , <i>Coccoloba roseiflora</i> , <i>Vochysia</i> spp. Otras nueve asociaciones con numerosas especies	(2)
	Bosques tropicales secos	0-70	1000-2000	<i>Anacardium excelsum</i> , <i>Tabebuia pentaphylla</i> , <i>Pithecellobium dulce</i>	(23, 45)
	Bosques tropicales húmedos	35	2000-4000	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> <i>Pithecellobium saman</i> <i>Spondias mombin</i>	(23, 45)
	Bosques tropicales muy húmedos	140	>4000	<i>Brosimum utile</i> , <i>Calophyllum brasiliense</i> , <i>Hymenaea courbaril</i>	(23, 45)
Cuba	Pico Turquino	150-750	nd†	<i>Calophyllum antillanum</i> <i>Cordia alliodora</i> <i>Tabebuia pentaphylla</i>	(47)
	Costa Sur, valles profundos cerca de la costa	<150	nd	<i>Guarea guidonia</i> <i>Mastichodendron foetidissimum</i> <i>Petitia domingensis</i>	(48)
	Costa Sur, Monte Fresco	0-500	nd	<i>Cedrela mexicana</i> <i>Guarea guidonia</i> <i>Swietenia mahagoni</i>	(48)
	Pendientes al Norte y Sur	150-900	nd	<i>Cedrela mexicana</i> <i>Guarea guidonia</i> <i>Prunus occidentalis</i>	(48)
	Sierra de Nipe	0-1000	1000-1500	<i>Nectandra coriacea</i> <i>Calophyllum antillanum</i> <i>Guarea trichiloides</i>	(10)
Antillas Menores	Varias Islas	<200	2000	<i>Nectandra coriacea</i> <i>Terminalia catappa</i> <i>Bursera simaruba</i>	(5)
México	Chiapas	200-600	1700-1900	<i>Calophyllum brasiliense</i> <i>Licania sparsipilis</i> <i>Ceiba pentandra</i> en áreas inundadas	(44)
				<i>Hymenaea courbaril</i> <i>Nectandra globosa</i> <i>Ficus glabrata</i> en suelos profundos cerca de ríos	(44)

Tabla 1.—Especies principales de árboles asociadas con la moca, *Andira inermis* - continuación

País	Localidad	Elevación	Precipitación	Principales especies asociadas*	Referencia
		<i>m</i>	<i>mm/año</i>		
Nicaragua	Bosque pluvial siempreverde de tierras bajas	nd	nd	<i>Carapa nicaraguensis</i> <i>Dipteryx panamensis</i> <i>Terminalia amazonia</i>	(51)
Puerto Rico	Sierra de Luquillo	150-500	3000+	<i>Dacryodes excelsa</i> , <i>Sloanea berteriana</i> , <i>Manilkara bidentata</i>	(7)
	Bosque secundario	0-400	1500-2000	<i>Inga vera</i> , <i>Guarea guidonia</i> , <i>Cecropia schreberiana</i>	(6)
Trinidad	Selva veranera	0-250	1800-3000	<i>Carapa guianensis</i> <i>Eschweilera subglandulosa</i> Asociación: siempreverde ordenada como la 8° a la 28° en densidad de tallos en 6 ecotipos como un árbol emergente	(4)
	Selva semidecidua	Pendientes bajas	<1500	<i>Peltogyne porphyrocardia</i> : Asociación: ordenada como la 15° a la 38° en densidad de tallos en 4 ecotipos como un árbol del estrato superior	(4)
	Selva veranera decidua	Montañosa	1100-1500	<i>Bursera simaruba</i> <i>Lonchocarpus punctatus</i> Asociación: ordenada como 18° en densidad de tallos en un ecotipo como un árbol emergente	(4)
	Selva veranera montana	>500	precipitación alta, nebuloso	<i>Inga macrophylla</i> - <i>Guarea guidonia</i> : Asociación ordenada como 36° en densidad de tallos como un árbol del estrato inferior	(4)
Venezuela	Bosques tropicales secos	400-1000	1000-2000	<i>Spondias mombin</i> <i>Tabebuia</i> spp., <i>Cassia</i> spp.	(16)

* Sólo unas pocas especies asociadas se han listado para cada sitio; la mayoría de las listas de especies en las referencias son extensas.

† La información no proporcionada en las columnas o filas no se encuentra disponible.

Trinidad, en donde las plántulas persistieron después del trasplante, pero no crecieron bien (37).

En los bosques muy húmedos de Corcovado, Costa Rica, fue aparente que la mortalidad de los brinzales de moca fue mayor que la mortalidad de las plántulas (22). Se sugirió que este fracaso de una porción substancial de la población de los brinzales en sobrevivir hasta la madurez podría atribuirse a la pérdida de vigor y resistencia asociadas con el alcance de la madurez reproductiva. Los árboles del sotobosque producen característicamente una gran florecencia a una edad temprana.

Reproducción Vegetativa.—La moca rebrota medianamente bien al ser cortada, pero no produce vástagos radicales (37).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La información sobre el crecimiento de la moca es escasa. Después de 9 años, las plántulas sembradas en Puerto Rico tuvieron un crecimiento en altura promedio de solamente 0.2 m por año y un

crecimiento en diámetro promedio de 0.28 cm por año (tabla 2). En los bosques secundarios, el crecimiento en diámetro varió entre 0.10 y 0.16 cm por año. Ninguna de las clases de copa mostraron un incremento acelerado. En Trinidad, la moca se reportó como de crecimiento lento en las etapas iniciales, promediando aproximadamente 0.8 m por año durante los primeros 3 años (37).

Comportamiento Radical.—La moca tiene raíces moderadamente profundas (37). En un censo de sistemas radicales en el bosque tabonuco de Puerto Rico, se encontraron nódulos de gran tamaño en la moca (14). Debido a que esta especie es una leguminosa, se asumió que los nódulos servían para la fijación de nitrógeno.

Reacción a la Competencia.—La moca es moderadamente tolerante a la sombra (40). Requiere de sombra para su germinación y, aunque es tolerante a la sombra durante su crecimiento, se desarrolla mejor en claros en el dosel forestal (22). En Trinidad, en donde se han efectuado investigaciones detalladas sobre la distribución arbolar en varios tipos diferentes de bosques, la moca se consideró como un árbol relativamente poco común (4). Más

Tabla 2.—Información sobre el crecimiento para la moca, *Andira inermis*

País	Localidad	Elevación	Precipitación	Supervivencia	Duración	Crecimiento promedio		Comentarios	Referencia
						Altura	D.a.p.		
		<i>m</i>	<i>mm/año</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Años</i>	<i>m/año</i>	<i>cm/año</i>		
Puerto Rico	Guajataca	300	1900	moderada	9	0.2	0.28	Arboles plantados en pendientes bajas en cerros de piedra caliza	(34)
Puerto Rico	Bosques secundarios	0-600	1000-2000	nd*	5	nd	0.16	Los incrementos en d.a.p. en cm/año por clase de copa para 43 árboles en bosques secundarios fueron: 0.11 para dominantes, 0.18 para codominantes, 0.18 para intermedios y 0.15 para árboles pequeños sin clasificar	(58)
Puerto Rico	Bosques secundarios	40	1900	nd	32	nd	0.10	Para tres árboles de 5 a 8 cm en d.a.p.	(60)

* La información no proporcionada en las columnas o filas no se encuentra disponible.

aun, la especie se registró como una emergente en siete ecotipos de dos asociaciones, como un árbol del estrato superior en cuatro ecotipos de otra asociación y como un árbol del estrato inferior en aun otra asociación (tabla 1). En Costa Rica se registró en el dosel superior en los bosques estacionalmente muy húmedos, mientras que en los bosques perennemente muy húmedos fue una especie del sotobosque (22). La moca alcanza también el dosel tanto en los bosques secundarios de Puerto Rico como también, ocasionalmente, en los bosques muy húmedos sin perturbar de la Sierra de Luquillo.

La moca se ha usado como sombra en cafetales en Puerto Rico (6, 35). Dado su valor como una especie maderera, se sugirieron los entresacados como una manera de mejorar su crecimiento potencial y el de otras especies madereras encontradas en cafetales abandonados (57).

Agentes Dañinos.—Las porciones de las trozas de moca conteniendo la albura son muy susceptibles a la descoloración por los hongos que manchan la albura. La albura es también susceptible al ataque por la carcoma y los escarabajos de polvo de salvadera (powder-post beetles, *Lyctus* sp.) y carece de resistencia a las termitas (12, 29, 31, 32). El duramen es resistente al ataque por los hongos de la descomposición e insectos, pero es sólo moderadamente resistente a las termitas de la madera seca (8, 12, 31, 39, 62).

En Costa Rica, la madera de la moca se reportó como durable, como resistente a la descomposición cuando se encuentra en contacto con el suelo o el agua, resistente a los ataques por insectos (2) y moderadamente resistente a la polilla de mar (31). Sin embargo, se observó la depredación por el gorgojo de las semillas *Cleogonus* spp., en particular bajo los árboles maternos (26). En Trinidad, la moca se reportó como libre de enfermedades importantes, a pesar de que a menudo las semillas fueron perforadas por una mosca de la fruta (37). Los ratones de campo a menudo cortaron los tallos de muchas de las plántulas en Puerto Rico (30).

La moca ha sido dañada por los huracanes en Puerto Rico. El Huracán de San Felipe de 1928, una tormenta muy

destruictiva, causó la defoliación, la quiebra de las copas y el rajado de los troncos en diferentes áreas de la isla (3). La moca, sin embargo, mostró resistencia a los vientos con el Huracán Santa Clara, una tormenta comparativamente moderada, que pasó sobre Puerto Rico en 1956 (56).

USOS

La moca es dura, pesada (con un peso específico de 0.64 g por cm³), de textura más bien gruesa, resistente y fuerte (2, 41). La madera se seca a una tasa moderada sin una degradación seria y se puede trabajar con facilidad tanto a mano como con maquinaria (31). Unas bandas alternas de fibras oscuras y claras le dan a la madera una apariencia atractiva, pero dificultan el cepillado para alcanzar una superficie lisa (12, 32). Los clavos penetran la madera con facilidad y la madera se encola satisfactoriamente y se acaba bien, pero carece de lustre.

En los trópicos americanos, la moca se usa para muebles y ebanistería de alta calidad debido a su fibra y a su color atractivo. Otros usos incluyen los artículos torneados, puntas de tacos de billar y ruedas para carretones, pilotes, traviesas de ferrocarril, vigas de puentes y otras construcciones pesadas (2), mangos de sombrillas y bastones, carpintería, vehículos y botes (30), chapa decorativa y pisos de parqué (12). Debido a que la madera carece virtualmente de resonancia, es particularmente apropiada para gabinetes de radio y televisión (31).

En Puerto Rico, la moca se usó en el pasado para muebles y ebanistería, pero cuando los árboles de mayor tamaño cesaron de estar disponibles, se usó para postes de cerca y para el alambrado eléctrico (30, 55). En un estudio para determinar la penetración de los preservativos para mejorar la durabilidad de los postes, los tallos de moca de 1.3 m de largo por 8 cm de diámetro se bañaron por 120 horas en una solución de pentaclorofenol al 5 por ciento en aceite diesel (52). Los resultados mostraron que los tallos absorbieron 0.36

kg por m³ de la solución.

La moca se recomendó como un árbol de ornamento debido a sus flores atractivas (61). Se ha sugerido además su uso como sombra en cafetales en donde también puede proveer de madera a las poblaciones rurales (38).

La corteza se ha usado como un antihelmíntico, un purgativo y un narcótico, pero es un veneno peligroso en dosis grandes (11). Las semillas contienen un alcaloide venenoso (2, 43, 50). La planta ha sido también implicada en la muerte repentina del ganado en Cuba (18). Se reporta que el humo de la madera es injurioso a los ojos (30).

GENÉTICA

Allen (2) opinó que el género *Andira* necesitaba ser revisado y observó que es posible que existan dos especies presentes en el Golfo Dulce de Costa Rica. Observó que algunos de los árboles más pequeños tenían unas panículas mucho más grandes de flores más oscuras que los árboles más grandes, y observó también que los árboles más pequeños tenían dos temporadas de florescencia mientras que los árboles de mayor tamaño florecían una sola vez al año. Estas características, sin embargo, podrían atribuirse a las diferencias en tamaño. Dadas la variedad de hábitats y la distribución considerable de la moca, es posible que existan variedades e incluso diferentes especies.

La moca previamente se conoció como *A. jamaicensis* (W. Wright) Urban, *Geoffroya inermis* W. Wright (30) y *Lonchocarpus staudii* Harms (25). De Martinique y Guadeloupe se reporta una especie estrechamente relacionada, *A. racemosa* (32).

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of West Indies. 848 p.
2. Allen, Paul H. 1956. The rain forests of Golfo Dulce. Gainesville, FL: University of Florida Press. 417 p.
3. Bates, C.Z. 1929. Efectos del huracán del 13 de septiembre de 1928 en distintos árboles. Revista de Agricultura de Puerto Rico. 23: 113-117.
4. Beard, J.S. 1946. The natural vegetation of Trinidad. Oxford, England: Clarendon Press. 152 p.
5. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
6. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Res. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
7. Briscoe, C.B.; Wadsworth, F.H. 1970. Stand structure and yield in the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 70-89. Capítulo B-6.
8. Bultman, John D.; Southwell, Charles R. 1976. Natural resistance of tropical American woods to terrestrial wood destroying organisms. Biotropica. 8(2): 71-95.
9. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and U.S. Virgin Islands. Climatography of the United States 60-52. Silver Springs, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Sciences Administration, Environmental Data Service. 29 p.
10. Carabia, J.P. 1945. The vegetation of Sierra de Nipe, Cuba. Ecological Monographs. 15: 323-341.
11. Combs, R. 1897. Some Cuban medicinal plants. Pharmacological Reviews. 15: 87-91.
12. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
13. Echenique-Manrique, Ramón. 1970. Descripción, características y usos de 25 maderas tropicales mexicanas. Cuidad de México, México: Talleres de Offset Virginia, S.A. 237 p.
14. Edmisten, Joe. 1970. Survey of mycorrhiza nodules in the El Verde forest. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 15-20. Capítulo F-2.
15. Espinal T., Luis Sigifredo; Montenegro, Elmo M. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" Departamento Agrológico. 201 p.
16. Ewel, John J.; Madriz, Arnaldo. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Caracas, Venezuela: Ministerio de Agricultura y Cría, Dirección de Investigación. 265 p.
17. Ewel, John J.; Whitmore, Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
18. Figueroa, Vilda; Sutherland, T.M. 1972. "Muerte súbita" (sudden death) in cattle. 5. The role of toxic plants. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 6: 53-59.
19. Frankie, Gordon W.; Baker, Herbert G.; Opler, Paul A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. Journal of Ecology. 62: 881-919.
20. Frankie, Gordon W.; Opler, Paul A.; Bawa, Kamaljit S. 1976. Foraging behaviour of solitary bees: implications for outcrossing of a neotropical forest tree species. Journal of Ecology. 64: 1049-1057.
21. Heithaus, E. Raymond; Fleming, Theodore H.; Opler, Paul A. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. Ecology. 56: 841-854.
22. Herwitz, S.R. 1981. Regeneration of selected tropical tree species in Corcovado National Park, Costa Rica. University of California Publications in Geography. 24: 1-109.
23. Holdridge, L.R.; Grenke, W.C.; Hatheway, W.H. [y otros]. 1971. Forest environments in tropical life zones: a pilot study. New York: Pergamon Press. 747 p.
24. Holdridge, L.R.; Poveda A., L.J. 1975. Árboles de Costa Rica. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical. 546 p. Vol. 1.
25. Hutchinson, J.; Dalziel, J.M. 1958. Flora of west tropical Africa. London. England: The Whitefriars Press, Ltd. Vol. 1, Part 2: 296-828.
26. Janzen, D.H.; Miller, G.A.; Hackforth-Jones, J. [y otros]. 1976. Two Costa Rican bat-generated seed shadows of *Andira inermis* (Leguminosae). Ecology. 57: 1068-1075.
27. Janzen, Daniel H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. Evolution. 21: 620-637.
28. Kerharo, J.; Adam, J.G. 1964. Les plantes medicinales, toxiques et magiques des Niominka et des Soce des Iles du Saloum (Senegal). Acta Tropical (Supplementum 8): 279-334.

29. Lang, W.G. 1954. Forest utilization in St. Lucia, British West Indies. *Caribbean Forester*. 15(3-4): 120-123.
30. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
31. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. *Agric. Handb.* 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
32. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. *Agric. Handb.* 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
33. Marrero, José. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest: past experience as a guide for the future. *Caribbean Forester*. 9: 85-146.
34. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 11(3): 107-147.
35. Marrero, José. 1954. Especies del género *Inga* usadas como sombra del café en Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 15: 54-71.
36. Marshall, R.C. 1934. The physiography and vegetation of Trinidad and Tobago: a study in plant ecology. London, England: Oxford University Press. 56 p.
37. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London, England: Oxford University Press. 247 p.
38. Martorell, Luis F. 1953. ¿Cual árbol sembraré? *Caribbean Forester*. 14(3-4): 152-160.
39. Medina Gaud, Silverio; Martorell, Luis F.; Acin Díaz, Nilsa M. 1987. Comejenes de importancia económica en Puerto Rico y su control. *Boletín* 280. Río Piedras, PR: Universidad de Puerto Rico. 28 p.
40. Pennington, T.D.; Sarukhan, José. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 413 p.
41. Pittier, H. 1926. Manual de las plantas usuales de Venezuela. Caracas, Venezuela: Litografía del Comercio. 342 p.
42. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. *Timbers of the New World*. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
43. Record, Samuel J.; Mell, Clayton D. 1924. *Timbers of tropical America*. New Haven, CT: Yale University Press. 610 p.
44. Rzedowski, Jerzy; Huerta, Laura M. 1981. *Vegetación de México*. Ciudad de México, México: Editorial Limusa. 432 p.
45. Sawyer, John O.; Lindsey, Alton A. 1971. *Vegetation of the life zones in Costa Rica*. Indianapolis, IN: The Indiana Academy of Science. 214 p.
46. Schiffino, José. 1949. *Arboles de la flora Dominicana*. Cuidad Trujillo, República Dominicana: Editores Pol Hermanos. 111 p.
47. Seifriz, William. 1943. The plant life of Cuba. *Ecological Monographs*. 13: 375-426.
48. Smith, Earl E. 1954. *The forests of Cuba*. Maria Moors Cabot Foundation Publication 2. Petersham, MA: Harvard Forest; Cienfuegos, Cuba: Atkins Garden and Research Laboratory. 98 p.
49. Smith, Robert F. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican rain forest before and after shortterm gamma radiation. En: Odum, H.T.; Pigeon, R. F., eds. *A tropical rain forest*. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 103-140. Chapter D-3.
50. Standley, P.C. 1931. *Flora of the Lancetilla Valley Honduras*. Publ. 283, Botanical Series 10. Chicago, IL: Field Museum of Natural History. 418 p.
51. Taylor, B.W. 1963. An outline of the vegetation of Nicaragua. *Journal of Ecology*. 51: 27-54.
52. Tropical Forest Experiment Station. 1952. Twelfth annual report. *Caribbean Forester*. 13(1): 1-21.
53. Wadsworth, Frank H. 1950. Notes on the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900. *Caribbean Forester*. 11(1): 38-47.
54. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains, I. The setting. *Caribbean Forester*. 12(3): 93-114.
55. Wadsworth, Frank H. 1952. Forest management in the Luquillo Mountains, III. Selection of products and silviculture policies. *Caribbean Forester*. 13(3): 93-119.
56. Wadsworth, Frank H.; Englerth, O.H. 1959. Effects of the 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 20(1&2): 38-51.
57. Weaver, P.L.; Birdsey, R.A. 1986. Tree succession and management opportunities in coffee shade stands. *Turrialba*. 36(1): 47-58.
58. Weaver, Peter L.; Birdsey, Richard A. 1990. Growth of secondary forest in Puerto Rico between 1980 and 1985. *Turrialba*. 40 (1): 12-22.
59. Weaver, Peter L.; Chinea-Rivera, J.D. 1987. A phytosociological study of Cinnamon Bay watershed, St. John, U.S. Virgin Islands. *Caribbean Journal of Science*. 23(2): 318-336.
60. Weaver, Peter L.; Nieves, Luis O. 1978. Periodic annual dbh increment in a subtropical moist forest dominated by *Syzygium jambos* L. Alston. *Turrialba*. 28(3): 253-256.
61. Winters, H.F.; Almeyda, N. 1953. Ornamental trees in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 14(3 & 4): 97-105.
62. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indies drywood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 41: 259-311.

Previamente publicado en inglés: Weaver, Peter L. 1989. *Andira inermis* (W. Wright) DC. SO-ITF-SM-20. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p.

Quiero expresar mi gratitud a Leon H. Liegel, Environmental Protection Agency, Corvallis, Oregon, por sus valiosos comentarios.

Ariel E. Lugo y Julio Figueroa

Anthocephalus chinensis, conocido como kadam, es un árbol caducifolio de rápido crecimiento que se encuentra en los bosques en galería en su distribución natural en Asia. Existen más de 40 nombres comunes en Asia (3, 7, 10, 15, 16, 23, 25, 27, 56, 59, 64). Los árboles de kadam son conspicuos debido a sus amplias ramas decusadas con hojas grandes y enteras y a su copiosa producción de frutas fragantes, carnosas y comestibles. Siendo una especie pionera y de crecimiento rápido, tiene valor en la protección de áreas perturbadas (45), y su madera tiene muchos usos, excepto los estructurales o bajo condiciones expuestas (9, 11, 37).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La distribución natural del kadam en Asia se extiende desde las latitudes 10° S. hasta la 30° N. a través de la India, la península Malaya y sus archipiélagos, Nepal, Sri Lanka, Vietnam, Myanmar (Burma), Indonesia, Australia, Papua Nueva Guinea, las Filipinas y China (15, 16). A pesar de que el kadam crece bien a la orilla de los caminos y carreteras de Sabah (15), prefiere por lo general los bancos de los ríos entre los suelos frecuentemente inundados y las margas más secas periódicamente inundadas.

Clima

El kadam puede crecer bajo un amplio espectro de condiciones de precipitación (entre 150 y 5000 mm por año), con o sin una temporada seca pronunciada (52, 63). Sin embargo, crece mejor en las zonas de vida subtropical y tropical húmedas y tropical y subtropical montañas húmedas y pluviales (*sensu* Holdridge). La temperatura anual promedio en su hábitat natural varía entre 3.3 y 37.7 °C (63). Se reporta que el árbol es sensible a las heladas (20).

Suelos y Topografía

El kadam crece bien en las margas bien drenadas, húmedas y profundas y en los suelos aluviales con una fertilidad alta, desde 0 a 1,000 m sobre el nivel del mar. Ocurre también en las arcillas y las margas arcillosas derivadas de arcillas esquistosas, piedra arenisca y piedras lodosas (15). El kadam puede invadir los suelos intensamente alterados por las operaciones madereras y mantener su dominancia por alrededor de 40 a 50 años (36), pero no crecerá bien en los suelos pobres en nutrientes o de textura pesada y secos (15, 63). En las Filipinas se reportaron suelos muy compactados (1.8 kg/cm²) y una baja acumulación de hojarasca (236 g/m²) (33).

Cobertura Forestal Asociada

El kadam en una especie pionera en bosques en galería y en las tierras pantanosas ribereñas asociadas. Como una especie pionera, crece junto con otras especies sucesionales a la vez que con las dipterocarpos que eventualmente dominan los sitios (36). En las Filipinas, el kadam se asocia con *Octomeles sumatrana* y *Pterospermum* sp. y crece bien con *Albizia falcata* (8). En un bosque subtropical húmedo en la India, se reportó al kadam creciendo junto con otras 19 especies de árboles (51).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La florescencia comienza por lo general a los 4 ó 5 años, aunque existen reportes de árboles produciendo flores después de los 2.5 años de edad (8). Se han reportado temporadas de florescencia diferentes a través de la distribución del kadam: en la India tiene lugar de mayo a julio, la fruta madurando y cayendo entre enero y febrero (60); en Sabah, tiene lugar de junio a septiembre, la fruta madurando entre diciembre y febrero (15, 47); en las Filipinas ocurre entre abril y junio, la fruta madurando entre septiembre y febrero (8, 37), y durante septiembre en Sri Lanka (64). Las abejas se ven atraídas a las flores entomófilas, sésiles y pequeñas. Estas aparecen en bolas redondeadas y pedunculadas, cada una separada de las otras (7). Las frutas son múltiples, compuestas de cápsulas minúsculas que se rajan en cuatro partes revelando unas semillas diminutas. Las numerosas cápsulas se forman en la cabezuela o bola de la fruta, la cual es más bien carnosa (7). Las frutas maduras son de un color de amarillo a amarillo anaranjado, son fragantes y contienen aproximadamente 8,000 semillas.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas de kadam son muy pequeñas [20,000 semillas por gramo (15); 17,000 semillas por gramo, secadas al aire (47)]. La dispersión de las semillas ocurre cuando las frutas se encuentran aún en el árbol, a través de las aves y los murciélagos, y después de haber caído, por medio del ganado, las hormigas y otros animales (15, 47).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en el kadam es epigea (60). Las semillas recién extraídas han germinado extremadamente bien en los viveros sin necesidad de una maduración posterior o de un almacenamiento en frío. Las semillas han germinado también sobre papel de seda esterilizado, sobre un medio de germinación de tierra arenosa y vermiculita (61) y en una mezcla de tierra y arena irrigada por medio de acción capilar (21). En la sombra, se han germinado 6,646 plántulas por cada gramo de semillas pu-

ras (21). Bajo pleno sol y con una irrigación por aspersión, 2,825 plántulas por gramo de semillas puras germinaron con una supervivencia del 89 por ciento después de 12 semanas (21).

Se han descrito métodos para la extracción de las semillas usando una serie de maceración en agua, secado, golpeo repetido y decantado y repitiendo el proceso a través de una serie de cribas (45, 47). Las semillas secas se pueden extraer sin necesidad de irrigación o de secado artificial (61).

Las semillas almacenadas por dos años en contenedores herméticos entre 5 y 10 °C rindieron una buena germinación (47). En el mismo estudio se obtuvo una germinación pobre cuando el almacenamiento fue de menos de 6 meses. Se ha reportado que la germinación bajo sol pleno ocurre de 4 a 16 días después de la siembra, con un máximo en la germinación entre 7 y 14 días (21, 47). Las semillas pueden ser extraídas con una pureza del 98 por ciento y una germinación del 90 por ciento (61) usando una modificación (extracción en seco) de los métodos proporcionados en 21 y 47.

Se puede utilizar el mismo procedimiento de vivero normalmente usado para *Eucalyptus* en el caso del kadam (47). Los semilleros de germinación deberán ser irrigados de 2 a 3 veces al día con un rocío fino. Cuando las plántulas alcanzan 2.5 cm de altura (después de 3 a 4 semanas) y tienen de 2 a 3 pares de hojas, se pueden transplantar a contenedores provisionales como preparación para el plantado final. La sombra deberá entonces disminuirse a aproximadamente el 50 por ciento de la luz solar plena. El plantado tiene lugar 3 meses después del trasplante provisional. Otro estudio mostró que la sombra se puede reducir a un 30 por ciento durante la germinación y que las plántulas se pueden transplantar después de 25 días, cuando tienen 2.5 cm de alto (61).

Se han registrado hasta 45,000 plántulas/ha bajo condiciones de regeneración natural y un mayor número ha ocurrido en las huellas de tractores y en suelo perturbado (15). En el campo, la germinación de las semillas viejas fue mejor bajo sol pleno, mientras que las semillas jóvenes germinaron bajo una sombra del 25 por ciento; en ambos casos, la germinación tomó 3 semanas (15).

Las plántulas son sensibles a la sequía (60) y necesitan un irrigado frecuente. Poseen estomas en ambos lados de las hojas [42 estomas/mm² en el lado superior y 525 estomas/mm² en el lado inferior (54)]. La fotosíntesis diurna neta máxima y promedio es de 0.29 y 0.20 gC/m²/hora, respectivamente y las tasas nocturnas de respiración son bajas (de 0.1 gC/m²) (31).

La respuesta de las plántulas a los fertilizantes es variable. Algunas plántulas aumentaron su tasa de crecimiento en altura cuando abonadas, mientras que otras no respondieron o se vieron inhibidas (65). Las plántulas en bolsas plásticas crecieron más rápidamente que aquellas en contenedores metálicos, aunque el crecimiento en los contenedores metálicos fue aceptable (48). Las plantaciones establecidas con plántulas de kadam con las raíces desnudas tuvieron una supervivencia del 90 por ciento y en 23 meses crecieron a una altura de 3.1 m a una elevación de 45.7 m sobre el nivel del mar y a una altura de 1.2 m a una elevación de 45.7 m sobre el nivel del mar (34).

Investigaciones inéditas en Puerto Rico utilizando plántulas de dos localidades en la provincia de Chittagong en Bangladesh y una en Malasia, mostraron que la procedencia de Malasia tuvo un mayor vigor ($p < 0.05$) que las dos proce-

dencias de Chittagong. La altura promedio de las plántulas de Malasia fue aproximadamente un 50 por ciento mayor (27.3 cm) que la de las plántulas de las dos procedencias de Chittagong, las cuales promediaron 18.1 y 18.7 cm cada una. Las plántulas de Malasia fueron notables por sus hojas de mayor tamaño y suculentas, además de su mayor vigor. Varias de las plántulas de Malasia sufrieron un ataque extenso por los insectos, pero el ataque no limitó su crecimiento. Sin embargo, en el campo las diferencias entre las procedencias no fueron significativas. En otros dos sitios en donde el estudio fue replicado, las plantaciones fracasaron después de 2 años debido a la competencia con las malas hierbas.

Reproducción Vegetativa.—Las plántulas de kadam rebrotan vigorosamente al ser cortadas (3, 15, 25). A pesar de que el rebrote ocurrirá en las plantas de hasta aproximadamente 30 cm de diámetro, los mejores resultados se obtienen en tocones de 1 cm de diámetro (15).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El kadam ha sido celebrado como un árbol “maravilla” o “milagroso” (37), en parte debido a su alta tasa de crecimiento. Las tasas de fotosíntesis diurna neta para las hojas maduras pueden ser de 1.6 a 14 veces más altas que las de la respiración nocturna (44). La relación de la asimilación [la fotosíntesis bruta máxima

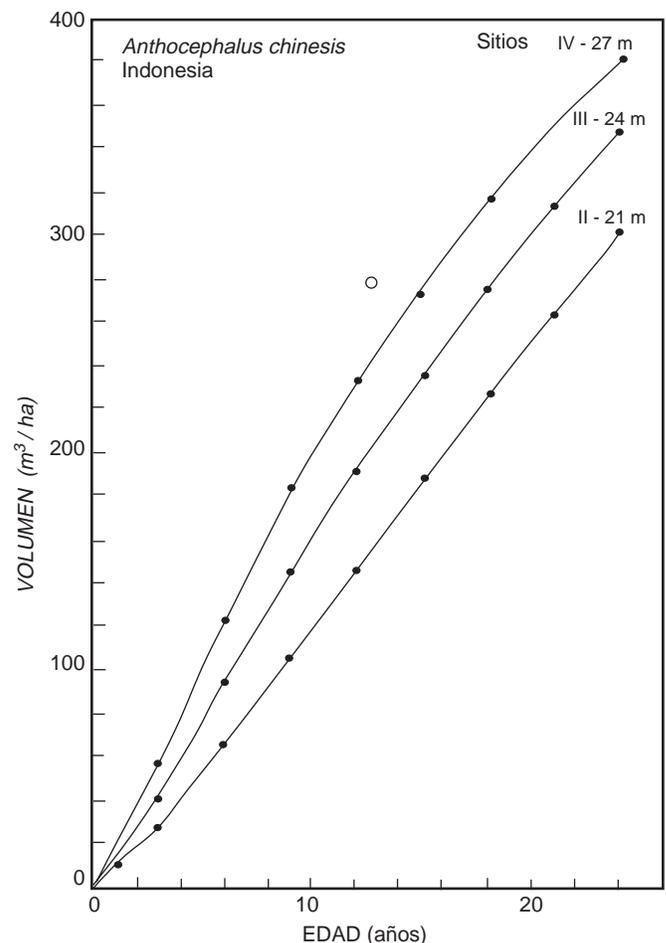


Figura 1.—Volumen en las plantaciones de *Anthocephalus chinensis* de edades variadas. La información procede de las referencias 55 y 32 (círculo abierto).

(1.2 g/m²/día)/clorofila A (0.378 g/m²) fue muy alta, de 3.3 por día (44). La pérdida de agua a través de la transpiración varió entre 200 y 640 gH₂O/m²/día (44).

El árbol forma contrafuertes bajo condiciones inundadas, pero no en las áreas bien drenadas. Sin embargo, entre el 60 y el 80 por ciento de su fuste recto y cilíndrico carece de ramas. El ahusamiento a los 5 m fue de más de 0.8 y hasta de 0.89 en los sitios favorables en Puerto Rico (32). El kadam exhibe un crecimiento monopodial, presenta una autopoda y tiene una copa bulbosa, aplastada y ancha (22). La altura arbórea promedio es de alrededor de 15 a 30 m y el diámetro del árbol en su madurez varía entre 30 y 60 cm (10). Una característica de la especie es la variabilidad de su crecimiento dentro de un rodal (8, 63). Los diámetros pueden mostrar también unas grandes variaciones dentro de las plantaciones de una edad uniforme (53). Esto se atribuye a su reacción a la variabilidad en la fertilidad del suelo y a su variabilidad genética (63).

El crecimiento promedio en altura varía entre 1.8 a 3.0 m/año durante los primeros 5 años, disminuyendo a entre 0.2 a 0.9 m/año después de 25 años (32, 55). En Puerto Rico, la altura máxima se alcanza entre los 10 y 20 años y algunos árboles en sitios pobres desarrollan una torcedura del tronco en espiral después de aproximadamente 7 años de crecimiento (32).

El incremento en el volumen varía entre 12 y 30 m³/ha/

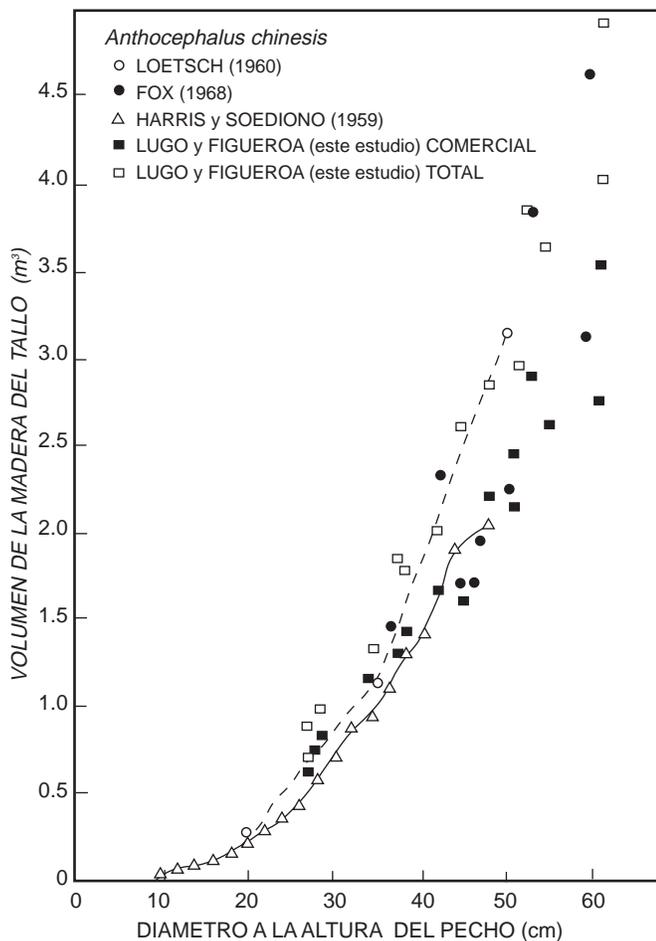


Figura 2.—Relación entre el diámetro arbóreo individual a la altura del pecho y el volumen en plantaciones de *Anthocephalus chinensis* ubicadas en varias partes a nivel mundial (32).

año durante los primeros 12 años (32, 55) y el volumen aumenta de manera casi lineal con la edad (fig. 1). Las diferencias en el rendimiento en el volumen en los rodales de diferentes países se ilustran en la figura 2. Para los árboles de pequeño tamaño, existe una consistencia entre todos los diferentes estudios en cuanto a la relación entre el diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) y el volumen. Una plantación de kadam en Puerto Rico acumuló 11.5 t de materia seca/ha/año, de la cual el 73 por ciento fue madera del tallo. Las regresiones para el volumen y la biomasa arriba de la superficie del terreno en relación al d.a.p. se resumen en la tabla 1.

En Sabah, el crecimiento en el diámetro durante los primeros años alcanzó los 7.6 cm por año en los buenos sitios y disminuyó a entre 1.3 y 3.8 cm por año después de 3 años (5). Las tasas de crecimiento disminuyen después de aproximadamente 10 años en los sitios pobres (15, 32). En Puerto Rico, el crecimiento en el diámetro disminuye también después de entre 5 y 10 años, pero no el crecimiento en el área basal en los sitios favorables. Por ejemplo, el crecimiento en el área basal en un sitio fue de más de 100 cm² por año por 25 años y permaneció positivo después de 52 años (32). En la India, el crecimiento es insignificante entre la segunda semana de octubre y la segunda semana de noviembre (51).

Comportamiento Radical.—El sistema radical tiene la tendencia a ser superficial (44), a pesar de que el kadam desarrolla también una raíz pivotante en los suelos bien drenados (24, 44) y raíces de “zanco” (puntales) cuando se encuentra bajo condiciones inundadas (15). La biomasa radical de un árbol de 2 años (con un d.a.p. de 15.9 cm) fue del 20 por ciento de su biomasa total, o 6.2 kg (44).

Reacción a la Competencia.—El kadam es intolerante a la sombra y no crece bien bajo su propio dosel (15). Los estudios sobre el intercambio de gases en las plántulas de kadam (31) y en las hojas maduras del mismo (44) han demostrado que la fotosíntesis diurna neta está relacionada de manera positiva a la intensidad de luz.

En los rodales densos, el crecimiento del kadam es achaparrado (15). En las Filipinas, los espaciamientos estrechos (de 1.0 por 1.5 m) resultaron en unos mayores rendimientos en el volumen, a pesar de que los árboles tuvieron unos diámetros menores y una longitud mercantil de la madera más pequeña (35). Se obtuvieron una mejor forma y un crecimiento

Tabla 1.—Biomasa arriba de la superficie y relación del volumen para 14 árboles de *Anthocephalus chinensis* en Puerto Rico. La edad de la plantación fue de 12.5 años. Las ecuaciones son de la forma: $\ln y = a + b \ln x$, en donde $x = d.a.p.$ en cm. Todas las relaciones F son significativas hasta $p = 0.01$ (32).

Y	a	b	r ²	Relación F
Biomasa total, kg	- 2.25	2.42	0.97	434
Biomasa del tallo, kg	- 1.81	2.22	0.97	389
Biomasa de las ramas primarias, kg	- 8.08	3.48	0.88	86
Biomasa de las ramas secundarias, kg	- 5.80	2.60	0.84	62
Biomasa foliar, kg	- 4.02	2.03	0.79	44
Biomasa de los frutos, kg	- 11.30	3.69	0.73	32
Volumen total, m³	- 7.16	2.12	0.98	569
Volumen comercial, m³	- 6.67	1.92	0.97	463

inicial más rápido con un espaciamiento de más de 2 por 1 m, pero el volumen total disminuyó (fig. 3, 50). En la India, el espaciamiento no influenció el rendimiento en el volumen en un sitio pobre (52). Sin embargo, la supervivencia fue mejor con unos espaciamentos más amplios y los espaciamentos rectangulares rindieron un mejor crecimiento que los cuadrados. Durante experimentos efectuados en Puerto Rico se midieron unas tasas de crecimiento mayores en las plantaciones en hileras (de 3 por 7.6 m) y con un espaciamiento amplio (de 3 por 3 m) (32). Los árboles con unos espaciamentos de 0.76 por 0.76 m crecieron de manera pobre (32).

Agentes Dañinos.—Los reportes del ataque por el nemátodo de las raíces *Meloidogyne incognita* en el kadam pusieron en evidencia la vulnerabilidad de este árbol “milagro” (46). Estos ataques causan un color amarillo en las hojas, unas raíces deformadas y quebradizas y un ensanchamiento del collar radical. En las Filipinas, el 97 por ciento de las provisiones de plántulas en el vivero se vió infectado por *M. incognita*, causando un menor tamaño en las plántulas, un menor peso (tanto en cuanto al tallo como al peso total) y un menor número de hojas que los controles (49). Se usó la fumigación del suelo con cierto grado de éxito con el objeto de aliviar esta enfermedad (19).

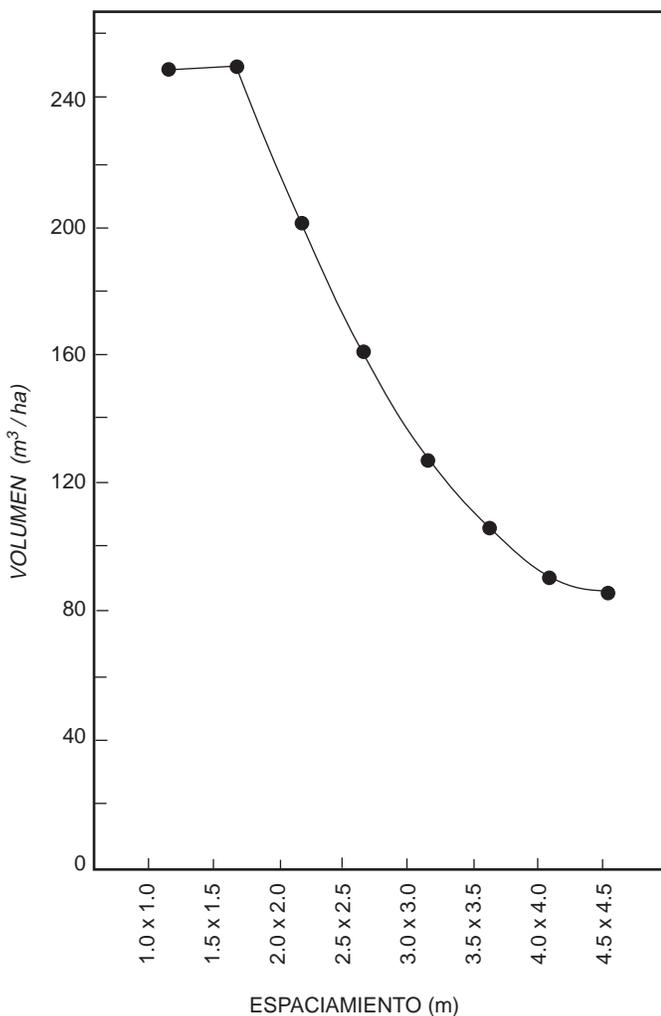


Figura 3.—Efecto del espaciamiento sobre el rendimiento en el volumen en plantaciones de *Anthocephalus chinensis* (35).

En Costa Rica, una enfermedad desconocida ocasionó el cese de las plantaciones de kadam en ese país (18). La enfermedad atacó sólo al kadam y aparentó ser una infección de las raíces. Su actividad no fue uniforme, exhibiendo una mortalidad temprana de las raíces nutricionalmente activas y un manchado de la albura y el tejido del cámbium, particularmente en el lado del árbol infectado. La enfermedad se observó por primera vez en 1967, 2.5 años después del plantado. Los árboles enfermos, los cuales murieron eventualmente, tuvieron unas hojas pequeñas y cloróticas que se cayeron rápidamente. Otros insectos y barrenadores también atacaron a los árboles moribundos. Eventualmente, más del 60 por ciento de la plantación murió. La enfermedad fue más severa en los suelos profundos y bien drenados y menos severa en los suelos anegados. El plantado de otras especies en el sitio no resultó en su infección. Se asoció a *Cylindrocladium parvum* con la enfermedad, pero las pruebas de inoculación fueron negativas. Ocurrieron unos reportes de una enfermedad similar en el kadam en Panamá, Trinidad y Colombia. La fuente de las semillas para estos países fue cinco árboles introducidos a Puerto Rico en 1930. Los árboles en Puerto Rico se encuentran libres de enfermedad, a pesar de que los tisanópteros (*Selenothrips rubrocinctus*) atacan los árboles y reducen su área foliar, pero sin ocasionar su muerte (6).

Unas plantaciones mixtas de un año de edad, con kadam y *Albizia falcata* en el este de Java se vieron atacadas por las larvas de los coleópteros *Lepidiota stigma*, *Leucopholis rorida* y *Holotrichia helleri*. Las raíces pivotantes se vieron dañadas y el collar radical se peló (24). Las infestaciones por *Mycena citricolor* (“ojo de gallo”), un hongo que ataca sólo al kadam y a los cafetos, se reportaron en Costa Rica (2). Se han reportado larvas de falenas que minan las hojas, escarabajos que se alimentan de las hojas y otros insectos en una plantación de 1 a 4 años de edad en las Filipinas (17).

En su hábitat natural, el kadam es susceptible a la defoliación, el ataque por los insectos y el sofocamiento por las enredaderas (15). Estos agentes causan el estancamiento del crecimiento y resultan en la formación de tallos ahusados. Tres tipos de orugas pueden causar la defoliación, la cual ocurre después de las lluvias, entre agosto y septiembre (58). Las plantas jóvenes se recuperaron rápidamente de la defoliación por la falena *Margaronia hilaralis* Wks, un defoliador piralídido común del kadam en Sabah (57). El uso de controles contra esta falena no son por lo normal necesarios. Sin embargo, el uso de un concentrado emulsificable (20%) de Gammexane al 0.05 por ciento en agua resultó en un buen control en los casos de defoliación excesiva. En la ausencia de defoliadores, las hojas por lo normal caen después de la primera sequía (7). Se encuentran disponibles detalles sobre partes del ciclo vital de los defoliadores y sus agentes de control natural (58).

USOS

Debido a que el kadam es una especie pionera de rápido crecimiento en áreas con una precipitación alta y a que puede invadir los sitios severamente perturbados, es una especie valiosa en términos de la protección que su amplio dosel brinda al suelo, las riberas de ríos y arroyos y las cuencas. Su rápido crecimiento lo hacen útil también para prevenir la invasión por enredaderas y malas hierbas en áreas taladas (45). La densidad de la madera del kadam varía entre 0.38 g

por cm³ en el pié del árbol hasta 0.55 g por cm³ en el madero distal (con un promedio de 0.45 g por cm³) (38). La madera es clara y porosa y se seca con facilidad. Sin embargo, no es ni fuerte como tampoco durable, estructuralmente hablando y no es adecuada para el uso en el exterior, sufriendo una descomposición rápida bajo condiciones húmedas en el suelo. El aserrado y el trabajado a máquina son fáciles y la madera se puede trabajar sin problemas hasta alcanzar un acabado fino (9, 11, 29, 37, 59). Se sugiere una rotación mínima de 15 años para la obtención de maderos y postes, aunque otros usos pueden requerir de unas rotaciones de 20 a 30 años (55).

La pulpa del kadam es fuerte y se compara favorablemente con la mayoría de las pulpas de maderas duras en el mercado, excepto en cuanto al desgarrar (42, 43). Se han desarrollado procedimientos para la extracción de la pulpa y sus usos (4, 12, 39, 40, 41, 56, 62). Se encuentran disponibles sinopsis de todos estos estudios, al igual que discusiones sobre las características de la pulpa y la madera del kadam (13).

La lista de usos para la madera del kadam es extensa. Entre estos se encuentran el tratamiento del bagazo de la caña de azúcar con carbón de madera (30), zapatos de madera, palillos para fósforos, triplex, lápices, el tallado en madera, cajas de empaque, la manufactura de tablillas, carretes, piraguas, canillas de tejedores, artículos torneados, vigas, chapa decorativa y otros (1, 15, 26, 28, 37, 59). Las flores del kadam se usan como ofrendas en los templos hindúes y las frutas se consumen en la India. El árbol se usa como forraje para el ganado y sus extractos se usan para hacer gárgaras, para usos aromáticos y para combatir las fiebres y los "malos espíritus".

GENÉTICA

El kadam está estrechamente relacionado a *Nauclea orientalis* L. (37) y se ve a veces confundido con *Chinchona succirubra* Pav. y *Nuclea horsfieldii* (45). Su crecimiento no uniforme en plantaciones de edad uniforme se puede deber a la variabilidad genética (63).

LITERATURA CITADA

- Barefoot, A.C.; Salehuddin, A.B.M. 1962. Variation of moisture in tropical veneer. *Empire Forestry Review* 41: 220-223.
- Bazan de Segura, C. 1969. Ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en kadam (*Anthocephalus cadamba*). *Turrialba*. 19(4): 553-554.
- Browne, F.G. 1955. *Forest trees of Sarawak and Brunei and their product*. Kuching, Sarawak: Government Printing Office. 369 p.
- Cabotage-Sauld, E.; Nicholas, P.M. 1967. Dissolving pulps from kaatoan bangkal. *Philippine Lumber*. Aug: 10-16.
- Commonwealth Forestry Institute. 1966. *Fast growing tropical tree species*. Ref. TT/5/1. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford. [Documento mimeografiado].
- Cordell, C.E.; Perry, P.J. 1976. *Insect and disease conditions—Puerto Rico and the United States Virgin Islands*. Rep. 77-1-2. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Area, State and Private Forestry, Forest Insect and Disease Management.
- Corner, E.J.H. 1951. *Wayside trees of Malaya*. Singapore: Government Printing Office. 772 p. Vol. 1.
- Chinte, F.O. 1971. *Silviculture studies of four pulpwood species*. *Philippine Lumber*. May: 8-26.
- Chudnoff, M. 1972. Void volume wood: An any-tree whole-tree use concept. *Forest Products Journal*. 22(6): 49-53.
- Chudnoff, M. 1979. *Tropical timbers of the world*. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 831 p.
- DaCosta, E.W.B.; Osborne, L.D. 1967. Comparative disease resistance of twenty-six New Guinea timber species in accelerated laboratory tests. *Commonwealth Forestry Review* 46: 63-74.
- Escolano, J.D.; Palmer, E.R. 1968. The evaluation of *Anthocephalus cadamba* for dissolving pulp. Rep. L-13. London: Tropical Products Institute, Ministry of Overseas Development. 15 p.
- Fenton, R.; Roper, R.E.; Watt, G.R. 1977. *Anthocephalus chinensis*. Lowland tropical hardwoods. An annotated bibliography of selected species with plantation potential. Wellington, New Zealand: External Aid Division, Ministry of Foreign Affairs: AC1-39.
- Fox, J.E.D. 1968. Some data on the growth of *Anthocephalus cadamba*. (Roxb.) Miq. in Sabah. *Malaysian Forestry*. 31(2): 89-100.
- Fox, J.E.D. 1971. *Anthocephalus chinensis*, the laran tree of Sabah. *Economic Botany*. 25(3): 221-233.
- Gamble, J.S. 1922. *A manual of Indian timbers*. London: Sampson, Law, Marston & Co. 866 p.
- García, M.L. 1960. *Insect pests of bangkal (Anthocephalus chinensis)*. Laguna, Philippines: Wood Preservation Report College, Forest Products Research Institute, University of the Philippines. 3(3): 1-12.
- Gibson, I.A.S.; Nylund, J. 1976. Sudden death, a disease of kadam (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq.). *Commonwealth Forestry Review*. 55(3): 219-227.
- Glori, A.V.; Postrado, B.T. 1969. Control of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* (Kofoid and white) Chitwood) on kaatoan bangkal (*Anthocephalus chinensis* (Lamk.) Rich. ex Walp.) by soil fumigation. *Res. Note* 3. Philippines: Reforestation Administration. 6 p.
- Griffith, A.L. 1945. Snowfall in Dehra Dun. *Indian Forestry* 71: 117-118.
- Grijpma, M.C.G. 1968. Germinación y supervivencia al repique de *Anthocephalus cadamba* Miq. *Turrialba*. 18(4): 409-415.
- Harris, I.M.; Soediono, J. 1959. Normal volume-table for *Anthocephalus cadamba* Miq. (Djabon). *Communication* 59. Indonesia: Forest Research Institute. 12 p.
- Hellinga, G. 1950. *Houtsoorten voor aanplant op bedrijfsgroote*. Tectona. 40: 179-229.
- Intari, S.E.; Natawiria, D. 1973. Hama vret pada pesemaian dan tegakan muda. *Laporan* 167. Bogor, Indonesia: Lembaga Penelitian Hutan. 22 p.
- Keith, H.G. 1947. *The timbers of North Bornea*. *Forest Records* 3. Sadakan, North Bornea: Forest Department. 154 p.
- Khan, S.A. 1963. *Pencil wood studies*. *Pakistan Journal of Forestry*. Oct: 367-369.
- Kraemer, J.H. 1945. *Native woods for construction purposes in the South China Sea region*. Washington, DC: Navy Department, Bureau of Yards and Docks. 277 p.
- Kumarasamy, K.; Balan Menon, P.K. 1966. Scope of the indigenous woods in match manufacture. *Malaysian Forestry*. 29(3): 133-139.

29. Laurico, F.M.; Bellosillo, S.B. 1966. The mechanical and related properties of Philippine woods. *Lumber*. 1966 Aug.-Sept.: 60-66H.
30. Laxamana, N.B. 1972. Activated kaatoan bangkal wood-charcoal treatment of sugarcane. *Basi*. II. *Philippine Lumber*. Apr.: 40-43.
31. Lugo, A.E. 1970. Photosynthesis studies of four species of rain forest seedlings. En: *A tropical rain forest*, Oak Ridge, TN. U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: p. I 81-I 102.
32. Lugo, A.E.; Figueroa, J.F. 1985. Performance of *Anthocephalus chinensis* in Puerto Rico. *Canadian Journal of Forest Research*. 15(3): 577-585.
33. Manubag, J.M. 1976. Litter weight and soil compaction under stands of *Anthocephalus chinensis*, *Swietenia macrophylla* and mixed dipterocarps. *Pterocarpus*. 2(1): 22-25.
34. Marrero, J. 1968. Survival and growth of bagged and bare rooted Honduras pine, cadam, and primavera. *Res. Note ITF-3*. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 4 p.
35. Maun, M.M. 1980. Survival and growth of kaatoan bangkal. *Sylvatrop*. *Philippine Forestry Research Journal*. 5(3): 213-220.
36. Meijer, W. 1970. Regeneration of tropical lowland forest in Sabah, Malaysia forty years after logging. *Malaysian Forestry*. 33(3): 204-229.
37. Monsalud, M.R.; López, F.R. 1967. Kaatoan bangkal a "wonder tree". *Lumber*. Jan.: 60-64.
38. Murphy, P.G.; Partadisastra, S. 1963. The physical properties of cadam (*Anthocephalus cadamba* Miq.). Syracuse, NY: New York State University, College of Forestry, Syracuse University, Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 29 p. [En prensa].
39. Najasapoetra, S. 1964. Pembuatan pulp djenis kaja daun dengan proses soda dingin. *Rimba Ind*. 9: 278-283.
40. Nicolas, P.M.; Ballon, C.H. 1968. Alkaline pulping of kaatoan bangkal. *Philippine Lumber*. Aug.: 22-28.
41. Nicolas, P.M.; Ballon, C.H. 1969. Cold-soda pulps from kaatoan bangkal. *Philippine Lumber*. March: 26A-26D.
42. Nicolas, P.M.; Navarro, J.R.; Ynalvez, L.A. 1964. Kraft pulping of some Philippine hardwoods. *Tappi*. 50(5): 113A-115A.
43. Nicolas, P.M.; Tadena, O.B. 1970. Bleached chemi-mechanical soda pulp from kaatoan bangkal (*Anthocephalus chinensis* Lamk. Rich. ex Walp.). *Philippine Lumber*. Oct.: 14-18.
44. Odum, H.T.; Lugo, A.E.; Cintrón, G.; Jordon, C. 1970. Metabolism and evapotranspiration of some rain forest plants and soil. En: *A Tropical Rain Forest*. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information. I 103-I 164.
45. Paa, N.F.; Gerardo, J.A. 1968. Silvical characteristics of kaatoan bangkal, *Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq. *Philippine Lumber*. 14(9): 57-63.
46. Padre, E.S. 1968. 'Miracle' tree is in trouble. *Philippine Lumber*. June: 14.
47. Pollard, J.F. 1969. A note on the nursery treatment of two species in Sabah. *Malaysian Forestry*. 32(3):269-71.
48. Ponce, S.A.; Griggma, P. 1970. Ensayo comparativo de cuatro tipos de recipientes para producción de plantas forestales. *Turrialba*. 20(3): 333-343.
49. Postrado, B.T.; Glori, A.V. 1968. Root-knot nematode: potential threat to kaatoan bangkal (*Anthocephalus chinensis* (Roxb.) Miq.) *Philippine Lumber*. Oct.: 40-41.
50. Shim, P.S. 1973. *Octomeles sumatrana* in plantation trials in Sabah. *Malaysian Forestry*. 36(1): 16-21.
51. Shukla, R.P.; Ramakrishnan, P.S. 1982. Phenology of trees in a subtropical humid forest in north-eastern India. *Vegetatio*. 49(2): 103-109.
52. Singh, S.P.; Purushottam, L. 1982. Effect of different spacing treatments on yield from *Anthocephalus chinensis* plantations. *Indian Forestry*. 108(12): 734-740.
53. Soeharlan, A. 1967. Preliminary stand table of *Anthocephalus cadamba* Miq. *Rimba Indonesia*. 12(1): 37-46.
54. Stephens, G.R. 1968. Assimilation by kadam (*Anthocephalus cadamba*) in laboratory and field. *Turrialba*. 18: 60-63.
55. Sudarmo, M.K. 1957. Tabel-Tegakan sementara dari *Anthocephalus cadamba* Miq. (jiabon) [Tabla preliminar de rendimiento de *Anthocephalus cadamba* (jiabon)]. *Communication 59*. Bogor, Indonesia: Forest Research Institute. 13 p. [En javanés con un resumen en inglés].
56. Tamolang, F.N.; Lindayen, T.M.; Meniado, J.; Zamuco, I. 1960. Kaatoan bangkal grows in Mt. Makiling. *Forest Leaves*. 12(4): 67-70.
57. Thapa, R.S. 1970. Bionomics and control of laran defoliator, *Margoronia hilaralis* Wkr. (Lepidoptera: Pyralidae). *Malaysian Forestry*. 33(1): 55-62.
58. Thapa, R.S.; Bhandari, R.S. 1976. Biology, ecology, and control of kadam defoliator *Arthroschista hilaralis* Walk (Pyralidae, Lepidoptera) in plantations in West Bengal. *Indian Forestry*. 102(6): 388-401.
59. Trotter, H. 1944. The common commercial timbers of India. Dehra Dun, U.P., India: Vasant Press. 289 p.
60. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, England; The Clarendon Press. 783 p. Vol. 2.
61. Venator, C.R.; Zambrana, J.A. 1975. Extraction and germination of kadam seed. *Res. Note ITF-14A*. Río Piedras, P.R.; U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 3 p.
62. Villanueva, E.P.; Escolano, J.O.; Bawagan, P.V. 1973. An evaluation of three-year old kaatoan bangkal (*Anthocephalus chinensis* Rich. ex Walp.) for printing and writing paper manufacture. *Philippine Journal of Forestry*. 22(1-4): 33-44.
63. Whitmore, T.C. 1975. *Tropical rain forests of the far east*. Oxford, England: Clarendon Press. 282 p.
64. Worthington, T.B. 1959. *Ceylon trees*. Colombo, Ceylon [Sri Lanka]: The Colombo Apothecaries Co., Ltd. 438 p.
65. Zabala, N.Q.; Manarpaac, V. 1968. The effects of fertilization on growth of kaatoan bangkal seedlings. *Philippine Lumber*. Aug.: 36-41.

Previamente publicado en inglés: Lugo, Ariel E.; Figueroa, Julio. [s.f.]. *Anthocephalus chinensis* (Lam.) A. Rich ex Walp. Kadam. SO-ITF-SM-1. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.

Araucaria heterophylla (Salisb.) Franco

Araucariaceae

Familia de las araucarias

John K. Francis

Araucaria heterophylla (Salisb.) Franco, conocido comúnmente como araucaria, es un árbol majestuoso con un follaje de un color verde intenso (fig. 1), nativo solamente a la isla de Norfolk en el Océano Pacífico (12). La especie hoy en día se cultiva extensamente como un árbol de ornamento a través de las áreas tropicales y subtropicales y se siembra en tiestos en las áreas templadas.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La isla de Norfolk, de donde la especie es originaria, es una pequeña isla situada en la latitud 29° S. en el Océano Pacífico, 1,450 km al este de Australia (fig. 2) (12). Desde el



Figura 1.—Una araucaria, *Araucaria heterophylla*, creciendo en Puerto Rico.

Araucaria, Norfolk Island-pine

descubrimiento de la isla en 1774, la especie se ha esparcido a través de todo el mundo. Se reporta que la araucaria se ha naturalizado en Queensland, Australia (15) y en Hawaii, a la vez que se ha cultivado con éxito en pruebas en Costa Rica (5) y Sudáfrica (12).

Clima

El clima de la isla de Norfolk es subtropical y uniforme. Los extremos de temperatura van desde 7 a 27 °C (2). La precipitación anual, que promedia 1320 mm, se encuentra distribuida uniformemente a través de todo el año, aunque se han registrado sequías ocasionales durante el verano. Fuera de su distribución natural, la especie tolera un gran espectro en la cantidad y la distribución de la precipitación. En Zimbabwe crece a unas elevaciones de 900 a 1,500 m, con un mínimo de precipitación anual promedio de 889 mm (16). En Queensland, en donde se le ha plantado extensamente, la precipitación es de entre 1016 y 2032 mm por año. La araucaria pierde su apariencia verde y saludable en las áreas que promedian menos de 940 mm de precipitación anual. En Puerto Rico, los árboles de ornamento prosperan en las áreas

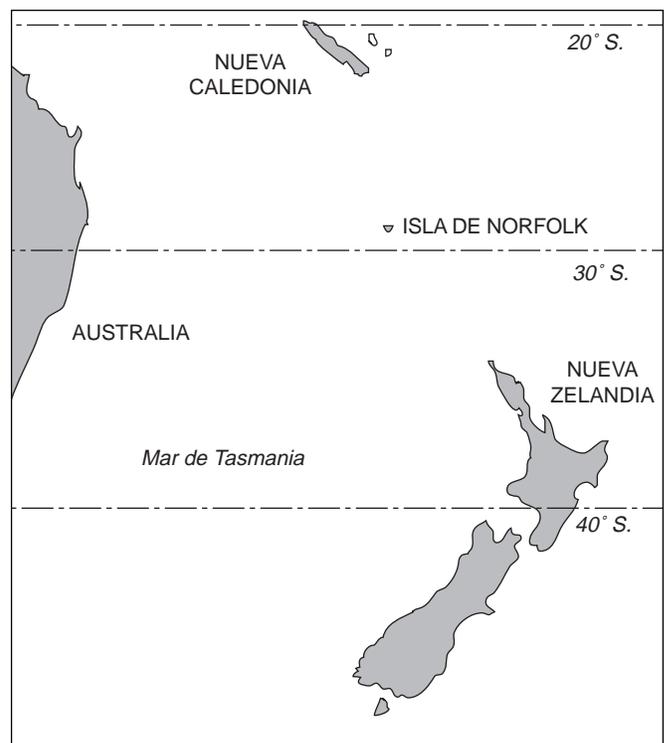


Figura 2.—Ubicación de la isla de Norfolk, el área de distribución natural de la araucaria, *Araucaria heterophylla*, en el Pacífico del Sur.

en donde la precipitación excede los 2500 mm por año. La especie tolera tanto las temperaturas calientes como las frías; sin embargo, la araucaria es dañada por las heladas severas (16).

Suelos y Topografía

La araucaria crece a través de la isla de Norfolk, una isla volcánica con una elevación máxima de poco más de 300 m (2). Se pueden encontrar tanto en campos llanos como acantilados escarpados. Los suelos son en su mayoría Ultisoles rojos que se originaron de un material basáltico y de tufa. Los suelos son lo suficientemente fértiles como para el buen crecimiento forestal, a pesar de que se han desarrollado unas deficiencias nutricionales después del cultivo en tierras que fueron taladas para la agricultura (17).

En los ambientes exóticos, la araucaria crece bien en los suelos que varían en textura desde arcillas (13) hasta las arenas casi puras (3). En Puerto Rico se toleran los suelos de moderadamente alcalinos (con un pH de 8.0) hasta los fuertemente ácidos (con un pH de 4.5). El buen drenaje es necesario (8). Su habilidad para crecer en las líneas costeras es bien conocida. La especie también crece en las áreas interiores de Africa (16). En las Filipinas crece bien hasta una elevación de 1,524 m (12).

Cobertura Forestal Asociada

En la isla de Norfolk, la araucaria compite exitosamente con otra vegetación en una variedad de sitios. En los rigurosos ambientes costeros crece junto con *Lagunaria patersoni* G. Don, la cual asume unas formas extremadamente tortuosas debido al viento (2). En los terrenos elevados perturbados, se desarrolla una densa vegetación de forma xérica que incluye a *Rhodomyrtus psidioides* Benth., *Olea africana* Mill., *Schinus terebinthifolius* Raddi y *Lantana camara* L., junto con la araucaria. Se vuelve también una especie dominante en los bosques pluviales densos en donde las especies de madera dura asociadas incluyen a: *Olea apetala* Vahl, *Elaeodendron curtispiculum* Endl., *Zanthoxylum blackburnia* Benth., *Baloghia lucida* Endl. y *Pseudomorus brunoniana* Bur. (14).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La araucaria es en su mayor parte dioica (produciendo las flores masculinas y femeninas en árboles diferentes) (1). Los conos masculinos tienen de 4 a 5 cm de largo y los conos femeninos tienen muchas escamas; son de forma redondeada y tienen de 10 a 13 cm de largo (9).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Los conos se deshacen al alcanzar la madurez, liberando unas escamas aladas que contienen las semillas oblongas y de 3 cm de largo. Hay un total de 1,137 semillas frescas por kilogramo y pueden secarse hasta un total de 1,265 semillas por kilogramo sin perder su viabilidad (10). En la isla de Norfolk, las buenas cosechas de semillas se producen cada 4 a 6 años (2).

Desarrollo de las Plántulas.—Las semillas germinan de manera epigea (1), comenzando alrededor de 5 días

después de entrar en contacto con una superficie continuamente húmeda (10). Las semillas frescas podrán rendir una germinación del 70 por ciento y retener una buena viabilidad por alrededor de un mes a temperatura ambiente, después de lo cual los porcentajes de germinación disminuyen con rapidez. Se ha demostrado que las temperaturas óptimas para el almacenamiento son de alrededor de 7 °C bajo una humedad relativa del 60 al 75 por ciento (12). El secado excesivo de las semillas resulta en una germinación pobre (10). Las semillas requieren de una germinación en la superficie o de una cobertura muy ligera de tierra (10). Si la cobertura es demasiada, los tallos débiles no serán capaces de levantar la cápsula de la semilla. La sombra parcial es beneficiosa durante la germinación y la etapa inicial de plántula. Las semillas para la producción de plántulas para propósitos ornamentales o forestales se encuentran disponibles del Territorio de la Isla de Norfolk, las Islas Canarias, Perú y Brasil (10). Hawaii también produce semillas, pero la mayoría son posiblemente de *A. columnaris* Hook., una especie nativa a las Islas de Cook.¹

A pesar de que una referencia (16) sugiere el uso de estacas arraigadas cuando el objeto es el de producir araucarias para propósitos ornamentales debido a los internudos largos de las plántulas, por lo menos un vivero comercial produce regularmente árboles ornamentales a partir de semillas (10). Las plántulas a partir de semillas constituyen el material vegetativo preferido para los propósitos forestales. Las nuevas plantas se cultivan por un espacio de 1 a 2 años en almácigos y luego se transplantan a tiestos u otro tipo de contenedor, en los cuales se ponen a la venta. Las plántulas alcanzan una altura de 15 a 20 cm al final del primer año y de 61 a 76 cm al final del segundo (10). Para plantaciones forestales, sería preferible usar plántulas de 1.5 a 2 años de edad, con el objeto de acortar el período de desyerbado necesario después del trasplante al campo. A pesar de que se reportan solamente plantaciones sólidas convencionales (1, 6), los sistemas de plantación en hileras, claros y bajo cubierta son probablemente factibles.

Reproducción Vegetativa.—Las araucarias se propagan con fines comerciales usando estacas del vástago terminal así como las semillas. Los vástagos se arraigarán sin tratamientos con hormonas para el crecimiento, pero los mejores resultados se obtendrán usando ácido indol-butírico (AIB) (12) junto con un fungicida (10). Los vástagos de las plantas de 15 cm de alto, creciendo bajo sombra y rociados dos veces al día producirán raíces en un período de aproximadamente 90 días, mientras que los vástagos de plantas de 1.2 m o más de altura requerirán de 1 año, con la probabilidad de que nunca arraiguen (10). Las plantas con tres o cuatro capas de ramas producirán vástagos líderes múltiples al cortarse estacas de la parte terminal. Las estacas de las puntas de las ramas se arraigarán con facilidad, pero retienen un comportamiento plano y asimétrico por siempre (6). Los árboles jóvenes ("árboles de Navidad") son capaces de renovarse al rebrotar líderes nuevos siempre y cuando queden por lo menos dos verticilos de ramas vivas después de la cosecha de la parte superior (8). A pesar de que el injerto de la araucaria no ha sido reportado, se ha injertado con éxito una especie relacionada, *A. cunninghamii* Ait. ex D. Don (11).

¹Comunicación personal con Craig Whitesell, Pacific Islands Forestry, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Honolulu, Hawaii.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento en altura procede con gran lentitud al principio, pero se acelera gradualmente con la edad. Dieciseis plántulas de 46 cm de altura en Hawaii crecieron un promedio de 1.7 m durante los primeros 2 años después del transplante al campo (8). Una plantación en Sudáfrica con 1,235 tallos/ha en un área con una marga moderadamente profunda, 1499 mm de precipitación, 518 m de elevación y sujeta a las heladas ligeras, tuvo una altura promedio de 18.3 m y un d.a.p. de 19.3 cm a los 18 años de edad (12). Una pequeña plantación de 15 años de edad en Puerto Rico (con 29 árboles), tuvo una altura de 8 a 20 m y unos d.a.p. de 10 a 25 cm. También en Puerto Rico, 40 araucarias de ornamento con una edad de 7 a 30 años, creciendo a través de un gradiente altitudinal (del nivel del mar hasta los 400 m) y de precipitación (de 915 mm, con una posible suplementación con la irrigación artificial, hasta 2030 mm), promediaron 1.00 ± 0.17 m en su crecimiento anual en altura y 1.99 ± 0.37 cm en su crecimiento anual en el d.a.p. No se encontraron diferencias significativas en el crecimiento en altura de árboles ornamentales en cuatro ciudades a través de Puerto Rico (autor, observación personal). Se pudo predecir las tasas de crecimiento en altura para los árboles de ornamento usando la edad como recordada por el dueño (fig. 3). Se reportaron quince pequeñas plantaciones de prueba de 25 a 49 años de edad de supuestos híbridos de *A. heterophylla* X *columnaris* en cinco áreas en Hawaii con unos espaciamientos de 3 por 3 m a 4.3 por 4.6 m (4). La parcela con los árboles de mayor tamaño (dominantes y codominantes) tuvo árboles que promediaron 34.4 m en altura y 40.6 cm en d.a.p. El incremento anual promedio en volumen fue de 11 a 28 m³/ha/año. La supervivencia fue de un sorprendente 100 por ciento. Una pequeña plantación de 10 años de edad en Costa Rica tuvo una supervivencia del 47 por ciento y un d.a.p. promedio de 19.9 cm (13). Un rodal de una edad uniforme de 67 años en la isla de Norfolk tuvo una altura promedio de 41.6 m y un d.a.p. promedio de 50.1 cm

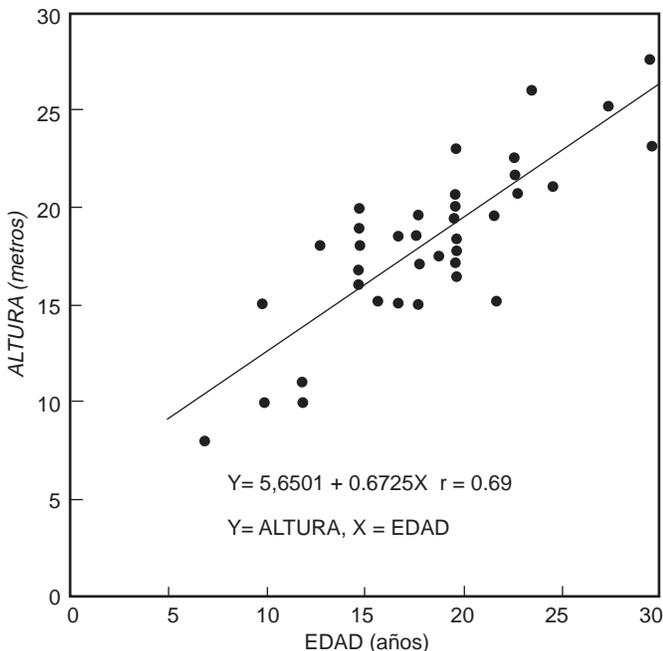


Figura 3.—Alturas predichas a partir de la edad para árboles de araucaria, *Araucaria heterophylla*, de ornamento en Puerto Rico.

(2). El incremento anual promedio en el diámetro por los últimos 9 años había sido de 0.32 cm. En la isla de Norfolk esta especie crece de una manera considerablemente constante por un espacio de 80 años con una altura máxima de 55 m (2). Los árboles de mayor edad todavía vivos tienen aproximadamente 150 años de edad. Las araucarias crecen con una forma simétrica por un período de 30 años, después de lo cual la parte superior comienza a tomar una forma aplastada. Los árboles muy viejos se encuentran a menudo huecos y con la parte superior quebrada.

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen una raíz pivotante y numerosas raíces laterales fibrosas. Los árboles de mayor edad no forman raíces laterales masivas cerca de la superficie y por lo tanto rara vez ocasionan daño a las aceras y los cimientos. Los árboles más viejos pueden tener un ensanchamiento cerca de la base o producir unos contrafuertes pequeños y anchos (9).

Reacción a la Competencia.—La araucaria es tolerante a la sombra (umbrófila). A pesar de que las plántulas no crecen bajo los rodales muy densos de los árboles progenitores o bajo los doseles de los bosques pluviales primarios, con la muerte de uno que otro árbol del estrato superior y con la subsecuente mayor penetración de luz al estrato inferior, las plántulas se ven establecidas, persisten y eventualmente dominan a los competidores de especies frondosas (2). El proceso puede tomar hasta 40 años.

Durante los primeros años después del plantado es recomendable el mantener la superficie del terreno libre de vegetación terrestre baja, pero es probable que después una cobertura de hierbas bajas y gramíneas no cause daño alguno (8). Las enredaderas y los rebrotes de especies frondosas que crezcan por encima deberán ser controlados. Se recomiendan unos espaciamientos iniciales de 3 por 3 m con un entresacado a la mitad de la rotación (4). No se han sugerido períodos exactos para la rotación, pero el óptimo deberá de estar entre 30 años, cuando los rodales comiencen a producir maderos aserrables pequeños, y 80 años, cuando la tasa de crecimiento comienza a disminuir.

Se censaron dos rodales en la isla de Norfolk. Uno de ellos, un rodal de una edad uniforme de 67 años, tuvo 346 árboles por hectárea y un área basal de 68 m²/ha (2). Los incrementos periódicos en el área basal por los últimos 9 años para los dos rodales fueron de 0.82 y 0.83 m²/ha, respectivamente.

Agentes Dañinos.—La enfermedad más seria de la araucaria en su hábitat nativo es la muerte de terminales, cuya causa se desconoce. Esta deterioración lenta y progresiva de las copas está asociada con los rodales en tierras previamente usadas para la agricultura, con una intensa competencia proveniente de arbustos y gramíneas introducidos y en tierras que son sometidas a un pastoreo excesivo (2). Esta enfermedad ha afectado a muchos de los rodales escénicos en el interior de la isla, pero ha dejado intactas las áreas costeras y escarpadas.

Octaspidiotus araucariae, un insecto indígena a Nueva Caledonia, ha infectado la araucaria en Hawaii y Puerto Rico (18). Sin embargo, el daño no parece ser serio. En Brasil se ha observado a *Eriococus araucariae* Muskell, el cual por lo normal ataca a *A. angustifolia* Bert. (O.Kuntze), en los árboles de araucaria de ornamento (19).

La araucaria es resistente a los vientos fuertes (12) y muy resistente al rocío salino.

USOS

El uso predominante de la especie a nivel mundial es como un árbol de ornamento. Se le valúa por su simetría y su altura, a la vez que por su follaje de un verde intenso. En la isla de Norfolk, en donde el turismo se está convirtiendo en la principal fuente de ingreso, los "pinos" son una parte integral del fascinante paisaje (2). Se extrae un poco de maderaje para el consumo local. Los árboles proveen de resguardo al ganado y ayudan a prevenir la erosión y los derrumbes.

La madera de la araucaria es de un color de crema a moreno claro y tiene una densidad de 0.44 g por cm³ (7). El encogimiento al ir de madera verde a secada al horno es de un 3.5 por ciento radial y 0.27 por ciento longitudinal. Los maderas es rígida, moderadamente fuerte tanto en su resistencia al doblado y a la compresión, y moderadamente dura, comparable a los abetos de Douglas, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. Los árboles jóvenes tienden a poseer muchos nudos. Mientras que esta característica puede disminuir el valor de la madera para los usos tradicionales, se puede convertir en una ventaja en la manufactura de muebles y entrepaños con un aspecto rústico.

GENETICA

Se sabe muy poco sobre la genética de la araucaria. El género *Araucaria* contiene 14 especies. Por lo menos cuatro miembros de este género nativos a diferentes áreas tienen un número cromosómico $2N = 26$ (12); la araucaria es probablemente similar. Existe un número de variedades horticulturales, pero no son muy diferentes unas de otras (6). La especie más estrechamente relacionada a *A. heterophylla* es *A. columnaris*, a la cual la araucaria de la isla de Norfolk es muy semejante y con la cual se reporta que produce híbridos fácilmente, dando origen a la raza (*A. heterophylla* X *columnaris*) de los árboles naturalizados en Hawaii (4). Otros¹ son de la opinión de que estos árboles naturalizados son simplemente *A. columnaris*. No se han conducido investigaciones para respaldar una de estas opiniones sobre la otra.

LITERATURA CITADA

1. Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York, NY: The MacMillan Company. 1200 p. Vol. 1.
2. Benson, M.L. 1980. Dieback of Norfolk Island pine in its natural environment. Australian Forestry. 43(1): 245-252.
3. Beuzeville, W.A.W. de. 1947. Australian trees for Australian planting. Sydney, Australia: Forestry Commis-

- sion of New South Wales. 243 p.
4. Buck, M.G.; Imoto, R.H. 1982. Growth of 11 introduced tree species on selected forest sites in Hawaii. Res. Pap. PSW-169. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 12 p.
5. Combe, J.; Gewald, N.J. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. 378 p.
6. Dallimore, W.; Jackson, A.B. 1948. A handbook of Coniferae including Ginkgoaceae. London, England: Edward Arnold (Publishers) Ltd. 686 p.
7. Gerhards, C.C. 1967. Physical and mechanical properties of "Norfolk-Island-pine" grown in Hawaii. Res. Pap. FPL-73. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 9 p.
8. LeBarron, R.K. 1965. Growing Norfolk Island pine Christmas trees in Hawaii. Misc. Pub. 23. Honolulu, HI: Cooperative Extension Service, University of Hawaii. 12 p.
9. Little, E.L., Jr.; Woodbury, R.O.; Wadsworth, F.H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 1024 p. Vol. 2.
10. Longsdon, B.B. 1973. Growing the Norfolk Island pine. Tree Planters' Notes. 24(1): 33-36.
11. Nikles, D.G. 1961. The development of a new method of grafting hoop and kauri pines. Res. Note 10. Brisbane, Australia: Queensland Forest Service. 31 p.
12. Ntima, O.O. 1968. The araucarias. Fast Growing Timber Trees of the Lowland Tropics 3. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute. 139 p.
13. Schubert, T.H.; Zambrana, J.A. 1982. *Araucaria heterophylla* and *Pinus caribaea* potential Christmas trees for Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 66(2): 145-149.
14. Stephens, C.G.; Hutton, J.T. 1954. A soil and land-use study of the Australian territory of Norfolk Island, South Pacific Ocean. Soil and Land Use Series 12. Melbourne, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Soils. 28 p.
15. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 765 p.
16. Troup, R.S. 1932. Exotic forest trees in the British Empire. Oxford, England: The Clarendon Press. 259 p.
17. Tudor, J. 1968. Pacific islands yearbook. Décima edición. Sydney, Australia: Pacific Publications. 718 p.
18. U.S. Department of Agriculture. 1978. Coccoidea new to Puerto Rico. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture. Cooperative Plant Pest Report. 3(1-4): 11.
19. Vernalha, M.M.; Rocha, M.A.L. da; Gabardo, J.C.; Silva, R.P. da 1971. Una nova pragada *Araucaria excelsa* R. Brown no estado de Parana. Floresta. 3(1): 37-42.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. [s.f.]. *Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco. Norfolk-Island-pine. SO-ITF-SM-11. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.

Artocarpus altilis (S. Park.) Fosb.

Panapén, pana de pepitas

Moraceae

Familia de las moras

John A. Parrotta

Artocarpus altilis (S. Park) Fosb., conocido comúnmente como panapén o “breadfruit” en inglés (para las variedades estériles), pana de pepitas o “breadnut” en inglés (para las variedades con semillas) y por otros varios nombres comunes, es un árbol siempreverde de tamaño mediano con un fuste recto, una corteza lisa de color marrón y una copa abierta compuesta de grandes hojas con lóbulos bien marcados (fig. 1). El panapén y la pana de pepitas, nativos a la región del Pacífico desde el Sudeste de Asia hasta Polinesia, se cultivan a través de los trópicos principalmente por sus frutas comestibles, las cuales son producidas en abundancia. Las variedades más extensamente cultivadas (el panapén) producen unas grandes frutas sin semillas, con un peso de hasta 5 kg. Las variedades con semillas (la pana de pepitas) se cultivan más que nada en el Pacífico y en las islas del Caribe. El panapén y la pana de pepitas se consideran a veces como diferentes especies, aunque la mayoría de los botánicos las consideran como una sola.



Figura 1.—Pana de pepitas, *Artocarpus altilis*, creciendo en Puerto Rico.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La distribución natural de la pana de pepitas incluye a Malasia, Indonesia, las Filipinas y Melanesia entre aproximadamente las latitudes 10° N. y 20° S. Las variedades sin semillas (el panapén) son nativas a las islas de la Polinesia en el Océano Pacífico entre las latitudes 5° N. y 15° S. (fig. 2). Entre los cientos de diferentes variedades de panas de pepitas existe una tendencia general hacia la reducción del tamaño de las semillas de las partes occidentales de su distribución natural hacia las orientales, lo que sugiere que la Melanesia del Este podría ser el centro de origen de las variedades polinesias sin semillas (panapén). Previo al período de extensas exploraciones y comercio de parte de Europa en el área del Pacífico durante el siglo XVIII, el panapén había sido introducido de las Filipinas a México y la América Central durante los siglos XVI y XVII, pero probablemente no fue sino hasta el siglo XVIII que fue traído a las Indias Occidentales a partir de su distribución nativa en el Pacífico por los comerciantes y exploradores franceses e ingleses. La introducción de panapén en el Caribe mejor documentada tal vez sea la efectuada por el capitán Bligh, quien trajo plantas a Jamaica y St. Vincent desde Tahití en 1793. Desde entonces, el panapén ha sido cultivado y se ha naturalizado a través de los trópicos húmedos. En Puerto Rico y las Islas Vírgenes, el panapén se cultiva en la mayoría de los sitios con la excepción de las regiones montañas más altas. La pana de pepitas, aunque no tan extensamente cultivada como el panapén, se cultiva a través de su distribución natural, en el Caribe, en partes de la América Central y en Brasil.

Clima

El panapén y la pana de pepitas crecen mejor bajo las condiciones tropicales húmedas, en sitios que reciben una precipitación anual de entre 1500 y 2500 mm, aunque los árboles se pueden cultivar en sitios con una precipitación anual de 1200 mm (36). En sus áreas de distribución natural e introducida, las temperaturas varían entre 18 y 32 °C a través del año (15, 18).

Suelos y Topografía

Artocarpus altilis es una especie tropical de tierras bajas y montañas bajas adaptada a los suelos profundos y bien drenados. En su área de introducción se ha naturalizado a unas elevaciones de hasta 700 m y ocasionalmente de hasta 1,000 m (15, 18, 22). Crece de manera pobre en los suelos inundados de manera periódica (36), pero puede sobrevivir en los suelos muy superficiales tales como aquellos que se desarrollan en material patermo calcáreo en las costas de muchas de las islas del Pacífico y el Caribe. Sin embargo, las tasas de crecimiento en tales sitios son bajas (35).

Cobertura Forestal Asociada

En el Océano Pacífico, en la Isla de Rota, parte de las Islas Marianas del Norte, *A. altilis* es un componente muy común de los bosques pluviales nativos en suelos de piedra caliza. En estos bosques, crece en una posición codominante en asociación con *Claoxylon marianum* Muell.-Arg., *Elaeocarpus joga* Merr., *Ficus prolixa* Forst. f., *Guettarda speciosa* L., *Hernandia labyrinthica* Tuyama, *Neisosperma oppositifolia* (Lam.) Fosb. & Sachet, *Pisonia* spp. y *Serianthes nelsonii* Merr. (12).

En Papua Nueva Guinea, la pana de pepitas crece en los bosques pluviales de tierras bajas, ricos en especies, en asociación con *Alstonia scholaris* R. Br., *Dracontomelum mangiferum* Blume, *Garuga* sp., *Octomeles sumatrana* Miq., *Pometia pinnata* Forst., *Pterocymbium* sp. y *Terminalia catappoides* White & Francis (22).

En Puerto Rico, el panapén y la pana de pepitas se encuentran comúnmente en los bosques secundarios en fincas abandonadas, en asociación con *Andira inermis* (Wright) DC., *Genipa americana* L., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Mangifera indica* L. y *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton (observación personal del autor).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores del panapén y la pana de pepitas son monoicas, las flores masculinas y femeninas apareciendo en el mismo árbol. Los árboles por lo normal empiezan a dar fruta entre los 4 y 7 años de edad (27). Las flores masculinas se desarrollan en espigas cilíndricas de un color de amarillento a marrón, de 12 a 40 cm de largo y de

entre 2.5 y 5.0 cm de diámetro. Las flores masculinas tienen 1.5 mm de largo y consisten de un cáliz de dos lóbulos y de un solo estambre. Las flores femeninas son globulares o elipsoides, midiendo alrededor de 6 a 7 cm de largo y 4 cm de diámetro. Las flores femeninas de la pana de pepitas, de aproximadamente 1 cm de largo y 1.6 mm de ancho, están compuestas de un cáliz tubular, en forma de cono y puntiagudo de 6 mm de largo y un pistilo con un ovario hundido de una célula y un solo óvulo y un estilo de dos lóbulos. Las flores estériles del panapén tienen una longitud de solamente 0.8 mm.

En la región del Caribe, la producción de flores y fruto del panapén ocurre a través de todo el año (24), mientras que la producción de la pana de pepitas es más estacional (5). Para los árboles de panapén, la producción de frutas es episódica y tiende a ocurrir de una a dos veces al año.¹ En Trinidad, la producción de la pana de pepitas es continua entre marzo y septiembre, con un máximo en la producción ocurriendo entre mayo y agosto (5). En Hawaii, la producción del panapén es más estacional que en el Caribe, la fruta madurando con mayor frecuencia entre junio y agosto (27). En la pana de pepitas, las flores masculinas y femeninas no son fértiles al mismo tiempo, sugiriendo la ocurrencia de la polinización cruzada. Las flores parecen ser polinizadas más que nada por el viento y menos por los insectos (8).

Las frutas múltiples de las variedades más comunes de panapén son sincarpios globosos u ovoides. Alcanzan la madurez aproximadamente de 2 a 3 meses después de la emergencia de la florescencia (18) y por lo usual pesan de 500 g a 3 kg y ocasionalmente hasta 5 kg (27).

Las frutas de la pana de pepitas son oblongas o globosas, con una cáscara de color verde amarillento y con marcas hexagonales y cubierta de púas carnosas. Miden de 10 a 30 cm de diámetro y pesan aproximadamente entre 1.0 y 2.0 kg (5, 36). El interior de la fruta tiene muy poca pulpa comes-

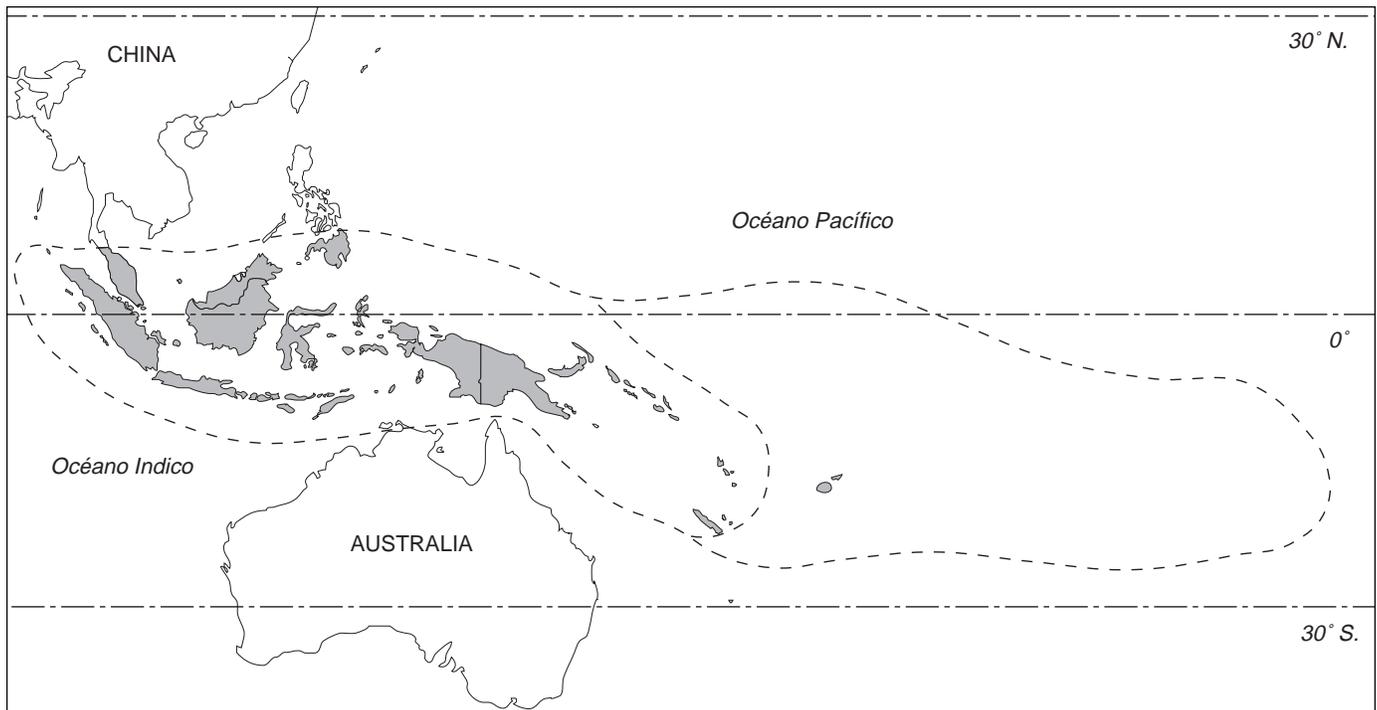


Figura 2.—El área sombreada representa la distribución natural de *Artocarpus altilis*. El anillo de menor tamaño representa la distribución natural aparente de las variedades con semillas (pana de pepitas), mientras que el anillo exterior de mayor tamaño incluye la distribución natural aparente de las variedades estériles (panapén).

tible y consiste de una masa de semillas de color marrón y redondeadas o aplanadas de manera irregular debido a la compresión (5). Las frutas individuales de la pana de pepitas contienen entre 12 y 151 semillas (5), aunque el número promedio de semillas para las frutas de un árbol individual es por lo usual de entre 50 y 100 (5, 28, 30).

Producción de Semillas y su Diseminación.—En la pana de pepitas, las frutas maduras por lo usual se abren al caer del árbol, poniendo al descubierto una masa de semillas, muchas de las cuales comienzan a germinar antes de la caída de la fruta. Las semillas constituyen entre el 30 y el 50 por ciento del peso total de la fruta (28).

Las semillas de la pana de pepitas tienen aproximadamente de 2.4 a 3.3 cm de largo y de 1.8 a 2.7 cm de ancho (fig. 3). Dos muestras de 30 semillas procedentes de Puerto Rico promediaron 6.22 ± 0.16 y 7.23 ± 0.14 g por semilla o entre 138 y 161 semillas por kilogramo (observación personal del autor). En Trinidad, una muestra de 1,788 semillas de la pana de pepitas promedió 7.7 g por semilla (5).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en la pana de pepitas es hipogea. En el vivero, las semillas deberán sembrarse ya sea sobre la superficie del suelo o parcialmente enterradas. La germinación ocurre hasta 3 meses después de la siembra.

A pesar de que las semillas a menudo brotan cuando aun



Figura 3.—Semillas y plántula de la pana de pepitas, *Artocarpus altilis*.

dentro de la fruta, típicamente se requieren de 4 a 5 semanas adicionales después de la siembra antes de que el hipocótilo comience a alargarse, lo que es rápidamente seguido de la emergencia de la plúmula y de un crecimiento rápido de los vástagos. Las plántulas forman una raíz pivotante robusta y profunda, con unas pocas raíces secundarias finas y de aspecto alambroso (fig. 3). La regeneración natural de la pana de pepitas bajo los árboles progenitores es por lo usual muy buena.

Las plántulas alcanzan un tamaño plantable (30 cm de altura) aproximadamente entre 7 y 9 semanas después de la siembra o de 3 a 4 semanas después del comienzo del alargamiento del hipocótilo (observación personal del autor). No existe información en la literatura sobre las tasas iniciales de crecimiento del panapén y la pana de pepitas, aunque las observaciones locales en Puerto Rico sugieren unas tasas anuales promedio de crecimiento en altura de entre 1 y 2 m durante los primeros 7 años.¹

Reproducción Vegetativa.—El panapén se propaga de manera vegetativa mediante el uso de vástagos radicales, acodos o estacas radicales. Los árboles más jóvenes y pequeños, de alrededor de 5 años de edad o menos son una fuente ideal de estacas radicales de aproximadamente 2 cm de diámetro (18). Estas se cortan en pedazos de 10 a 15 cm y se plantan de manera oblicua en un suelo flojo y arenoso, se cubren a una profundidad de 1 cm y se riegan con frecuencia (36). Estas estacas se arraigan con facilidad por lo usual bajo unas condiciones de vivero cálidas, húmedas y sombreadas, aunque a veces se usan tratamientos de hormonas comerciales para incrementar los porcentajes de arraigamiento (18). Las estacas de ramas leñosas y sin hojas tratadas con los reguladores del crecimiento vegetal ácido indolbutírico (AIB) y ácido indolacético (AIA) se arraigaron en un período de 10 semanas después del tratamiento en almácigos de vivero bajo un rocío intermitente (19). La reproducción natural por medio de vástagos radicales es prolífica en el panapén y puede ocurrir a unas distancias de hasta 30 m de la base del tallo.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento en el panapén es rápido. Los árboles maduros de panapén tienen por lo normal entre 12 y 18 m de altura, con unos diámetros a la altura del pecho (d.a.p.) de hasta 60 cm (23) y relativamente pocas ramas robustas. El panapén de mayor tamaño registrado en Puerto Rico tuvo 29.3 m de altura y un d.a.p. de 69.5 cm.² En la isla de St. Vincent, el panapén constituyó aproximadamente el 2.5 por ciento del área basal total en los bosques secundarios (6).

A pesar de tener una apariencia muy similar en general, el panapén y la pana de pepitas se pueden distinguir por la forma de las hojas y la morfología de las frutas. Las hojas del panapén tienen por lo usual unos lóbulos más pronunciados

¹Francis, John K. 1993. Comunicación personal con el autor. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

²Francis, John K.; Alemañ, Salvador. 1993. The champion trees of Puerto Rico. Manuscrito inédito archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

que los de la pana de pepitas, tienen por lo general de 9 a 11 lóbulos en vez de los 7 de la pana de pepitas y son más vellosos. La superficie de las frutas de la pana de pepitas está compuesta de proyecciones en forma de púas cónicas y de color verdusco (cada una procedente de una flor), mientras que la de las frutas del panapén es más lisa, con una textura llena de depresiones en forma de celdas de panal (23). Los árboles de panapén maduros pueden producir hasta 700 frutas por año (5).

Comportamiento Radical.—Los árboles de panapén producen unas raíces laterales extraordinariamente largas. Se han reportado unas raíces laterales de hasta 200 m de largo en árboles de 5 años de edad y con una altura de solamente 7 m (18).

Reacción a la Competencia.—Durante los primeros pocos años, el panapén y la pana de pepitas crecen mejor bajo una sombra ligera (37). Sin embargo, en los árboles de mayor edad se requiere de un sol pleno para la producción de frutas (18). Las plantaciones de panapén típicamente se establecen a unos espaciamientos de entre 8 por 8 m y 10 por 10 m (18, 36).

Agentes Dañinos.—En las Islas Salomón un noctúido (Lepidoptera) sin identificar causa un daño serio al panapén (29). Se ha reportado al hemíptero *Rastrococcus invadens* Williams, la plaga polífaga más seria de las cosechas hortícolas de los últimos 10 años en el África Occidental, causando un daño serio en el panapén en Togo y Benín (2). En Puerto Rico, varias especies de insectos se han reportado en el panapén y la pana de pepitas, aunque ninguna causa un daño serio que se sepa (26). Entre éstas se encuentra el escarabajo *Pycnarthrum* sp. (Scolytidae), los hemípteros *Corythucha gossypii* (Fabr.) y *Piezosternum subulatum* (Thunberg), el homóptero *Coccus mangiferae* (Green) y el isóptero *Nasutitermes costalis* (Holmgren).

En Samoa Occidental, Sri Lanka y la República Dominicana, la pudrición de las frutas causada por *Phytophthora palmivora* Butl. es un problema serio en las plantaciones de panapén, aunque se han identificado varias variedades resistentes (17, 33). En el sur de la India, el panapén es susceptible a un daño serio a causa de patógenos fungales, incluyendo la muerte de las ramitas causada por *Glomerella cingulata* (Ston.) Spauld. & Schrenk. (1) y la pudrición de las frutas causada por *Phytophthora* sp. (34). En Brasil se ha reportado una pudrición radical causada por *Fomes lignosus* (Klotzsch) Bres. y una pudrición del duramen causada por *Polyporus zonalis* Berk. (33). Una mancha foliar causada por *Cercospora artocarpi* H. & P.Syd. ha sido reportada en las Filipinas (33). En Puerto Rico, se han reportado solamente tres patógenos en el panapén: una mancha foliar causada por el alga *Cephaleuros virescens* Kunze, un añublo de las plántulas causado por *Sclerotium rolfsii* Sacc., y un tizón identificado como *Uredo artocarpi* Berk. & Br. (38).

La albura es muy susceptible al ataque por las termitas de la madera seca (24) y los escarabajos del género *Lyctus* (21) y tiene una baja durabilidad de entre 1 y 8 años cuando en contacto con el suelo (21).

USOS

La albura del panapén es de un color amarillo o amarillo marrón y el duramen es de un amarillo dorado, a veces

variegado de anaranjado. A pesar de que es muy blanda y liviana, con un peso específico de entre 0.27 y 0.45 g por cm³, es considerablemente firme y fuerte, si se toma en cuenta su baja densidad (21, 24). Existen numerosos poros de gran tamaño, pero los anillos de crecimiento se encuentran ausentes y las tasas de secado al aire y la cantidad de degradación son moderadas (24). El encogimiento al ir de verde a secada al horno es de 3.6 a 6.5 por ciento tangencial y de entre 2.1 y 4.1 por ciento radial (21). La madera tiene unas características de modelado, torneado, taladrado, enmechado y lijado pobres; las características en cuanto al cepillado son moderadas y la resistencia a rajarse con los tornillos es excelente (24). La madera no se usa con frecuencia, excepto para tablas para "surfing", cajas, artesanías tales como juguetes y para combustible (40). Podría ser adecuada para la construcción liviana, los implementos agrícolas, el triplex, la pulpa, las ensambladuras y los tableros de partículas (21).

El panapén se planta por lo común en los sistemas agroforestales tradicionales, en la agricultura migratoria en las tierras bajas de Papua Nueva Guinea (3). Estos sistemas típicamente incluyen a varias otras especies de árboles, notablemente *Pometia pinnata* Forst. & Forst. f.; palmas de sagú, *Metroxylon sagu* Rottb.; palmas de coco, *Cocos nucifera* L. y *Gnetum gnenom* L., con más de 30 cultivos del estrato inferior, en particular el ñame, *Dioscorea* spp.; las bananas, *Musa* spp.; el taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott y la caña de azúcar, *Saccharum officinarum* L. En Indonesia, el panapén se planta en los sistemas agroforestales junto con otros cultivos perennes, tales como los clavos de olor, *Syringa aromaticum* (L.) Merr. & Perry; las bananas y los árboles de sawo, *Manilkara kauki* (L.) Dub. (11). En las Islas Marianas del Norte, los Estados Federados de Micronesia y en Samoa, el panapén se usa extensamente en varios sistemas agroforestales tradicionales (10, 12, 13, 14, 25, 41). En el norte de Venezuela ha sido usado como sombra en cafetales y en plantaciones de cacao, junto con *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook, *Spondias* spp. e *Inga* spp. (20). Su uso en los sistemas agroforestales se ha descrito en Brasil (9).

El panapén se consume como un vegetal cocido, ya sea hervido, frito u horneado. Su contenido de carbohidratos es alto y se le considera como una buena fuente de vitamina B y como una fuente moderadamente buena de vitamina A y C (27). El valor calórico y el contenido de proteína del panapén son de 75 a 80 cal por 100 g y de 1.5 por ciento, respectivamente (15). Las rajadas de panapén, preparadas de la misma manera que las rajadas de papa fritas, son un bocadillo popular en la India y en ciertas partes del Caribe. A veces se hace un postre y unas conservas a partir de las agrupaciones florales masculinas (24). En Micronesia y las Islas Marquesas en el Pacífico, en donde el panapén es una fuente alimenticia primaria, se le convierte en una pasta y se le fermenta hasta obtener una sustancia similar al queso, la cual se puede almacenar por tiempo indefinido (4). A través de la Polinesia se le come junto con agua de coco, agua de mar y jugo de limón (23).

A pesar de que el panapén no se conserva por mucho tiempo en su estado fresco, se puede salcochar y congelar con poca pérdida o deterioración de su calidad nutritiva y de su sabor. Las técnicas de procesamiento industriales, específicamente los métodos de deshidratación, podrían realzar su potencial como un valioso producto agrícola (31). Al presente se exporta una pequeña cantidad de panapén

(enlatado en salmuera) de Jamaica al Reino Unido y un volumen muy limitado se exporta en estado fresco de Puerto Rico a los Estados Unidos continentales. A través de su área de distribución, la pulpa rica en proteína y minerales, la cáscara y el corazón del panapén se usan como alimento para el ganado.

Las semillas de la pana de pepitas contienen un 20 por ciento de proteína, un 16 por ciento de carbohidratos, 13 por ciento de grasas y 4 por ciento de fibra (30). La proteína de la pana de pepitas posee un buen balance de aminoácidos esenciales y es particularmente rica en metionina (7.5 por ciento por 100 g de proteína) (30). Se reporta que la pana de pepitas es también rica en calcio, hierro, potasio y fósforo (28). En Melanesia y el Caribe, la pana de pepitas se consume por lo usual como un vegetal cocido después de cocinarlo al vapor o hervirlo en agua salada. En Costa Rica y Trinidad se asa y se sala, consumiéndose como un bocadillo. La pana de pepitas tiene un sabor que se asemeja al de las castañas.

Las investigaciones en el campo médico han mostrado que tres flavonoides aislados de *A. altilis* muestran una fuerte actividad citotóxica contra la leucemia en los cultivos histológicos (16). Se reporta que la savia se utiliza en preparaciones medicinales en la Polinesia (40).

El látex pegajoso exudado por el tallo se usa en el norte de las Filipinas para atrapar aves (7) y en la Polinesia para sellar canoas y para hacer anteojos protectores para bucear (40). Las hojas se usan en algunas de las islas de la Polinesia como platos para servir comida y para hacer abono orgánico (40) y pueden servir como forraje cuando haya una escasez de alimentos más preferidos por los animales (18).

GENÉTICA

Artocarpus es un género pantropical con numerosas especies que se encuentran en los bosques muy húmedos de Malasia, Indonesia, las Filipinas y Melanesia. Mientras que solamente *A. altilis* y *A. heterophyllus* Lam. se cultivan de manera extensa fuera de sus distribuciones naturales, muchas otras especies rinden frutas comestibles y otros productos no madereros, y varias de ellas rinden una madera de alta calidad (39). Entre las especies que producen una fruta comestible se encuentran: *A. brasiliensis* Gomez, *A. camansi* Blanco, *A. dadak* Miq., *A. elastica* Reinw., *A. glauca* Blume, *A. lakoocha* Roxb., *A. odoratissima* Blanco, *A. polyphema* Pers. y *A. rigidus* Blume. Entre las especies que rinden una madera de calidad entre buena y alta se encuentran: *A. altissima* J.J. Smith, *A. anisophylla* Miq., *A. chaplasha* Roxb., *A. dadak*, *A. glauca*, *A. hirsuta* Lam., *A. lakoocha*, *A. lanceaefolia* Roxb., *A. limpatu* Miq., *A. polyphema* y *A. rigidus*.

Entre los sinónimos botánicos de *A. altilis* se encuentran *A. communis* J.R. & G. Forst y *A. incisus* (Thunb.) L.f. (24). Existe una gran cantidad de variabilidad genotípica y fenotípica en la pana de pepitas y los pesos de las semillas y la morfología de las plántulas varían grandemente de acuerdo a la variedad. Hasta la fecha se ha llevado a cabo muy poca selección genética y muy pocas investigaciones en el campo del mejoramiento de cosechas para esta especie. Recientemente el International Plant Genetic Resources Institute ha establecido una colección de germoplasma de la pana de pepitas que contiene variedades de las Society Islands, la Polinesia, Micronesia y Melanesia.

LITERATURA CITADA

1. Abraham, M.; Padmakumary, G.; Nair, M.C. 1988. Twig blight (die-back) of *Artocarpus incisa*. Indian Phytopathology. 41(4): 629-630.
2. Agounke, D.; Agricola, U.; Bokonon-Ganta, H.A. 1988. *Rastrococcus invadens* Williams (Hemiptera, Pseudococcidae), a serious exotic pest of fruit trees and other plants in west Africa. Bulletin of Entomological Research. 78(4): 695-702.
3. Allen, Bryant J. 1985. Dynamics of fallow successions and introduction of robusta coffee in shifting cultivation areas in the lowlands of Papua New Guinea. Agroforestry Systems. 3(3): 227-238.
4. Atchley, Jennifer; Cox, Paul Alan. 1985. Breadfruit fermentation in Micronesia. Economic Botany. 39(3): 326-335.
5. Bennett, F.D.; Nozzolillo, C. 1987. How many seeds in a seeded breadfruit, *Artocarpus altilis* (Moraceae) Economic Botany. 41(3): 370-374.
6. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L.; Nicholls, Calvin F. 1986. The forest resources of St. Vincent, West Indies. Res. Pap. SO-229. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 25 p.
7. Bodner, Connie Cox; Gereau, Roy E. 1988. A contribution to Bontoc ethnobotany. Economic Botany. 42(3): 307-369.
8. Brantjes, N.B.M. 1981. Nectar and the pollination of bread fruit, *Artocarpus altilis* (Moraceae). Acta Botanica Neerlandica. 30(5/6): 345-352.
9. Clement, C. 1987. The pejibaye palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) as a potential agroforestry species. En: Beer, J.W.; Fassbender, H.W.; Heuveldop, J., eds. Advances in agroforestry research: Proceedings of a seminar; 1985 September 1-11; Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: 182-188.
10. Cole, Thomas G.; Whitesell, Craig D.; Whistler, W. Arthur [y otros]. 1988. Vegetation survey and forest inventory, American Samoa. Resour. Bull. PSW-25. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 14 p. + 4 mapas.
11. Darwis, S.N. 1990. Models of coconut based farming systems in Indonesia. Industrial Crops Research Journal. 2(2): 43-49.
12. Falanruw, Margorie C.; Cole, Thomas G.; Ambacher, Alan H. 1989. Vegetation survey of Rota, Tinian, and Saipan, Commonwealth of the Northern Mariana Islands. Resour. Bull. PSW-27. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 11 p. + 14 mapas.
13. Falanruw, Margorie C.; Cole, Thomas G.; McDuffie, Katherine E.; Maka, Jean E. 1987. Vegetation survey of Moen, Dublon, Fefan, and Etan, Federated States of Micronesia. Resour. Bull. PSW-20. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 6 p. + 3 mapas.
14. Falanruw, Margorie C.; Whitesell, Craig D.; Cole, Thomas G. [y otros]. 1987. Vegetation survey of Yap, Federated States of Micronesia. Resour. Bull. PSW-21. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 9 p. + 4 mapas.

15. Food and Agriculture Organization. 1982. Fruit-bearing forest trees: technical notes. FAO Forestry Pap. 34. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 177 p.
16. Fujimoto, Y.; Zhang, X.X.; Kirisawa, M. [y otros]. 1990. New flavones from *Artocarpus communis* Forst. Chemical and Pharmaceutical Bulletin. 38(6): 1787-1789.
17. Gerlach, W.W.P.; Salevao, F. 1984. Fruit rot in breadfruit, *Artocarpus altilis*, caused by *Phytophthora palmivora* in Western Samoa. Alafua Agricultural Bulletin. 9(2): 21-26.
18. Gunarto, I. Bambang. 1992. Cilacap method of breadfruit seedling propagation. Farm Forestry News. 5(2): 1, 3.
19. Hamilton, R.A.; Criley, R.A.; Chia, C.L. 1982. Rooting of stem cuttings of breadfruit (*Artocarpus altilis* [Parkins.] Fosb.) under intermittent mist. Combined Proceedings, International Plant Propagators' Society. 32: 347-350.
20. Herrera, R.; Aranguren, J.; Escalente, G. [y otros]. 1987. Coffee and cacao plantations under shade trees in Venezuela. En: Beer, J.W.; Fassbender, H.W.; Heuveldop, J., eds. Advances in agroforestry research: Proceedings of a seminar; 1985 September 1-11; Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: 173-181.
21. Keating, W.G.; Bolza, Eleanor. 1982. Characteristics, properties and uses of timbers Southeast Asia, northern Australia and the Pacific. Melbourne: Inkata Press. 362 p. Vol. 1.
22. Lane-Poole, C.E. 1925. The forest resources of the Territories of Papua and New Guinea. Canberra, Australia: H.J. Green. 209 p.
23. Little, Elbert L., Jr.; Skolmen, Roger G. 1989. Common forest trees of Hawaii. Agric. Handb. 679. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 321 p.
24. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
25. MacLean, Colin D.; Cole, Thomas G.; Whitesell, Craig D. [y otros]. 1986. Vegetation survey of Pohnpei, Federated States of Micronesia. Resour. Bull. PSW-18. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 9 p. + 11 mapas.
26. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Department of Entomology. 303 p.
27. Neal, Marie C. 1965. In gardens of Hawaii. Publicación Especial 50. Honolulu, HI: Bishop Museum Press. 924 p.
28. Negrón de Bravo, Edna; Graham, Horace D.; Padovani, Miguel. 1983. Composition of the breadnut (seeded breadfruit). Caribbean Journal of Science. 19(3/4): 27-32.
29. Oliouou, M.M. 1985. Fruit and nut trees. Annual report 1984. Honiara, Solomon Islands: Ministry of Agriculture and Lands, Research Department, Agriculture Division: 33-35.
30. Quijano, J.; Arango, G.J. 1979. The breadfruit from Colombia—a detailed chemical analysis. Economic Botany. 33(2): 199-202.
31. Reeve, Roger M. 1974. Histological structure and commercial dehydration potential of breadfruit. Economic Botany. 28(1): 82-96.
32. Sabath, M.D. 1977. Vegetation and urbanization on Majuro Atoll, Marshall Islands. Pacific Science. 31(4): 321-333.
33. Spaulding, Percey. 1961. Foreign diseases of forest trees of the world. Agric. Handb. 197. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 361 p.
34. Suharban, M.; Philip, S. 1987. Fruit rot of bread fruit (*Artocarpus incisa* L.). South Indian Horticulture. 35(5): 397.
35. Sykes, W.R. 1970. Contributions to the flora of Niue. Bull. 200. Wellington, New Zealand: New Zealand Department of Scientific and Industrial Research. 321 p.
36. Szolnoki, T.W. 1985. Food and fruit trees of the Gambia. Hamburg, Germany: Bundesforschung sanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. 132 p.
37. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, UK: Clarendon Press. 3 vol.
38. U.S. Department of Agriculture. 1960. Index of plant diseases in the United States. Agric. Handb. 165. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 531 p.
39. Uphoff, J.C. 1968. Dictionary of economic plants. 2^a ed. New York: Verlag von J. Cramer. 591 p.
40. Whistler, W. Arthur. 1988. Ethnobotany of Tokelau: the plants, their Tokelau names, and their uses. Economic Botany. 42(2): 155-176.
41. Whitesell, Craig D.; MacLean, Colin D.; Falanruw, Margorie C. [y otros]. 1986. Vegetation survey of Kosrae, Federated States of Micronesia. Resour. Bull. PSW-17. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 8 p. + mapas.

Avicennia germinans (L.) L. Mangle prieto

Avicenniaceae Familia de las avicencias

Jorge A. Jiménez y Ariel E. Lugo

Avicennia germinans (L.) L., el mangle prieto, es un árbol de los manglares de las costas americanas (fig.1) que tolera un gran espectro de salinidad del suelo (23, 30). En la América tropical, se le usa como una fuente de combustible y como material de construcción y postes de bajo costo (16, 28, 59). La especie se considera como una estabilizadora de los suelos (5, 63).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El mangle prieto ocurre en la mayoría de los manglares de las áreas costeras americanas. Se le puede encontrar a través de las costa del Golfo de México y desde el norte de la Florida (latitud 29° 53' N.) hasta Espiritu Santo, en Brasil (aproximadamente la latitud 23° S.). En las costas del Océano



Figura 1.—Un árbol maduro de mangle prieto, *Avicennia germinans*.

Pacífico en la América del Norte y del Sur, crece desde Punta de Lobos, en México (latitud 30° 15' N.), hasta el sur de Punta Malpelo, en Perú (latitud 3° 40' S.) (15, 64).

El mangle prieto crece en áreas inundadas por la marea con aguas saladas o salobres. Crece bien en bosques en hoyadas en suelos con un gran espectro de salinidad (23, 32). El mejor desarrollo estructural se alcanza en los bosques ribereños tropicales (23). El mangle prieto crece también en las porciones internas con un menor flujo de los bosques ribereños y de las márgenes. En estas áreas, muestra una marcada preferencia por los suelos más altos y secos (55). En los límites de la distribución geográfica de los manglares, los mangles prietos ocupan la margen de los bosques (31).

Clima

Los mangles prietos crecen en una gran variedad de climas. Crecen en las zonas de vida tropical y subtropical seca, húmeda y muy húmeda, con un amplio espectro de precipitación (desde 800 a 7000 mm por año).

La especie es sensible a las heladas, pero se le considera como la especie de mangle más tolerante a las bajas temperaturas (16). En su límite de distribución norte, los mangles prietos mueren cuando las temperaturas caen bajo el punto de congelación (entre -3 y -11 °C) (31, 64). En estas áreas, las alturas de los árboles son menores que la de los árboles que crecen en las latitudes inferiores. El mangle prieto es la especie dominante en los sitios con climas áridos, en donde la salinidad del suelo excede las 40 partes por mil (9).

Suelos y Topografía

La distribución del mangle prieto se ve altamente influenciada por los cambios en la microtopografía y los cambios consiguientes en la inundación de los suelos y su salinidad (8, 14).

La especie se puede encontrar por lo usual en las áreas bajas, tierra adentro a partir de la margen de los manglares. Sin embargo, crece también tierra adentro en áreas ligeramente elevadas, en donde la inundación por las mareas es menos frecuente. Los suelos aquí se encuentran cubiertos por unos pocos centímetros de agua continuamente estancada o se ven inundados solamente unas pocas veces por año (de 213 a 432 mareas por año, 10; de 152 a 158 mareas por año, 58).

El mangle prieto crece en suelos arenosos, cenagosos o arcillosos. Se le encuentra en arcillas fuertemente oxidadas o en suelos con unas altas concentraciones de piritita (2). Los suelos bajo los mangles prietos tienen un contenido de materia orgánica del 2 al 25 por ciento (23), pero los valores pueden llegar hasta el 58 por ciento (34, 58); el contenido de nitrógeno es bajo, alrededor del 0.4 por ciento (20).

La especie puede crecer en los suelos cuya salinidad varía entre 0 y 100 partes por mil (51). Bajo unas salinidades del

suelo altas el desarrollo estructural se ve suprimido (9). Las hojas excretan sal a través de glándulas especializadas y pueden verse cubiertas por la sal, contribuyendo de esta manera a una hojarasca salada (33).

Cobertura Forestal Asociada

El mangle prieto se puede encontrar en rodales puros o en una asociación estrecha con otras especies de mangle dentro de su distribución. Crece junto con *Rhizophora mangle* L., *R. harrisonii* Leechm., *R. racemosa* G.F.W. Meyer, *Avicennia tonduzzii* Moldenke, *A. schaueriana* Stapf & Leechm., *A. bicolor* Standl., *Laguncularia racemosa* Gaertn. y *Pelliciera rhizophorae* Tr. & Pl.

En los bosques en hoyadas, en donde las salinidades son de alrededor de 30 a 40 partes por mil, el mangle prieto crece con el mangle blanco (*L. racemosa*); si las salinidades del suelo son de más de 50 partes por mil, el mangle prieto será dominante (8). En áreas con una salinidad del suelo baja, el mangle prieto se puede encontrar asociado con *Pterocarpus officinalis* Jacq., *Mora oleifera* (Triana) Duke, *Conocarpus erecta* L. y el helecho *Acrostichum aureum* Troll, Sloane, Hooker.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores se encuentran en inflorescencias axilares y terminales, con 1 a 15 pares de flores por espiga. Son pequeñas (de 1 a 2 cm de ancho), sésiles y con brácteas imbricadas. La corola tiene cuatro lóbulos. Los pétalos son amarillos o de color crema a blanco, por lo general con un color amarillento en la entrada del tubo de la corola (15, 38). La fragante flor, que es polinizada por los insectos, tiene un ovario de dos células; cada lóculo contiene dos loculitas (39). La florescencia es esporádica a través del año, aunque se pueden observar máximos bien marcados (36, 45). La madurez sexual se alcanza cuando las plantas tienen de 2 a 3 m de altura (26).

La especie se considera como vivípara debido a que la germinación ocurre cuando el embrión se encuentra todavía encerrado dentro del fruto. Una plántula distintiva se desarrolla antes de la caída del fruto del árbol progenitor. La expansión de los cotiledones y el desarrollo de hojas plumulares es evidente (54).

Tres de los cuatro óvulos son abortados, produciendo un fruto con una sola semilla. El fruto es oblongo o elíptico, con un peso aproximado de 1.1 g y una longitud promedio de 1.8 cm (6). Se han reportado árboles produciendo más de 300 frutos por año (14).

Las plántulas flotan al caer y son transportadas por las corrientes de las mareas. El propágulo desprende su pericarpio y produce raíces dentro de un período de 3 semanas después de la dispersión (45). Las plántulas de *Avicennia* pueden verse anegadas (10). El establecimiento se ve limitado a las áreas sobre el nivel del agua durante la marea baja (64). La turbulencia de las aguas inhibe el desarrollo de las raíces y las altas temperaturas del agua (de 39 a 40 °C) que duran por más de 48 horas son letales a las plántulas (37).

Se han reportado unas densidades de 0.07 plántulas/m² (34, 58) y unas tasas de establecimiento de 0.06 plántulas/

m²/año (4). Las cohortes de las plántulas de mangle prieto exhiben una supervivencia de hasta el 30 por ciento (17, 46).

Reproducción Vegetativa.—El mangle prieto rebrota bien al ser cortado, siempre que el tocón no se encuentre sumergido (36). Las técnicas de acodo aplicadas a esta especie han tenido poco éxito; solamente el 6 por ciento de los árboles produjeron raíces y raicillas (6).

Etapas del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento del mangle prieto se caracteriza por un crecimiento continuo de los ejes (de acuerdo al modelo de Attim, 19). La ramificación es difusa, con ejes secundarios ligeramente oblicuos (26). Se producen anillos de crecimiento y el número de anillos y el diámetro promedio de la sección parecen mostrar una relación. Sin embargo, el número de anillos no está relacionado a la edad (18). Las mediciones del diámetro con respecto a la edad para los individuos de mangle prieto en el Caribe muestran un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) promedio de 8.6, 12.2 y 19.1 cm para árboles de 10, 20 y 50 años, respectivamente (43).

El plantado de plántulas silvestres (de 0.6 m de alto) ha dado unos resultados pobres (21). *Avicennia* spp. en la región Indo-Pacífica se planta usando plántulas durante los períodos de marea baja (56).

Las plantas de 0.5 a 1.5 m de alto, transplantadas con un terrón 1.5 veces más ancho que la altura del árbol, tuvieron una buena recuperación (44). Los brinzales podados crecieron 3.9 veces más rápidamente que los controles sin podar (44). La estatura del árbol varía enormemente, con algunos individuos maduros (activos en la reproducción) con una altura de solamente 20 cm y otros creciendo a una altura de 36 m con un d.a.p. de 1.8 m (fig. 2). Las condiciones climáticas



Figura 2.—Distribución del mangle prieto, *Avicennia germinans*, en el Nuevo Mundo.

y edáficas son responsables por esta variabilidad (9, 23). En el Caribe, los bosques de mangle prieto por lo general no exceden los 15 m, a pesar de que se pueden encontrar individuos de hasta 30 m de altura en la costa muy húmeda de la América Central. Los bosques en hoyadas mono-específicos de mangle prieto en el sur de la Florida tienen unas áreas basales de 12.5 a 21.2 m²/ha y la densidad arbórea varía entre 2,467 y 6,511 árboles/ha (34, 58).

En los bosques ribereños en Venezuela, las parcelas dominadas por los mangles prietos tuvieron unos volúmenes madereros de hasta 350 m³/ha (35). En Puerto Rico, el incremento en diámetro anual periódico fue de 0.42, 0.46 y 0.51 cm por año en tres rodales similares en un período de 37 años después de la tala rasa (62). El crecimiento en área basal periódico (tabla 1) disminuyó con la edad. Estos resultados provienen de mangles prietos creciendo en rodales dominados por el mangle blanco (*L. racemosa*).

En los bosques ribereños de Venezuela se usan parcelas de 20 por 300 m rotadas cada 30 años como unidades para el manejo (35). *Avicennia* spp. en la India han sido usadas con un sistema de corta masiva y unas rotaciones de 15 a 25 años. En este caso, se dejan de 50 a 60 árboles por hectárea como fuentes de semillas para la regeneración (16).

Se han medido unas tasas de producción primaria netas de entre 0.94 y 2.7 gC/m²/día en los bosques de mangle prieto creciendo en aguas con un bajo contenido de cloro (de 5 a 16 partes por mil) (7). La producción primaria bruta (que promedia 8.62 gC/m²/día (33) aumenta junto con el contenido de cloro de entre 5 y 16 partes por mil (7). La producción de madera en un bosque perturbado fue de 1.74 g/m²/día (33). El índice de complejidad (22) de los rodales de mangle prieto en el sur de la Florida disminuyó de 40 a 3.4 cuando la salinidad del suelo aumentó de 40 a 65 partes por mil (34, 58). La pérdida de agua por medio de la transpiración en los mangles prietos fue de 2.53 mm por día, comparada con 4.19 mm por día para rodales adyacentes de mangle colorado (33).

Comportamiento Radical.—El mangle prieto se

caracteriza por un sistema radical subterráneo superficial con raíces hundidoras ("sinker roots") y pneumatóforos con geotropía negativa que se desarrollan a partir de raíces laterales horizontales (24). Unas raíces blandas y delgadas emergen ocasionalmente del tronco de los árboles viejos (39, 50). Los pneumatóforos son responsables por los procesos de intercambio de gases (30, 49). Se ha medido una densidad promedio de 672 pneumatóforos/m² en los bosques en hoyadas del sur de la Florida (4, 58). Sin embargo, el número de pneumatóforos en la realidad es altamente variable (2). La altura de los pneumatóforos aumenta con la profundidad de las aguas (29).

La biomasa radical en el género *Avicennia* puede constituir hasta el 65 por ciento de la biomasa arbórea total (11). Las raíces fibrosas constituyen aproximadamente el 50 por ciento, mientras que los pneumatóforos y las raíces laterales constituyen aproximadamente el 25 por ciento cada uno de la biomasa radical total (11). Unas altas tasas de producción de raíces permiten el establecimiento de la especie en las tierras costeras que aumentan rápidamente a través de depósitos y permiten a la vez su ajustamiento a la sedimentación rápida (64).

Reacción a la Competencia.—El mangle prieto se considera como intolerante a la sombra y es incapaz de regenerarse incluso bajo una sombra moderada (45, 61). En áreas en donde existe un flujo constante, el mangle prieto se ve dominado por otras especies de mangle. En las partes internas del bosque bajo unas condiciones de baja salinidad del suelo, las especies de agua salobre, tales como *Pterocarpus officinalis* y *Mora oleifera*, compiten con éxito con el mangle prieto (16).

Agentes Dañinos.—El barrenador de la madera *Sphaeroma terebrans* Bate ha sido encontrado en las raíces expuestas del mangle prieto (48). Los hongos *Alternaria alternata* y *Phytophthora* spp. han sido reportados como la causa de la defoliación y muerte de las especies australianas de *Avicennia* (13, 41). La infestación de las hojas y la defoliación debido a los cóccidos *Icerya seychellarum* Westw. y la oruga *Cleora injectaria* Walker han sido observadas en *Avicennia* spp. en el Indo-Pacífico (40, 42). Es común el observar una alta actividad de los minadores de las hojas en los árboles de mangle prieto.

El mangle prieto es muy susceptible a los cambios en los patrones hidrológicos. Las sequías o las inundaciones pueden causar una mortalidad extensa (3). La especie es volcada con facilidad por los vientos y muere con la exposición a unas bajas concentraciones de herbicidas basados en auxinas (57, 60). La madera es susceptible al ataque por las termitas de la madera seca (28). Otros reportan que la madera es resistente a las termitas, pero que es dañada severamente por los hongos y la polilla de mar (1, 52).

USOS

El mangle prieto se usa como una fuente de leña y carbón en muchas áreas costeras de la América Tropical. Se le usa también para vigas de bajo costo, marcos para puertas, botes, muelles, postes de embarcaderos, postes de telégrafo y alambrado eléctrico y traviesas de ferrocarril (16, 28, 59). La madera responde de manera adecuada a la impregnación con creosote (1) y con preservativos de borato cromado encobrado y arsenato cromado encobrado (25).

Tabla 1.—Crecimiento en el área basal en tres manglares en Puerto Rico talados en 1937. *Avicennia* constituyó del 2 al 6 por ciento de los tallos en 1938 y del 20 al 30 por ciento en 1975*

Período	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Avicennia germinans</i>	Total
Años	----- m ² /ha/año -----		
1938-1945	nd †	nd	0.18
	nd	nd	1.20
	nd	nd	1.48
1945-1949	2.80	0.44	3.24
	2.17	0.37	2.54
	0.92	0.29	1.21
1951-1955	0.77	0.58	1.35
	0.71	0.31	1.02
	0.63	0.48	1.11
1955-1975	0.67	0.08	0.75
	0.94	0.12	1.06
	0.71	-0.04	0.67

*Información adaptada de Weaver 1979 (61).

† No disponible.

La madera tiene un peso específico de 0.8 a 1.0 y un encogimiento radial y tangencial de 7.1 y 10.2 por ciento, respectivamente. Su dureza y módulo de ruptura se clasifican como moderados (1, 53). La madera del mangle prieto es tosca y posee una fibra desigual. El duramen contiene un compuesto de lapachol que le otorga una coloración amarillenta (36). El parénquima de la madera es escasamente paratraqueal y las fibras de la madera tienen por lo usual unas paredes gruesas (47).

La madera del mangle prieto ha sido reportada como adecuada para los tableros de partículas y la pulpa para papel (53). La pulpa se puede obtener con éxito usando el proceso de soda; sin embargo, se deberá mezclar con otros tipos de madera debido al corto tamaño de sus fibras (47). El contenido de alfa-celulosa es por lo general del 69 por ciento. La madera responde de manera adecuada al secado al aire.

La madera del mangle prieto se ha reportado como difícil de trabajar (47), pero otros (1) la han descrito como adecuada para el aserradero. Se observó una poca abrasión en las sierras de acero usadas para cortar la madera de mangle prieto a 22 m/s y con un corte a un ángulo de 40° (1).

La corteza del mangle prieto se usa como una fuente de taninos, a pesar de que el contenido de tanino soluble es de solamente del 5.5 al 12.7 por ciento, calculado en base al peso en seco. Las infusiones de la corteza se utilizan como un astringente. La resina se usa para el tratamiento de úlceras, hemorroides, diarreas y tumores (16). Las especies del género *Avicennia* son favorecidas por los apicultores ya que contribuyen a la producción de una miel de buena calidad (12). Las semillas germinadas son comestibles cuando cocidas, pero venenosas cuando crudas (28). Se puede obtener sal para la cocina o para la mesa a partir del follaje cubierto de sal (28).

El suelo bajo los bosques de *Avicennia* ha sido reportado como adecuado para la reclamación de tierras en África. Los bajos contenidos de sulfuro y de materia orgánica de estos suelos previenen la reducción drástica en el pH observada después del drenaje de los suelos en otros manglares (20).

El mangle prieto se considera como un estabilizador del suelo. En las áreas cerca de la línea de la marea alta promedio, se cree que el mangle prieto reduce la velocidad de las corrientes y promueve la sedimentación (5, 63). A lo largo de las costas con un declive agudo, los mangles prietos son responsables por la retención del material depositado (2, 63).

El mangle prieto puede también ser un rápido productor de hojarasca. Las tasas de producción de hojarasca en los manglares mono-específicos muestran unas temporadas bien marcadas con una producción máxima durante la temporada lluviosa. Las tasas máximas fluctúan entre 2.5 y 3.3 g/m²/día, mientras que las tasas mínimas varían entre 0.4 y 0.5 g/m²/día (34, 58). Las tasas anuales de producción de hojarasca en bosques mono-específicos de mangle prieto en el sur de la Florida promedian de 4.5 a 4.7 t/ha (34, 58). La descomposición de este material resulta en un detrito altamente nutritivo que sostiene la producción secundaria en los esteros cercanos (58). La materia orgánica se lixivia de las hojas de mangle prieto con facilidad y posee una relación de carbono a nitrógeno baja que resulta en unas altas tasas de descomposición (34, 58). Estas condiciones ayudan al desarrollo de una red alimenticia compleja que incluye a muchas especies de peces, moluscos y crustáceos comercialmente importantes (58).

GENETICA

El género *Avicennia* ha sido revisado por Moldenke (38, 39). Este autor separó el género de la Verbenaceae, creando la nueva familia Avicenniaceae. Se han reportado cuatro especies de *Avicennia* en la América Tropical: *A. germinans* (L.) L., *A. bicolor* Standl., *A. tonduzzii* Moldenke y *A. schaueriana* Stapf & Leecm. Little (27) mantiene a *A. nitida* en vez de *A. germinans* (L.) Stearn. Muchos autores consideran a *A. africana* P. Beauv., una especie dominante a lo largo de la costa del África Occidental, como la misma especie que *A. germinans* (L.) L.

La especie es altamente polimórfica y existen grandes variaciones entre las poblaciones que crecen bajo diferentes condiciones. El tamaño de las hojas es uno de los parámetros más variables; alguna de esta variación se debe a la salinidad del suelo.

LITERATURA CITADA

1. Arroyo, Joel P. 1970. Propiedades y usos posibles de los mangles de la región del Río San Juan en la reserva forestal de Guarapiche. Boletín del Instituto Latino-Americano de Investigación y Capacitación. 33/34: 53-76.
2. Augustinus, P.G.E.F.; Slager, S. 1971. Soil formation in swamp soils of the coastal fringe of Surinam. Geoderma. 6: 203-211.
3. Bacon, Peter R. 1970. The ecology of Caroni Swamp, Trinidad. Special Publication. Port of Spain, Trinidad and Tobago: Central Statistical Office. 68 p.
4. Banner, A. 1977. Revegetation and maturation of restored shorelines in Indian River. En: Proceedings, 4th annual conference on restoration of coastal vegetation in Florida. Tampa, FL: Environmental Studies Center, Hillsborough Community College: 13-44.
5. Carlton, Jeffrey M. 1974. Land-building and stabilization by mangroves. Environmental Conservation. 1(4): 285-294.
6. Carlton, Jeffrey M.; Moffler, Mark D. 1978. Propagation of mangroves by air-layering. Environmental Conservation. 5(2): 147-150.
7. Carter, Michael R.; Burns, Lawrence A.; Cavinder, Thomas R. [y otros]. 1973. Ecosystems analysis of the Big Cypress Swamp and estuaries. EPA 904/9-74-00Z. Atlanta, GA: U.S. Environmental Protection Agency. [s.f.].
8. Cintrón, Gilberto; Lugo, Ariel E.; Martínez, Ramón. 1985. Structural and functional properties of mangrove forests. En: D'Arcy, W.G.; Correa A., M.D., eds. The botany and natural history of Panama. St. Louis, MO: Missouri Botanical Garden: 53-68.
9. Cintrón, Gilberto; Lugo, Ariel E.; Pool, Douglas J.; Morris, Greg. 1978. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. Biotropica. 10(2): 110-121.
10. Clarke, Lesley D.; Hannon, Nola J. 1970. The mangrove swamp and salt marsh communities of the Sydney District. III. Plant growth in relation to salinity and waterlogging. Journal of Ecology. 58: 351-369.

11. Clough, B.F.; Attiwill, P.M. 1975. Nutrient cycling in a community of *Avicennia marina* in a temperate region of Australia. En: Walsh, G.; Snedaker, S.C.; Teas, H., eds. Actas, international symposium on biology and management of mangroves. Gainesville, FL: University of Florida: 137-146.
12. Chakrabartig, K.; Chaudhuri, A.B. 1972. Wildlife biology of the Sunderbands forests: honey production and behaviour pattern of the honeybee. *Science and Culture*. 38(6): 269-276.
13. Chandrashekar, M.; Ball, M.C. 1980. Leaf blight of grey mangrove in Australia caused by *Alternaria alternata*. *Transactions of the British Mycological Society*. 75(3): 413-418.
14. Chapman, V.J. 1944. 1939 Cambridge University expedition to Jamaica. *Journal of the Linnean Society of London*. 12: 407-533.
15. Chapman, V.J. 1970. Mangrove phytosociology. *Tropical Ecology*. 11(1): 1-19.
16. Chapman, V.J. 1976. Mangrove vegetation. Vaduz, Lichtenstein: J. Cramer. 447 p.
17. Davis, John H. 1940. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. *Papers of the Tortugas Laboratory (Carnegie Institution)*. 32: 303-412.
18. Gill, A. Malcolm. 1971. Endogenous control of growth-ring development in *Avicennia*. *Forest Science*. 17(4): 462-465.
19. Hallé, F.; Oldeman, R.A.A.; Tomlinson, P.B. 1978. Tropical trees and forests: an architectural analysis. New York: Springer-Verlag. 441 p.
20. Hesse, P.R. 1961. Some differences between the soils of *Rhizophora* and *Avicennia* mangrove swamp in Sierra Leone. *Plant and Soil*. 14: 335-461.
21. Holdridge, L.H. 1940. Some notes on the mangrove swamps of Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 1(4): 19-29.
22. Holdridge, L.H. 1967. Life zone ecology. Rev. ed. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
23. Jenik, Jan. 1978. Roots and root systems in tropical trees: morphologic and ecologic aspects. En: Tomlinson, P.B.; Zimmerman, Martin H., eds. *Tropical trees as living systems*. Cambridge: Cambridge University Press: 323-349.
24. Jiménez, Jorge Arturo. 1981. The mangrove of Costa Rica: a physiognomic characterization. Coral Gables, FL: University of Miami. 130 p. Tesis de M.S.
25. Karstedt, P.; Liese, W. 1973. Protection of mangrove wood with water-borne preservatives. *Holz als Roh-und Werkstoff*. 31(2): 73-76.
26. Lescure, Jean Paul. 1980. Ecological aspects of the mangrove forest in French Guiana. En: *Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares*. Montevideo, Uruguay: Unesco, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe: 76-93.
27. Little, E.L., Jr. 1961. *Avicennia nitida* (Nomenclature). *Phytologia*. 8(2): 49-57.
28. Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 548 p.
29. Lugo, Ariel E. 1981. The inland mangroves of Inagua. *Journal of Natural History*. 15(5): 845-852.
30. Lugo, Ariel E.; Evink, Gary; Brinson, Mark M. [y otros]. 1975. Diurnal rates of photosynthesis, respiration and transpiration in mangrove forests of south Florida. En: Golley, Frank B.; Medina Ernesto, eds. *Tropical ecological systems*. New York: Springer-Verlag: 335-350.
31. Lugo, Ariel E.; Patterson-Zucca, Carol. 1977. The impact of low temperature stress on mangrove structure and growth. *Tropical Ecology*. 18(2): 149-161.
32. Lugo, Ariel E.; Snedaker, Samuel C. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 5: 39-64.
33. Lugo, Ariel E.; Snedaker, Samuel C. 1975. Properties of a mangrove forest in southern Florida. En: Walsh, G.; Snedaker, S.C.; Teas, H., eds. Actas, international symposium on biological management of mangroves. Gainesville, FL: University of Florida: 170-212.
34. Lugo, Ariel E.; Twilley, Robert R.; Patterson-Zucca, Carol. 1980. The role of mangrove forests in the productivity of coastal ecosystems in south Florida. Gainesville, FL: Center for Wetlands, University of Florida; final report to U.S. Environmental Protection Agency, Corvallis Environmental Research Laboratory, Corvallis, OR; contract R806079010. 281 p.
35. Luna Lugo, Anibal. 1976. Manejo de manglares en Venezuela. *Boletín del Instituto Forestal Latino-Americano*. 50: 41-56.
36. Marshall, R.C. 1939. *Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago*, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
37. McMillan, Calvin. 1971. Environmental factors affecting seedling establishment of the black mangrove on the central Texas coast. *Ecology*. 52(5): 927-929.
38. Moldenke, Harold. 1973. Avicenniaceae. En: Woodson, Robert E., Jr.; Schery, Robert W., eds. *Flora of Panama*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 60: 149-154.
39. Moldenke, Harold N. 1975. Additional notes on the genus *Avicennia*. VI. *Phytologia*. 32(5): 436-457.
40. Newberry, D. McC. 1980. Infestation of the coccid, *Icerya seychellarum* Westw. on the mangrove *Avicennia marina* (Forsk.) Viernh. on Aldabra Atoll, with special reference to tree age. *Oecologia*. 45(3): 325-330.
41. Pegg, K.G.; Gillespie, N.C.; Forsberg, L.I. 1980. *Phytophthora* sp. associated with mangrove death in central coast Queensland. *Australian Plant Pathology*. 9(3): 6-7.
42. Piyakarnchana, T. 1981. Severe defoliation of *Avicennia alba* B1. by larvae of *Cleora injectaria* Walker. *Journal of the Scientific Society of Thailand*. 7(1): 33-36.
43. Puerto Rico Water Resources Authority. 1972. Aguirre power plant complex, environmental report. WRAES-8. 198 p.
44. Pulver, Terry R. 1976. Transplant techniques for sapling mangrove trees, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* and *Avicennia germinans* in Florida. *Florida Marine Research Publications*. 22: 1-14.
45. Rabinowitz, Deborah. 1978. Dispersal properties of mangrove propagules. *Biotropica*. 10(1): 47-57.
46. Rabinowitz, Deborah. 1978. Mortality and initial propagule size in mangrove seedlings in Panama. *Journal of Ecology*. 66: 45-51.
47. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. *Timbers of the new world*. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
48. Rehm, Andrew E. 1976. The effects of the wood-boring isopod *Sphaeroma terebrans* on the mangrove communities of Florida. *Environmental Conservation*. 3(1): 47-57.
49. Scholander, P.F.; Van Dam, L.; Scholander, S.I. 1955. Gas exchange in the roots of mangroves. *American Journal of Botany*. 42: 92-98.

50. Snedaker, Samuel C.; Jiménez, Jorge A.; Brown, Melvin S. 1981. Anomalous aerial roots in *Avicennia germinans* L. in Florida and Costa Rica. *Bulletin of Marine Science*. 31(2): 467-470.
51. Soto, Ricardo; Jiménez, Jorge A. 1982. Análisis fisionómico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Biológica Tropical*. 30(2): 161-168.
52. Southwell, C.R.; Bultman, J.D. 1971. Marine borer resistance of untreated woods over long periods of immersion in tropical waters. *Biotropica*. 3(1): 81-107.
53. Surinam Forest Service. 1955. Surinam timber. 2^a ed. Paramaribo. 93 p.
54. Swamy, B.G.L.; Padmanabhan, D. 1961. Notulae Embryologicae 1. The functions of endosperm in *Avicennia officinalis*. *Current Science*. 11: 424-425.
55. Thom, Bruce G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology. Tabasco, México. *Journal of Ecology*. 55: 301-343.
56. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford: Clarendon Press. Vol. 2.
57. Truman, R. 1961. The eradication of mangroves. *Australian Journal of Science*. 24: 198-199.
58. Twilley, Robert C. 1982. Litter dynamics and organic carbon exchange in black mangrove (*Avicennia germinans*) basin forests in a southwest Florida estuary. Gainesville, FL: University of Florida. 260 p. Disertación doctoral.
59. Uphof, J.C. 1968. Dictionary of economic plants. Germany: Verlag von J. Cramer. 591 p.
60. Wadsworth, F.H.; Englerth, G.H. 1959. Effects of the 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 20(1 & 2): 38-51.
61. Watson, J.G. 1928. Mangrove forests of the Malay Peninsula. *Malayan Forest Records*. 6(24): 125-149.
62. Weaver, Peter L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
63. Wells, John T.; Coleman, James M. 1981. Periodic mudflat progradation, northeastern coast of South America: a hypothesis. *Journal of Sedimentary Petrology*. 51(4): 1069-1075.
64. West, Robert C. 1977. Tidal salt-marsh and mangal formations of Middle and South America. En: Chapman, V.J., ed. *Ecosystems of the world. Wet coastal ecosystems*. Oxford: Elsevier Scientific Publishing Co.: 193-213. Vol. 1.

Azadirachta indica A. Juss.

Margosa, neem

Meliaceae

Familia de la caoba

John A. Parrotta y A.N. Chaturvedi

Azadirachta indica A. Juss., conocido comúnmente como margosa y paraíso de la India en español y como neem en inglés e hindi, es un árbol de tamaño de mediano a grande, caracterizado por su fuste corto y recto, una corteza arrugada de color de marrón oscuro a gris y una copa densa y redondeada con hojas pinadas (fig. 1). Nativa al sur de Asia, la margosa se planta y naturaliza extensamente en las áreas semiáridas a través de Asia y África. Ha sido introducida a varias de las islas del Caribe, en donde se le cultiva más que nada para sombra, combustible y numerosos productos no madereros que se obtienen de las hojas, la fruta y la corteza. Entre estos se encuentran agentes medicinales e insecticidas. La margosa es siempreverde, excepto en las áreas susceptibles a las heladas y las sequías.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

A pesar de que su distribución natural no se conoce con precisión, se cree que la margosa es nativa al sur de Asia, en



Figura 1.—Un árbol de margosa, *Azadirachta indica*, creciendo en la India.

donde crece en los bosques naturales en las regiones más secas del sur de la India y Myanmar (anteriormente Burma) (28) (fig. 2). Por muchos siglos, tal vez miles de años, la margosa se ha cultivado en la India, Paquistán, Sri Lanka, Bangladesh, Myanmar, Tailandia, el sur de Malasia y en las islas más secas de Indonesia, hacia el este de Java. Se ha naturalizado en varias localidades a través de esa región (4, 10, 28, 82). Durante el siglo XIX, la margosa fue introducida a Fiji y Mauricio, en donde se ha naturalizado. La margosa también se ha esparcido a otras islas en el Pacífico del Sur (4).

La margosa se introdujo al oeste de África al principio del presente siglo y, más recientemente, a otras regiones tropicales y subtropicales en el Medio Oriente, la América Central y del Sur, la región del Caribe y el sur de la Florida (3, 54, 74). En la región del Caribe la margosa se ha naturalizado posterior a su introducción como un árbol de sombra y ornamento en Haití, las Islas Vírgenes Británicas, Antigua, Trinidad y Surinam (4, 47, 48). Se han establecido plantaciones a pequeña escala en la República Dominicana, Cuba (11), el sur de la Florida, Arizona y en la península de Baja California (54). Se han establecido plantaciones más extensas durante los últimos 10 años en el norte de Australia, en donde la margosa está siendo evaluada como una especie para la reforestación de los sitios denudados de minas

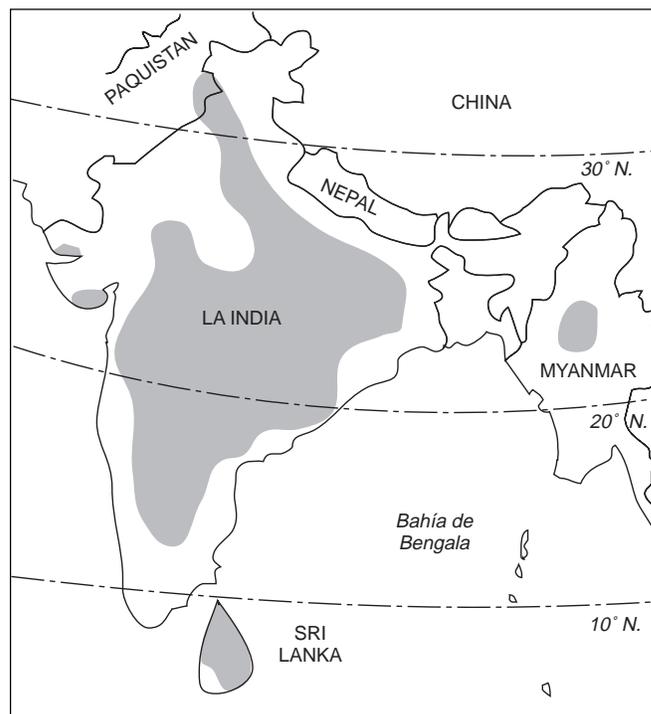


Figura 2.—La distribución natural y naturalizada aproximada de la margosa, *Azadirachta indica*, en el sur de Asia, indicada por el área sombreada.

de bauxita.¹

Clima

A través de la distribución natural e introducida de la margosa, la temperatura anual promedio varía entre 21 y 32 °C (1). En la India crece en las regiones con unas temperaturas a la sombra mínimas y máximas absolutas de 0 y 49 °C, respectivamente (78). La precipitación normal dentro de esta área de distribución varía entre 450 y 1150 mm por año (78), aunque la margosa crece a veces en sitios que reciben solamente 250 mm de precipitación anual. En la India, la margosa se usa en programas de reforestación en las regiones áridas y semiáridas de Andhra Pradesh, Bihar, Gujarat, Maharashtra, Rajasthan y Uttar Pradesh. En la región del Sahel en África es una de las mejores especies para plantar en los sitios que reciben menos de 600 mm de precipitación anual, con una estación seca de 5 a 7 meses de duración (1).

Suelos y Topografía

En la India, la margosa crece en los llanos bajos y en las áreas montañas que alcanzan una elevación de aproximadamente 1,850 m. En su distribución introducida, la margosa se cultiva desde el nivel del mar hasta una elevación de 1,500 m (1, 54).

La margosa es tolerante a la mayoría de tipos de suelo, incluyendo los suelos poco profundos secos y pedregosos, las costras lateríticas, los Vertisoles, las arenas altamente lixiviadas y las arcillas (78). Está bien adaptada a los suelos con unos valores de pH de entre 5.0 y 8.5, pero crece mejor en los suelos profundos, porosos y bien drenados, con un pH de 6.0 a 6.5 (1, 31). Es moderadamente tolerante a los suelos altamente alcalinos con unos niveles altos de sodio, carbonatos y bicarbonatos (29) y se ha establecido con éxito en los sitios escarpados y severamente erosionados (16, 30), a la vez que en los suelos degradados con capas duras calcáreas cerca de la superficie (16). El crecimiento de la margosa es pobre en los sitios anegados, las arcillas cenagosas, las llanuras aluviales cenagosas y las arcillas pobremente drenadas (78), a la vez que en las arenas secas en donde el nivel de agua subterránea durante la estación seca se encuentra debajo de los 18 m de profundidad (1). En los suelos deficientes en zinc o potasio, el crecimiento de los árboles de margosa es pobre (54). La tasa de crecimiento de la margosa parece estar estrechamente relacionada a la disponibilidad de humedad en el suelo. El crecimiento es mejor en los sitios con un drenaje libre en donde el nivel del agua subterránea fluctúa entre una profundidad aproximada de 3 a 5 m a través de todo el año.

La margosa es una especie útil para mejorar la fertilidad del suelo en los sitios secos degradados, debido a la calidad de su hojarasca y a la tasa de descomposición foliar relativamente rápida (58). En los Acrisoles férricos de francos arenosos en barbecho en Togo, el pH y las concentraciones de calcio del suelo superficial bajo rodales de margosa de 5 años de edad aumentaron a una tasa mayor que los de rodales adyacentes de *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. y

Albizia lebbek (L.) Benth. (25). En otras partes de África, se han observado incrementos en el pH del suelo de 5.0 a 7.0 bajo rodales de margosa (1, 58).

Cobertura Forestal Asociada

En la India, la margosa se encuentra en una variedad de tipos de bosque secos siempreverdes, caducifolios y espinosos (15). En los bosques secos siempreverdes hacia el norte se ve comúnmente asociada con *Albizia amara* Boivin, *A. lebbek*, *Manilkara hexandra* (Roxb.) Dub., *Sapindus emarginata* Vahl y *Tamarindus indica* L. En los bosques desérticos espinosos norteños crece en asociación con *Acacia leucophloea* Willd., *A. senegal* Willd., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Flacourtia indica* (Burm. f.) Merr., *Holoptelea integrifolia* Planch. y *Prosopis cineraria* (L.) Druce. En los bosques de teca muy secos sus socios incluyen *Anogeissus latifolia* Wall., *Boswellia serrata* Roxb., *Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr., *Sterculia urens* Roxb. y *Tectona grandis* L. f. En los bosques tropicales sureños secos caducifolios mixtos, la margosa crece junto con *Acacia catechu* Willd., *A. latifolia*, *A. leucophloea*, *Bauhinia* spp., *Boswellia serrata* y *Terminalia tomentosa* W. & A., a la vez que en los bosques sucesionales dominados por *Acacia* spp. y *Anogeissus pendula* Edgw. La margosa se puede también encontrar en los bosques espinosos tropicales sureños junto con *Acacia catechu*, *A. chundra* Willd., *A. ferruginea* DC., *A. latronum* Willd., *A. leucophloea*, *A. nilotica* (L.) Del. ssp. *indica* (Benth) Bren., *Albizia amara* y *Chloroxylon swietenia* DC.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores de la margosa aparecen en panículas estrechas y ramificadas de 5 a 15 cm de largo (fig. 3). Las flores individuales están compuestas de 5 lóbulos del cáliz, redondeados y de un color verde pálido; 5 pétalos blancos, oblongos y redondeados de 0.5 cm de largo; 10 estambres unidos en un tubo y un pistilo con un ovario redondeado y un estilo delgado. En su área de distribución natural y en el Caribe, la margosa florece entre marzo y mayo (12, 48). En la zona Sudán-Sahélica en África, la florescencia ocurre por lo general entre abril y julio (1).

Las frutas en forma de aceitunas (drupas) tienen de 1.0 a 2.0 cm de largo, son lisas y de un color de amarillo verdoso a amarillo cuando maduras. Las frutas de la margosa maduran de junio a agosto en la India y entre septiembre y diciembre en la zona Sudán-Sahélica de África (1, 12, 78). Las frutas por lo usual contienen una sola semilla elíptica, ocasionalmente dos, rodeadas de una pulpa dulce, la cual tiene un fuerte olor que recuerda al del ajo. La producción de la fruta comienza por lo usual cuando los árboles tienen de 3 a 5 años de edad y es profusa cuando los árboles alcanzan su productividad máxima a los 10 años de edad aproximadamente (4, 54, 74).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Por lo normal se pueden encontrar entre 4,000 y 5,000 semillas por kilogramo en las frutas de la margosa, a pesar de que la información inédita sobre el peso de las semillas varía entre 900 y 6,300 semillas por kilogramo (1, 16). Las semillas se ven dispersadas por las aves.

¹Wood, Tim. 1993. Comunicación personal. Archivado en Agridyne Technologies, Inc., 417 Wakara Way, Salt Lake City, UT 84108, USA.

Las frutas deberán ser recolectadas de las ramas cuando totalmente maduras o del suelo, dentro de un período de 1 a 2 días después de la caída de la fruta. Las frutas se esparcen luego sobre esteras bajo una sombra leve y se secan al aire por 4 ó 5 días (72). Después de secas se pueden almacenar a temperatura ambiente en sacos de tela previo a la siembra.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en la margosa es epigea (1). La margosa no requiere de escarificación, a pesar de que la remoción de la pulpa y el lavado de las semillas antes de la siembra mejora la germinación de manera significativa (46). La germinación por lo común es del 60 al 85 por ciento para las semillas limpiadas sembradas menos de una semana después de la recolección (1, 11, 46). Las semillas no retienen su viabilidad por más de 2 meses y deberán ser sembradas menos de 2 semanas después de la recolección. La rápida pérdida de viabilidad después de 2 semanas se ve acompañada por o posiblemente se debe a la fermentación de los cotiledones, lo que causa un cambio en su color, de verde a marrón (72).

La germinación comienza de 4 a 10 días después de la siembra y se completa por lo usual después de 3 a 5 semanas (11, 46). Las semillas pueden ser sembradas ya sea en contenedores para plántulas o en semilleros abiertos a un espaciamiento de 2.5 cm en líneas separadas por 15 cm. Las semillas deberán ser cubiertas ligeramente con tierra y parcamente irrigadas. La tierra en los viveros deberá ser floja y con un drenaje libre. La sombra no es necesaria, pero puede ser de utilidad bajo las condiciones extremadamente calientes (1). Las plántulas creciendo en semilleros abiertos deberán ser entresacadas a unos espaciamientos de 15 por 15 cm cuando tengan aproximadamente 2 meses de edad.

El crecimiento de las plántulas en el vivero es moderado

y se ve considerablemente impedido por la competencia. Las plántulas desarrollan una raíz primaria moderadamente larga, con un número moderado de raíces laterales distribuidas a lo largo. Bajo las condiciones apropiadas, las plántulas alcanzan por lo usual un tamaño plantable (de 10 cm de alto) en 2 a 3 meses (11) y alcanzan unas alturas de 0.6 a 1.5 m en 12 meses (78). En el norte de la India, donde la temporada de crecimiento se ve restringida a 7 u 8 meses, las plántulas cultivadas en el vivero alcanzan unas alturas de 10 a 20 cm después de un año, de 50 a 100 cm después de 2 años y de 150 a 210 cm después de 3 años (78).

Las plantaciones se pueden establecer al inicio de la estación lluviosa mediante la siembra directa de semillas, mediante el plantado de plántulas en contenedores o mediante el uso de plantas en tocón (78). En la India, se ha encontrado que la siembra directa de semillas es el método más económico y exitoso siempre que las semillas sean sembradas tan pronto después de su recolección como sea posible. Dependiendo de las condiciones locales, se han obtenido buenos resultados a través de la siembra directa usando un plantador entre los arbustos, la siembra al vuelo y la siembra en líneas, montículos o surcos (78). Las plántulas cultivadas en los viveros se pueden plantar cuando alcancen de 7 a 10 cm de altura y tengan una raíz pivotante de por lo usual 15 cm de largo aproximadamente (78). Para el plantado usando provisiones con las raíces desnudas, se recomienda la poda del tallo y las raíces. En los sitios muy secos se prefieren las plántulas de mayor tamaño, alcanzando por lo menos 45 cm de altura. En la India es usual el plantado de los tocones de plántulas de 1 a 2 años de edad preparados mediante la poda del tallo a una altura de 2.5 cm y de la raíz pivotante a una longitud de 25 cm.

La regeneración natural de la margosa es muy buena, excepto en los sitios sujetos a un pastoreo intenso y bajo unas condiciones de competencia severa con las gramíneas. Bajo las condiciones naturales las semillas se ven por lo usual dispersas durante la estación lluviosa y germinan dentro de un período de 2 semanas. La margosa se establece bien bajo los chaparrales espinosos y en los suelos pobres y secos.

Reproducción Vegetativa.—La margosa rebrota libremente al ser tumbada. En Tamil Nadu (en la India) se encontró que la corta alta, combinada con la poda de los vástagos resultó en una mortalidad menor en los acodos (de 3.8 por ciento) que en la corta baja (del 9 por ciento). El desmochado ofrece la ventaja adicional de proteger contra el forrajeo por el ganado y su uso es común en Africa Occidental (1). Las raíces lastimadas alrededor de los árboles tumbados producen a menudo vástagos radicales, especialmente en los sitios secos (16). La margosa puede ser propagada de manera vegetativa mediante el uso de estacas de ramas, obteniéndose mejores resultados cuando las estacas se tratan con ácido indolbutírico (AIB) (1).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Las tasas de crecimiento de la margosa varían de manera considerable dependiendo de la calidad del sitio y de la localidad. Por lo general, unos incrementos en el diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) promedio de entre 0.7 y 1.0 cm por año son típicos a través de una gran gama de condiciones del sitio en la India (62, 78). En los sitios favorables, el crecimiento es considerablemente más rápido después del primer año. En

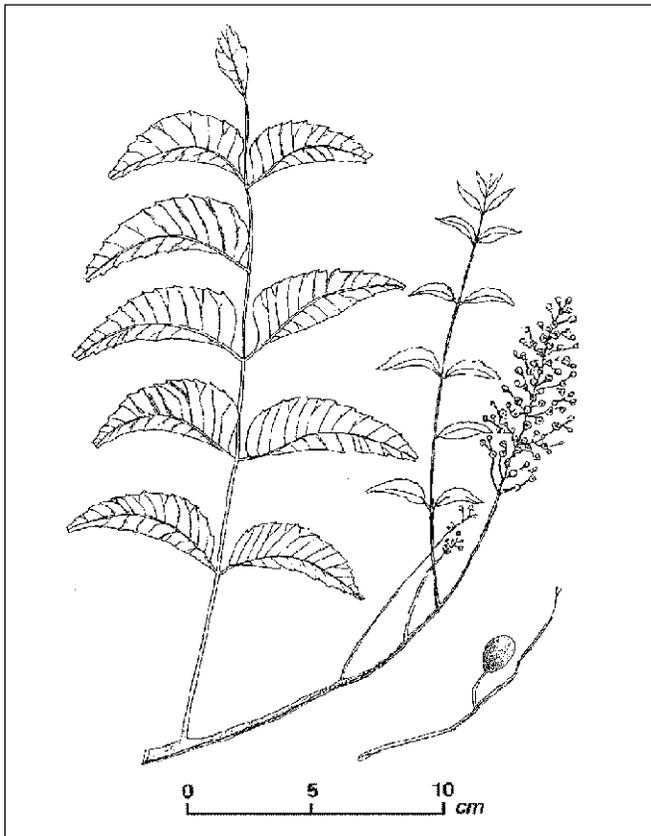


Figura 3.—Follaje y fruto de la margosa, *Azadirachta indica* (48).

dos plantaciones de 8 años de edad establecidas a un espaciamiento inicial de 2.5 por 2.5 m en unas arcillas relativamente fértiles en Cuba, los d.a.p. y los incrementos en altura anuales promedio fueron de entre 2.4 y 3.4 cm y de entre 1.8 y 1.9 m, respectivamente (11). Se han reportado unos incrementos similares en el crecimiento en altura en planteles de amenidad en Haití (47).

En Africa Occidental, en sitios buenos que reciben aproximadamente 800 mm de precipitación anual, se han reportado unas alturas promedio y un rendimiento de leña total en plantaciones de margosa de 4 años de edad de 3 a 5 m y de 10 a 12 m³ por ha, respectivamente (1). Se reportaron unos rendimientos de menos de 2 m³ por ha por año en plantaciones para leña establecidas a un espaciamiento de 4 por 4 m en un sitio que recibe entre 600 y 1200 mm de precipitación anual cerca de Ouagadougou, en Burkina Faso (68). En el norte de Nigeria, a través de una gama de condiciones de sitio, se obtuvieron unos rendimientos de leña totales de 2 a 18 m³ por ha en plantaciones de 8 años de edad (1).

En los sitios pobres en la India con unos suelos salinos y alcalinos y una capa calcarea dura a poca profundidad, las tasas de crecimiento fueron menores. Bajo tales condiciones, la altura arbórea promedio, el área basal y la biomasa total arriba de la superficie del terreno en plantaciones en bloque fueron de 2.7 m, 1.9 m² por ha y 1.7 t por ha a los 4 años, mientras que a los 8 años fueron de 3.1 m, 4.8 m² por ha y 6.2 t por ha, respectivamente (17). Bajo estas condiciones, se puede esperar que los árboles alcancen unas alturas de 6 a 12 m con unos d.a.p. de 20 a 26 cm a una edad de 20 años. En los suelos salinos en el norte de la India se reportaron una altura arbórea promedio y un d.a.p. de 9.0 m y 25.5 cm, respectivamente, en una plantación de 24 años de edad (69).

Existe poca información sobre las tasas de crecimiento de la margosa en los rodales de más edad. En una plantación de 44 años de edad bajo un manejo pobre en Uttar Pradesh (en la India), la altura arbórea promedio y el d.a.p. fueron de 10.7 m y 26 cm, respectivamente (78). En las áreas en la India en donde la margosa ha sido cosechada en operaciones madereras, se puede esperar una rotación de 40 a 50 años y un d.a.p. promedio de 32 cm al momento de la cosecha. En una plantación de 30 años de edad en Camerún, con una densidad de 287 árboles por hectárea, el diámetro del tallo promedio y el área basal promedio fueron de 33 cm y 25 m² por ha, respectivamente (1).

Los árboles adultos alcanzan unas alturas de 7 a 30 m y unos diámetros del tallo de 30 a 80 cm (1, 4). Los árboles maduros producen por lo usual de 30 a 50 kg de fruta anualmente y pueden vivir por 200 años o más (4).

Comportamiento Radical.—Los árboles de margosa establecidos forman unas raíces pivotantes profundas y un sistema radical lateral extenso. Estos árboles compiten agresivamente por la humedad disponible en el suelo. Un estudio de patrones de arraigamiento y de distribución de la biomasa radical en árboles de 6 años de edad en un sitio semiárido en el norte de la India encontró que para los árboles con un d.a.p. promedio de 9.5 cm y una amplitud de copa promedio de 4.2 m, la longitud de la raíz pivotante promedio y la extensión de las raíces laterales fueron de 1.2 m y 1.5 m, respectivamente (77). En este estudio, las raíces constituyeron el 9.9 por ciento de la biomasa arbórea total. Se encontró aproximadamente el 80 por ciento de la biomasa radical total en los primeros 30 cm del perfil edáfico. Al efectuar una comparación con 11 otras especies plantadas

en el sitio (incluyendo a *Acacia* spp., *Albizia lebbek*, *Dalbergia sissoo* Roxb., *Eucalyptus tereticornis* Sm., *Populus deltoides* W. Bartram ex Marshall y *Prosopis cineraria*), la relación entre la amplitud de las raíces y la amplitud de la copa fue mucho menor para la margosa (0.36) que para 10 de las otras especies (de 0.39 a 1.26).

Las raíces finas se ven a menudo asociadas con hongos micorrizas. En Senegal se han descrito unas asociaciones con micorrizas vesciculares-arbusculares (VA) de los géneros *Glomus* y *Gigaspora* (23).

Reacción a la Competencia.—La margosa es una especie con una alta demanda de luz, pero tolera la sombra moderada durante las etapas de crecimiento iniciales. Es intolerante a la competencia por las gramíneas durante las etapas de plántulas y de brinzal, requiriendo del desyerbado para asegurar su supervivencia, en particular en las áreas secas (1, 78). En los chaparrales espinosos en la India, las plántulas muestran una buena capacidad para sobresalir del dosel (18). La margosa se cultiva más a menudo en planteles en línea a lo largo de los caminos y carreteras y a la orilla de las siembras que en plantaciones en bloque, debido a su alta demanda de luz (1). En la India, el monocultivo de la margosa es raro. Se le cultiva más que nada en plantaciones de especies mixtas y se le maneja mediante el método de selección.

En la India, la margosa se planta usando el método taungya en líneas separadas por una distancia de 3.0 a 5.5 m, junto con *Acacia nilotica*. Se le siembra junto con una variedad de cosechas, por lo usual de algodón, ajonjolí y guisantes, por hasta 4 ó 5 años (78).

En el Africa Occidental, en donde la margosa se usa extensamente en las plantaciones para leña, los árboles por lo común se plantan a unos espaciamientos iniciales de 2.4 por 2.4 m y se manejan en unas rotaciones de 8 años (54).

Agentes Dañinos.—La margosa parece ser relativamente resistente al daño por plagas de insectos y patógenos. En el noroeste de la India fue una de las pocas especies de árboles que se vieron en su mayoría libres de los efectos de las invasiones severas por las langostas migratorias de 1926 a 1927 y de 1962 (4, 37). En el centro y el sur de la India, dos insectos cóccidos, *Palvinaria maxima* (el cóccido de la margosa) y *Aspidiotus orientalis* (Homoptera) y la larva de *Helopeltis theivora* (Lepidoptera) causan un daño severo a los árboles jóvenes (54, 76). Se ha reportado también la defoliación seria en las plantaciones de margosa en la India por *Acostis selenaria imparata* (Lepidoptera: Geometridae) (9). Entre otros insectos defoliadores que causan un daño menor se encuentran: las hormigas *Solenopsis* spp. (60); *Latoia lepida* (Cram) (59); un ácaro eriófito, *Calipitrimerus azadirachtae* (79); *Cryptocephalus ovulum* (Coleoptera: Chrysomelidae) (79); *Orthacris simulans* (Orthoptera: Acrididae) (79), y los lepidópteros *Laspeyresia aurantiana* (Eucosmidae) y *Cleora cornaria* (Geometridae) (9, 79). El barrenador *Zeuzera coffeae* y las ninfas de *Helopeltis antonii* (Lepidoptera: Cossidae) dañan ocasionalmente los tallos leñosos de los brinzales en la India (9).

Las infestaciones masivas de la cochinilla *Aonidiella orientalis* (Homoptera: Diaspididae), la cual ataca las hojas y los tallos tiernos, se han reportado durante los últimos 20 años en el Sudán, Chad, Camerún y Níger (13, 54). En Nigeria y en otras partes del Africa Occidental se han observado ocasionalmente las infestaciones por las termitas, particularmente *Apate monachus*, *Macrotermes bellisous*, *Microtermes* spp. y *Gryllotalpa* sp. y el parasitismo vegetal por *Lorantius* spp. (1, 58). Se sabe que las hormigas

defoliadoras, *Acromyrmex* spp., defolían los árboles de margosa en la América Central y del Sur (54).

Se han reportado varios patógenos fungales que causan la pudrición de las raíces, la pudrición blanca de la savia, la pudrición del duramen, la pudrición blanca esponjosa y la mancha foliar (causada por *Glomerella cingulata*) (54, 63, 76). Se ha reportado una bacteria, *Pseudomonas azederachtae*, causando una mancha foliar y un añublo en la India. En Níger y en otras regiones en el Sahel, han ocurrido en años recientes unos marchitamientos de terminales y una mortalidad de la margosa extensos. Mientras que anteriormente se creía que era causado por agentes bióticos tales como hongos, virus o bacterias, ahora se cree que el declive de la margosa se debe primariamente al estrés causado por las condiciones del sitio, tales como una humedad baja en el suelo, la competencia, la siembras mixtas y los suelos muy compactos (13).

En muchas partes de la distribución natural e introducida de la margosa, particularmente en la India y en la zona Sudán-Sahélica de África, los árboles sufren un daño considerable a través del forrajeo por los animales salvajes y domésticos y la corta de ramas por los seres humanos. En ambas regiones, las hojas se usan como forraje para los camellos y las cabras, y las ramitas jóvenes como cepillos de dientes.

La margosa es muy sensible a las heladas, especialmente en las etapas de plántula y de brinjal. A pesar de que puede tolerar unos períodos de sequía extensos, es muy susceptible al daño por el fuego (50). La margosa es resistente a los vientos y sus ramas rara vez se quiebran, excepto durante las tormentas severas.

USOS

La albura de la margosa es blanco grisácea y el duramen es variegado y rojo rosáceo cuando recién expuesto. Se vuelve de un color pardo rojizo y se asemeja a la caoba cuando seca (28, 78). La madera es fragante, moderadamente dura y pesada y de una textura de mediana a tosca, con una fibra estrechamente entrelazada. Los anillos de crecimiento anual se ven bien diferenciados, existiendo de 2.0 a 2.4 anillos por cm de radio (28). El peso específico de la madera de la margosa es de aproximadamente 0.68 g por cm³ o de entre 0.74 y 0.81 g por cm³ para la madera secada al aire (28). Tiene una resistencia a la compresión de 420 kg por cm² y un coeficiente de elasticidad de 70 t por cm² (28). Es dura y sostiene los clavos de una manera buena y no es difícil de aserrar, con una semejanza a la teca en cuanto a esta propiedad. Es fácil de trabajar a mano o con maquinaria eléctrica, pero no toma un buen pulido. Los maderos se secan bien, son durables incluso bajo condiciones expuestas y son resistentes al ataque de las termitas y otros insectos. La madera de la margosa se usa para la construcción general, entrepaños, muebles, carretas e implementos agrícolas, botes, tallado en madera y tambores. Se usa comúnmente en la India para la parte trasera de las alacenas y para el fondo de las gavetas como un repelente para las polillas. La margosa, una especie popular para los planteles de sombra y de ornamento en las partes más secas de la India, se usa particularmente a lo largo de las carreteras en las ciudades y los pueblos. En Asia y África, la margosa se ha plantado extensamente para la reforestación de las tierras degradadas y para la producción de leña (1,

54). Como combustible, tiene un valor calórico relativamente alto de 6.94 kcal por g (16).

La margosa es uno de los árboles mejores conocidos y más apreciados en el sur de Asia, en donde se le considera como sagrado por los hindúes debido a sus propiedades para prevenir enfermedades. En muchas comunidades en la India, la margosa tradicionalmente ocupa un lugar importante en los eventos sociales, culturales y religiosos (4). La margosa es una fuente importante para las preparaciones medicinales tradicionales dentro de los sistemas medicinales tribales ayurvédico, unani, tibbi y numerosos otros (10, 20, 34). Se reporta que varias partes del árbol poseen efectos analgésicos, antihelmínticos, antiperiódicos, antipiréticos, antisépticos, antisifilíticos, astringentes, demulcentes, diuréticos, emenagógicos, emolientes, y purgantes. Las preparaciones medicinales hechas con componentes procedentes de la margosa han sido usadas para tratar furúnculos, eczema, enfermedades oculares, dolores de cabeza, hepatitis, lepra, malaria, reumatismo, escrófula y úlceras (19, 20, 41, 54). Se ha demostrado que los extractos de la margosa poseen propiedades antibacterianas, antidiabéticas, antifungales y antivirales (49, 54).

El aceite acre y de color amarillo intenso extraído de las semillas de la margosa (aproximadamente del 20 al 40 por ciento en base al peso), conocido comercialmente como aceite de margosa y a veces usado como un aceite de baja calidad para lámparas, se usa en la medicina tradicional de la India por sus propiedades antisépticas y antihelmínticas y en una aplicación tópica en el tratamiento del reumatismo. Los estudios recientes han mostrado que el aceite de margosa actúa como un poderoso espermaticida, lo cual podría tener implicaciones importantes para el desarrollo de contraceptivos de bajo costo (54). El aceite de margosa contiene los ácidos mirístico y láurico y constituye una materia prima útil para la manufactura de cosméticos, lubricantes, ceras y otros productos (54, 58). En el sur de Asia se le utiliza al presente a una escala comercial en la manufactura de jabones, pastas de dientes y otros productos (10, 21). Aproximadamente el 60 por ciento del aceite de margosa producido en la India se usa para la manufactura de jabón (4). Las semillas se usan para la preparación de insecticidas y jabones para el cabello. Una goma de color ámbar que se obtiene de heridas en la corteza se valúa como un estimulante y tónico. La raíz y la corteza del tallo, ambas amargas, a la vez que las frutas y las flores tiernas, tienen la reputación de tener unas propiedades tónicas y se usan para tratar las fiebres intermitentes (10, 44). Las hojas se usan para mantener los insectos fuera de libros y ropa, para la preparación de una loción antiséptica y para hacer cataplasmas para heridas y una gran variedad de enfermedades de la piel (10).

En el norte de la India, la savia obtenida después de la incisión de la base del tronco se usa como un tónico estomacal y como un refresco (10). A través del sur de Asia, las hojas amargas se cocen y se comen junto con otros vegetales, o se secan y se comen crudas. La pulpa de la fruta se come ocasionalmente y las ramitas se utilizan a menudo para limpiar los dientes en el sur de Asia y en África (1, 10). Las hojas frescas se usan por lo común como forraje para el ganado a través de las distribuciones natural e introducida de la margosa. La corteza es rica en taninos y se le usa para curtir cuero en el sur de Asia y en África (1).

Las hojas, a la vez que la costra de las semillas que queda

después de la extracción del aceite, se usa como una cubierta orgánica para las siembras agrícolas (10, 74). La costra de las semillas de la margosa es rica en nitrógeno y otros nutrientes (16, 58), y se ha demostrado que cuando se usa para corregir el suelo junto con los abonos inorgánicos, inhibe los procesos de nitrificación y de esa manera facilita una liberación y un uso graduales y más eficientes del nitrógeno inorgánico por las siembras agrícolas (1, 41, 58).

Durante los últimos años, la margosa ha sido el objeto de intensos estudios como una fuente natural de pesticidas (33, 54, 66). Las hojas, las frutas, las semillas y la corteza rinden azadiractina, salanina, meliantriol y varios triterpenoides relacionados (o liminoides) de una acción pesticida comprobada contra una gran gama de plagas de insectos y nemátodos que afectan las cosechas de vegetales, granos y cítricos (4, 19, 41, 53, 54, 65, 66, 67, 80). Las propiedades insecticidas de la margosa varían de acuerdo a las procedencias, dependiendo de la edad del árbol y de las condiciones climáticas locales (1). Un pesticida sistémico, la azadiractina, se puede encontrar en concentraciones particularmente altas en las semillas de la margosa (del 0.15 al 0.27 por ciento).¹ A pesar de que estas sustancias se consideran por lo general inofensivas para los organismos que no se pretende eliminar, tales como las lombrices de tierra, las arañas, las abejas, las mariquitas y los mamíferos con los seres humanos incluidos (54, 66), varios estudios han indicado que los extractos de la semillas pueden ser tóxicos para las ratas y otros roedores (4, 57).

Numerosos estudios de laboratorio y de campo usando extractos de las hojas y del meollo de las semillas y semillas pulverizadas de la margosa, aplicados a las cosechas como un rocío o polvo foliar, han demostrado la eficacia de sus agentes naturales pesticidas, repelentes y disuasivos del forrajeo por los insectos (14, 24, 32, 36, 38, 39, 40, 43, 45, 51, 54, 55, 58, 61, 64, 65, 66, 70, 73, 81). Se han reportado la reducción en la fecundidad, la actividad ovicida, la mortalidad larval y las abnormalidades en el desarrollo en una variedad de plagas de coleópteros, dípteros, hemípteros, heterópteros, homópteros, himenópteros, lepidópteros, ortópteros y tisanópteros expuestos a los extractos de la margosa, la azadiractina en particular (2, 8, 26, 27, 43, 52, 54, 65, 66, 67, 71, 73, 75, 80, 81). Las hojas secas, al igual que los extractos de las hojas y las semillas, se usan extensamente en Asia y África como una manera efectiva para proteger las cosechas almacenadas, en particular los cereales, las legumbres y el maíz contra el ataque por las plagas de insectos, incluyendo los insectos brúcidos y otras larvas de coleópteros y lepidópteros (4, 22, 35, 37, 56).

El valor de la margosa como una fuente de agentes antibacterianos, antifúngicos, antivirales y nematicidas para usos agrícolas amerita más estudios (54). En la India se encontró que la siembra de la margosa junto con las cosechas de vegetales resultó en unas reducciones significativas en las poblaciones de muchas especies de nemátodos (5, 6, 7). La incorporación de la costra de las semillas con aceite de margosa en el suelo como una corrección orgánica en las siembras de tomates, resultó en un declive significativo en la población de muchos nemátodos fitófagos, incluyendo a *Tylenchorhynchus brassicae*, *Hoplolaimus indicus*, *Heliotylenchus erythrinae* y las larvas de *Meloidogyne solani* (42). En este experimento se observó también una reducción en la ocurrencia de las infecciones por ciertos hongos (*Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum f. lycopersici*).

GENETICA

Dentro de la distribución natural asiática de la margosa, existe una variación considerable entre las poblaciones con respecto a las tasas de crecimiento, los requisitos ambientales y la fitoquímica. Las extensas plantaciones establecidas a través de África Occidental se derivan de tan sólo unas pocas procedencias obtenidas de la India, Burma (Myanmar) y Sri Lanka entre 1915 y 1928 (1).

Entre los sinónimos botánicos de *Azadirachta indica* se encuentran *Melia azadirachta* L. y *M. indica* Brand. (48). La especie a menudo se confunde con *M. azedarach* L., a pesar de que las hojas, las flores y las semillas de las dos especies son fáciles de diferenciar.

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1988. *Azadirachta indica* A. de Jussieu. Bois et Forêts des Tropiques. 217: 33-47.
2. Agrawal, I.L. 1990. Ovicidal activity of some phytochemicals on *Mylocherus undecimpustulatus* Faust (Coleoptera: Curculionidae). Indian Journal of Entomology. 52(1): 35-38.
3. Ahmed, Saleem; Bamefleh, Salem; Munshi, Ma'toug. 1989. Cultivation of neem (*Azadirachta indica*, Meliaceae) in Saudi Arabia. Economic Botany. 41(1): 201-209.
4. Ahmed, Saleem; Grainge, M. 1986. Potential of the neem tree (*Azadirachta indica*) for pest control and rural development. Economic Botany. 40(2): 201-209.
5. Akhtar, M.; Anver, S.; Yadav, A. 1990. Effects of organic amendments to soil as nematode suppressants. International Nematology Network Newsletter. 7(3): 21-22.
6. Alam, M.M. 1991. Control of plant-parasitic nematodes with oilseed cakes on some vegetables in field. Pakistan Journal of Nematology. 9(1): 21-30.
7. Alam, M.M.; Saxena, S.K.; Khan, A.M. 1977. Influence of marigold and margosa with some vegetable crops on plant growth and nematode population. Acta Botanica Indica. 5(1): 33-39.
8. Ascher, K.R.S.; Gsell, R. 1981. The effect of neem seed kernel extract on *Epilachna varivestis* Muls. larvae. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 88(12): 764-767.
9. Beeson, C.F.C. 1953. The ecology and control of the forest insects of India and the neighboring countries. 2ª ed. New Delhi: Government of India Press. 767 p.
10. Benthall, A.P. 1933. The trees of Calcutta and its neighborhood. Calcutta: Thacker Spink & Co. 513 p.
11. Betancourt, A. 1972. Paraíso de la India (*Azadirachta indica* Juss). Desarrollo alcanzado en Cuba por dicha especie. Revista Baracoa. 2(3-4): 17-23.
12. Brandis, D. 1971. Indian trees. Dehra Dun, India: Bishen Singh Mahendra Pal Singh. 767 p.
13. Ciesla, W.M. 1993. What is happening to the neem in the Sahel? Unasylva. 44(172): 45-51.
14. Chadha, S.S. 1977. Use of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed as a feeding inhibitor against *Antigastra catalaunalis* Dupon. (Lepidoptera: Pyralidae), a sesame (*Sesamum indicum* L.) pest in Nigeria. East African Agricultural and Forestry Journal. 42(3): 257-262.

15. Champion, H.G.; Seth, S.K. 1968. A revised survey of the forest types of India. New Delhi: Manager of Publications, Government of India. 404 p.
16. Chaturvedi, A.N. 1985. Firewood farming on degraded lands in the Gangetic Plain. U.P. Forest Bull. 50. Lucknow, India: Uttar Pradesh State Forest Department. [s.p.].
17. Chaturvedi, A.N. 1993. Silviculture. En: Randhawa, N.S.; Parmar, B.S., eds. Neem research and development. Publ. 1403. New Delhi: Indian Society of Pesticide Science: 38-48.
18. Chaturvedi, M.D. 1948. Thorny shrubs—a blessing in disguise. Indian Forester. 74(3): 88-89.
19. Chopra, R.N.; Nayar, S.L.; Chopra, I.C. 1956. Glossary of Indian medicinal plants. New Delhi: Council of Scientific and Industrial Research. 330 p.
20. Dastur, J.F. 1962. Medicinal plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons & Co. 212 p.
21. Dastur, J.F. 1964. Useful plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons & Co. 185 p.
22. Devi, D.A.; Mohandas, N. 1982. Relative efficacy of some antifeedants and deterrents against insect pests of stored paddy. Entomon. 7(3): 261-264.
23. Diem, H.G.; Gueye, I.; Gianinazzi-Pearson, V. [y otros]. 1981. Ecology of VA mycorrhizae in the Tropics: the semi-arid zone of Senegal. Acta Oecologica, Oecologia Plantarum. 2(1): 53-62.
24. Doharey, K.L.; Singh, R.P. 1989. Evaluation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed kernel extracts against chafer beetles. Indian Journal of Entomology. 51(2): 217-220.
25. Drechsel, P.; Glaser, B.; Zech, W. 1991. Effect of four multipurpose tree species on soil amelioration during tree fallow in central Togo. Agroforestry Systems. 16(3): 193-202.
26. Fagoonee, I.; Toory, V. 1984. Contribution to the study of the biology and ecology of the leaf-miner *Liriomyza trifolii* and its control by neem. Insect Science and its Application. 6(1): 23-30.
27. Feuerhake, K.; Schmutterer, H. 1982. Use of simple methods for extraction of neem seeds, formulation of extracts, and their effect on various insect pests. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 89(12): 737-747.
28. Gamble, J.S. 1922. A manual of Indian timbers. 2^a ed. London: Sampson Low, Marston and Co. 866 p.
29. Gill, H.S.; Abrol, I.P. 1991. Salt affected soils, their afforestation and its ameliorating influence. International Tree Crops Journal. 6(4): 239-260.
30. Goswami, P.C. 1967. Afforestation technique for eroded areas in Damodar catchment. Indian Forester. 83(11): 633-640.
31. Howard, S.H. 1926. Artificial regeneration in north India. Indian Forest Records—Silviculture. 12(9). Delhi: Manager of Publications. 24 p.
32. Ivbijaro, M.F.; Bolaji, O.O. 1990. Effects of cypermethrin + dimethoate and extracts of *Piper guineense* and *Azadirachta indica* on the pests and yield of cowpea, *Vigna unguiculata*. Journal of Agricultural Science. 115(2): 227-231.
33. Jacobson, M., ed. 1989. The neem tree. Focus on phytochemical pesticides. Boca Raton, FL: CRC Press, Inc. 1,178 p.
34. Jain, S.K. 1991. Dictionary of Indian folk medicine and ethnobotany. New Delhi: Deep Publications. 311 p.
35. Jilani, G.; Su, H.C.F. 1983. Laboratory studies on several plant materials for protection of cereal grains. Journal of Economic Entomology. 76(1): 154-157.
36. Jothi, B.D.; Verghese, A.; Tandon, P.L. 1990. Evaluation of different plant oils and extracts against citrus aphid, *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy). Indian Journal of Plant Protection. 18(2): 251-254.
37. Jotwani, M.G.; Srivastava, K.P. 1981. Neem— insecticide of the future. 1: As protectant against stored grain pests. Pesticides. 15(10): 19-23.
38. Jotwani, M.G.; Srivastava, K.P. 1981. Neem— insecticide of the future. 2: Protection against field pests. Pesticides. 15(11): 40-47.
39. Kareem, A.A.; Saxena, R.C.; Palanginan, E.L. [y otros]. 1988. Neem [*Azadirachta indica*] derivatives: effects on insect pests of rice and certain other crops in the Philippines (laboratory and field evaluations 1986-88). Manila: International Rice Research Institute. 87 p.
40. Karel, A.K. 1989. Response of *Ootheca bennigseni* (Coleoptera: Chrysomelidae) to extracts from neem. Journal of Economic Entomology. 82(6): 1,799-1,803.
41. Kethar, C.M. 1976. Utilization of neem (*Azadirachta indica* Juss.) and its by-products. Hyderabad, India: Khadi and Village Industries Commission, Directorate of Non-Edible Oils and Soap Industry, final technical report. 279 p.
42. Khan, M.W.; Khan, A.M.; Saxena, S.K. 1973. Influence of certain oil-cake amendments on nematodes and fungi in tomato fields. Acta Botanica Indica. 1(1/2): 49-54.
43. Krishnaiah, N.V.; Kalode, M.B. 1990. Efficacy of selected botanicals against rice insect pests under green house and field conditions. Indian Journal of Plant Protection. 18(2): 197-205.
44. Krishnaswamy, V.S. 1956. Sixty-six trees for Vana Mahotsava. Dehra Dun, India: Forest Research Institute and Colleges. 175 p.
45. Ladd, T.L., Jr.; Jacobson, M.; Buriff, C.R. 1978. Japanese beetles: extracts from neem tree seeds as feeding deterrents. Journal of Economic Entomology. 71(5): 810-813.
46. Laurie, M.V. 1939. Germination of nim seed (*Azadirachta indica*). Indian Forester. 65(2): 104-106.
47. Lewis, Walter H.; Elvin-Lewis, Memory P.F. 1983. Neem (*Azadirachta indica*) cultivated in Haiti. Economic Botany. 37(1): 69-70.
48. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O.; Wadsworth, Frank H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1,024 p. Vol. 2.
49. Luscombe, D.K.; Taha, S.A. 1974. Pharmacological studies on the leaves of *Azadirachta indica*. Journal of Pharmacology. 26: 110-111.
50. Maithani, G.P.; Bahuguna, V.K.; Pyare, Lal. 1986. Effect of forest fires on the ground vegetation of a moist deciduous sal (*Shorea robusta*) forest. Indian Forester. 112(8): 646-678.
51. Meisner, J.; Wysoki, M.; Ascher, K.R.S. 1976. The residual effect of some products from neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seeds upon larvae of *Boarmia (Ascotis) selenaria* Schiff. in laboratory trials. Phytoparasitica. 4(3): 185-192.

52. Misra, B.K.; Misra, P.R.; Patnaik, N.C.; Mohapatra, H. 1989. Effect of neem oil on the ovipositional behaviour of epilachna beetle. *Orissa Journal of Agricultural Research*. 2(1): 70-71.
53. Nakanishi, K. 1975. Structure of the insect antifeedant azadirachtin. *Recent Advances in Phytochemistry*. 9: 283-298.
54. National Research Council. 1992. *Neem: a tree for solving global problems*. Washington, DC: National Academy Press. 139 p.
55. Osman, M.Z.; Port, G.R. 1990. Systematic action of neem seed substances against *Pieris brassicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 54(3): 297-300.
56. Pereira, J.; Wohlgemuth, R. 1982. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) of west African origin as a protectant of stored maize. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*. 94(2): 208-214.
57. Prakash, A.O.; Mishra, A.; Hemlata, Metha; Mathur, R. 1991. Effect of ethanolic extract or *Azadirachta indica* seeds on organs in female rats. *Fitoterapia*. 62(2): 99-105.
58. Radwanski, S.A.; Wickens, G.E. 1981. Vegetative fallows and potential value of the neem tree (*Azadirachta indica*) in the Tropics. *Economic Botany*. 35(4): 398-414.
59. Raghunath, T.A.V.S. 1979. Additional records of new insect pests in Andhra Pradesh. *Current Research*. 8(6): 103-104.
60. Raghunath, T.A.V.S.; Allam, M.A.; Venkaiah, K. 1982. Fire ant, (*Solenopsis* sp.) damaging neem (*Azadirachta indica* Juss.). *Indian Forester*. 108(5): 375.
61. Reed, D.K.; Jacobson, M.; Warthen, J.D., Jr. [y otros]. 1981. Cucumber beetle antifeedants: laboratory screening of natural products. *Tech. Bull.* 1641. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 13 p.
62. Sahni, N.D. 1939. Nim germination. *Indian Forester*. 65(2): 117-118.
63. Sankaran, K.V.; Florence, E.J.M.; Sharma, J.K. 1988. Foliar diseases of some forest trees in Kerala—new records. *Indian Journal of Forestry*. 11(2): 104-107.
64. Sathiyandam, V.K.R.; Gowder, R.B.; Abraham, E.V. [y otros]. 1972. A note on the control of the citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Stainton, on acid lime. *South Indian Horticulture*. 20(1/4): 96-97.
65. Schmutterer, H. 1981. Some properties of components of the neem tree (*Azadirachta indica*) and their use in pest control in developing countries. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent*. 46(1): 30-47.
66. Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*. 35: 271-297.
67. Schmutterer, H.; Saxena, R.C.; Heyde, J. von der. 1983. Morphogenetic effects of some partially-purified fractions and methanolic extracts of neem seeds on *Mythimna seperata* (Walker) and *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*. 95(3): 230-237.
68. Sieder, P. 1983. Large-scale afforestation in Upper Volta [Burkina Faso]. *Forst- und Holzwirt*. 38(5): 112, 114, 116-118, 120.
69. Singh, K.; Yadav, J.S.P.; Sharma, S.K. 1990. Performance of shisham (*Dalbergia sissoo*) in salt-affected soils. *Indian Forester*. 116(2): 154-162.
70. Singh, T.V.K.; Azam, K.M. 1986. Seasonal occurrence, population dynamics, and chemical control of citrus leafminer. *Phyllocnistis citrella* Stainton in Andhra Pradesh. *Indian Journal of Entomology*. 48(1): 38-42.
71. Skatulla, U.; Meisner, J. 1975. Effects of seed extracts of *Azadirachta indica* on caterpillars of *Lymantria dispar*. *Anzeiger für Schadlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*. 48(3): 38-40.
72. Smith, J. 1939. Germination of nim seeds. *Indian Forester*. 65(3): 170-171.
73. Steets, R. 1975. The effect of crude extracts of the Meliaceae *Azadirachta indica* and *Melia azedarach* on various insects. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*. 77(3): 306-312.
74. Streets, R.J. 1962. *Exotic forest trees in the British Commonwealth*. Oxford, UK: Clarendon Press. 765 p.
75. Tanzubil, P.B.; McCaffery, A.R. 1990. Effects of azadirachtin and aqueous neem extracts on survival, growth and development of the African armyworm, *Spodoptera exempta*. *Crop Protection*. 9(5): 383-386.
76. Tewari, D.N. 1992. *Monograph on neem*. Dehra Dun, India: International Book Distributors. 236 p.
77. Toky, O.P.; Bisht, R.P. 1992. Observations on the rooting patterns of some agroforestry trees in an arid region of north-western India. *Agroforestry Systems*. 18: 245-263.
78. Troup, R.S. 1981. *The silviculture of Indian trees*. Ed. rev. Delhi: Controller of Publications. 311 p. Vol. 3.
79. Uthamasamy, S.; Rao, P.V.S.; Mohanasundaram, M.; Subramaniam, T.R. 1973. A note on some new pests attacking the neem tree (*Azadirachta indica*) in Tamil Nadu. *Science and Culture*. 39(9): 399.
80. Warthen, J.D., Jr. 1979. *Azadirachta indica*: a source of insect feeding inhibitors and growth regulators. *Agricultural Reviews and Manuals ARM-NE-4*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 21 p.
81. Webb, R.E.; Hinebaugh, M.A.; Lindquist, R.K.; Jacobson, M. 1983. Evaluation of aqueous solution of neem seed extract against *Liriomyza sativae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *Journal of Economic Entomology*. 76(2): 357-362.
82. Worthington, T.B. 1959. *Ceylon trees*. Colombo, Sri Lanka: The Colombo Apothecaries Co. 429 p.

Previamente publicado en inglés: Parrotta, John A.; Chaturvedi, A.N. 1994. *Azadirachta indica* A. Juss. Neem, margosa. SO-ITF-SM-70. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 8 p.

Bambusa vulgaris Schrad ex Wendl.

Bambú común

Gramineae
Bambusoideae

Familia de las gramíneas
Subfamilia del bambú

John K. Francis

Bambusa vulgaris Schrad. ex Wendl., conocido como bambú común o simplemente bambú, es un tipo de bambú alto, sin espinas y que forma macizos que comparten rizomas (fig. 1). La especie se originó probablemente en el sur de Asia, en donde ha sido cultivada por miles de años. El bambú común se cultiva hoy en día en los Trópicos húmedos para una gran variedad de productos y usos, incluyendo materiales de construcción y muebles.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El bambú común se encuentra solamente bajo cultivo o como un residuo de cultivos (22). A pesar de que se desconoce su punto de origen exacto (2), su área de distribución natural se encontraba casi ciertamente en el sur de Asia. La especie ha sido cultivada en Asia por muchos siglos. Las áreas que habrían sido su hábitat original han sido taladas para la agricultura o profundamente alteradas por la tala y quema.

El bambú común se cultiva hoy en día hasta cierto punto a través de los Trópicos húmedos. Fue introducido en Puerto Rico por lo menos hace 150 años (32). El área ocupada por el bambú plantado en Puerto Rico, en su mayoría a lo largo de caminos y riachuelos, es de aproximadamente 1,000 hectáreas (observación personal del autor). El bambú común se esparce muy poco por su propia cuenta (excepto a medida que se expande el macizo de cañas) en estos nuevos hábitats, pero una vez establecido puede persistir indefinidamente.

Clima

En Puerto Rico el bambú común se puede encontrar con facilidad en áreas con una precipitación anual de entre 1500



Figura 1.—Cañas en una agrupación de bambú común, *Bambusa vulgaris*, creciendo en Puerto Rico.

y 3800 mm. Las agrupaciones a veces crecen en áreas tan secas que pierden las hojas durante la estación seca (22). En las áreas secas, el bambú común por lo usual está restringido a sitios cerca de riachuelos y lugares en donde se filtra el agua y a lugares que reciben el desagüe de los caminos (observación personal del autor).

Suelos y Topografía

El bambú común crece mejor en suelos continuamente húmedos y bien drenados, pero puede soportar las inundaciones de corta duración (14) o unos niveles de agua subterránea a 30 cm de la superficie (22). La especie no soporta inundaciones prolongadas. En Puerto Rico el bambú común crece en los suelos en donde el pH oscila entre 4.5 y 7.5 (observación personal del autor). A pesar de que el bambú común es de los tipos de bambú más tolerantes a la alta salinidad, no soporta la sal libre en el suelo (2). El bambú común crece en suelos de cualquier textura si existe suficiente humedad. Las arcillas o suelos arcillosos densos son más apropiados para el bambú común que los suelos arenosos, porque aquellos retienen más humedad durante los períodos secos y requieren de menos irrigación durante la fase de establecimiento (17).

Cobertura Forestal Asociada

Los socios originales del bambú común en los bosques primarios se desconocen. Hoy en día crece asociado con una gran gama de especies de bosques secundarios en lotes boscosos y a la orilla de caminos y ríos en donde ha sido plantado en los Trópicos. Las especies arbóreas asociadas con el bambú común en Puerto Rico incluyen a *Mangifera indica* L., *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Spathodea campanulata* Beauv., y *Erythrina fusca* Lour. (observación personal del autor).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El bambú común florece muy rara vez. Es más, no existen registros históricos de observación de flores de bambú en muchas partes del mundo (incluyendo a Puerto Rico) (16). Sin embargo, existen reportes esporádicos sobre florescencias durante los últimos dos siglos en Asia y Oceanía (2). McClure (22) reportó que agrupaciones de bambú común floreciendo ocasionalmente se pueden encontrar en algunas áreas de su distribución al principio de la temporada lluviosa, y que estas flores son estériles. Como en el caso de otros tipos de bambú, dichos eventos de florescencia resultan en la muerte de la caña y su rizoma (19). Sin embargo, en el

caso de esta especie, solamente florecen cañas esparcidas, en vez de todas las cañas en una agrupación; por lo tanto, la florescencia no mata el macizo entero (7).

Producción de Semillas y su Diseminación.—No existe información sobre la producción de semillas, ya que es muy rara o inexistente en muchas áreas (2). La diseminación de semillas probablemente ocurre mediante la fuerza de gravedad, el agua, las aves y los roedores como en el caso de otras gramíneas y otros tipos de bambú.

Desarrollo de las Plántulas.—No existe información específica sobre la germinación y el desarrollo de las plántulas del bambú común. Si se tienen semillas disponibles, se recomienda el uso de plántulas de 1 ó 2 años de edad en contenedores o como trasplantes del vivero (2).

Reproducción Vegetativa.—El bambú común (fig. 2) se propaga vegetativamente mediante varios métodos. Un método usado comunmente es el de cortar una caña arriba del segundo o tercer nudo, excavando conjuntamente el rizoma y cortándolo con una hacha para separarlo del resto (32). Estos explantes se plantan con la cepa expuesta. Poco después de plantados, las yemas en condición latente en los nudos de la base producen ramas con hojas, y algunos meses después, nuevas cañas emergen del rizoma subterráneo. Este tipo de propagación tiene una probabilidad muy alta de éxito, pero es costosa debido a la cantidad de trabajo manual requerida para excavar los rizomas. Una variación de este método consiste en usar pedazos de rizomas (22). En esta variación, el propágulo consiste de unos pocos centímetros de la parte inferior de la caña y la parte superior del rizoma

con sus raíces adjuntas, y puede ser recolectado sin necesidad de excavar todo el rizoma. El propágulo se cubre con una capa delgada de suelo o abono orgánico.

El bambú común también se puede propagar al enterrar estaquillas que consisten de un sólo nudo o de la caña entera (32). El uso de fragmentos como estacas con un nudo por lo menos arriba de la superficie también es efectivo (17, 22). Las cañas usadas para esto deben ser jóvenes, ya que la capacidad de arraigar disminuye marcadamente con la edad. La producción de raíces se puede incrementar significativamente mediante la inyección de ácido indolacético (AIA), kinetín y otras hormonas vegetales en la cavidad entre los nudos (2, 25). La propagación mediante estaquillas se efectúa a menudo en el vivero, en donde las nuevas plantas se mantienen por 1 año antes de trasplantarlas a su destino final. Es también posible el arraigar las estaquillas obtenidas de las ramas (35). En este caso es necesario dejar un pedazo del nudo en la estaquilla para garantizar el arraigamiento. Se requiere de 20 a 24 meses en el vivero antes de que estén lo suficientemente desarrolladas para el trasplante al campo (13). Se ha descrito también un método usando técnicas de cultivo histológico (24).

En una prueba usando 1,019 segmentos cortados de la base de cañas en Guatemala, más del 50 por ciento de las estaquillas obtenidas de cañas de 2 a 30 meses de edad arraigaron (22). Una pequeña plantación establecida mediante el uso de estaquillas cerca del final de la temporada lluviosa en las Filipinas resultó en una tasa de supervivencia del 32 por ciento (3). La re-plantación subsecuente de estaquillas al principio de la siguiente temporada lluviosa resultó en una tasa de supervivencia del 100 por ciento.

La capacidad de las estaquillas para arraigar se puede ilustrar con el caso de rodales enteros de bambú común en Jamaica que se han originado a través de el arraigamiento espontáneo de cañas verdes usadas como estacas para ñame (22). En Puerto Rico, la regeneración natural ocurre hasta cierto punto a lo largo de la ribera de los ríos cuando una inundación acarrea rizomas y cañas río abajo y los deposita con sedimento cuando el río recede de las áreas inundadas (observación personal del autor). La propagación mediante acodos también ocurre cuando las cañas vivas son derribadas y cubiertas por sedimento. A veces, rizomas o pedazos de cañas vivas son transportadas en tierra usada para rellenar, y generan entonces nuevas agrupaciones.

La irrigación se recomienda durante la temporada seca después de la siembra de estaquillas (32). En la India, la irrigación anual permitió el inicio de la cosecha de cañas 4 años después de la siembra, mientras que sin irrigación el período requerido fue de 8 años (17). Unas pruebas con un fertilizante completo (nitrógeno, fósforo y potasio en una relación de 12:10:6) aplicado en una fórmula de 1.4 kg por macizos de 1 a 2 años después de la siembra, resultaron en un mayor número de cañas promedio por macizo y un mayor porcentaje de cañas de tamaño máximo 6 meses después de la segunda aplicación que sin fertilizante (32). Se ha recomendado un espaciamiento de 12 por 12 m para macizos en plantaciones nuevas (17).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—A pesar de que el rendimiento de bambú común en base al área no es copioso,

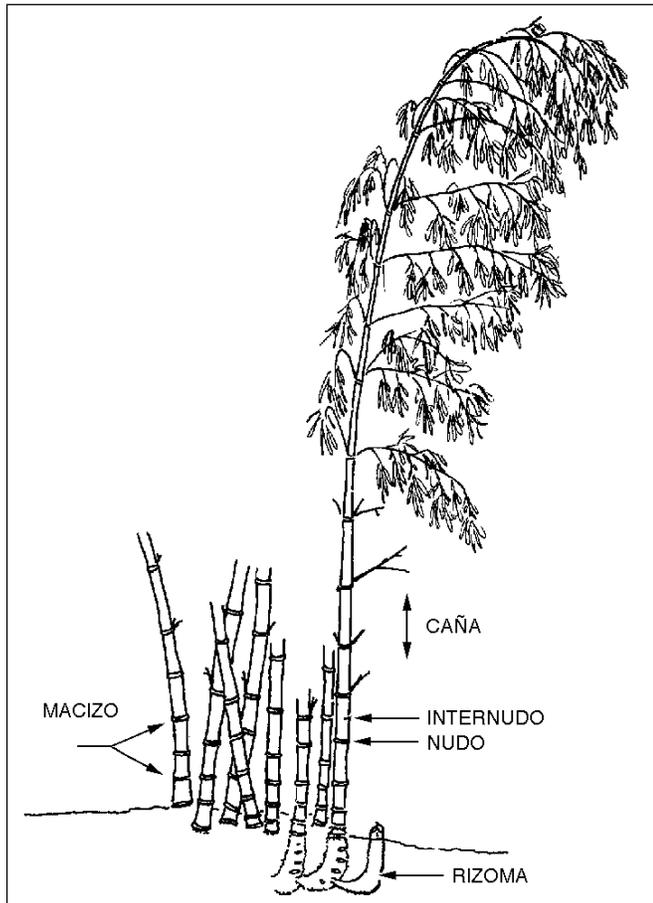


Figura 2.—Un macizo de bambú común, *Bambusa vulgaris*, con sus partes señaladas.

el crecimiento de cañas individuales en macizos establecidos es simplemente espectacular. Las cañas crecen a su altura máxima de 10 a 20 m en un período de aproximadamente 3 meses (19). La extensión de las cañas puede alcanzar 20 cm por día. Más aún, del 40 al 50 por ciento del crecimiento diario en altura tiene lugar en solamente de cuatro a seis de los internudos (7). Las cañas de bambú son blandas durante el primer año, se endurecen durante el segundo año y maduran durante el tercero (7). Las cañas del bambú común viven por lo menos 4 años y considerablemente más por lo común.

Las cañas de los macizos recién plantados son delgadas y cortas. En unas siembras experimentales de bambú común en Bangladesh, las agrupaciones se desarrollaron rápidamente durante los primeros 2 años y más despacio después (1). Las cañas nuevas alcanzaron una altura madura máxima 7 años después del establecimiento de macizos, y diámetros máximos 9 años después del establecimiento macizo.

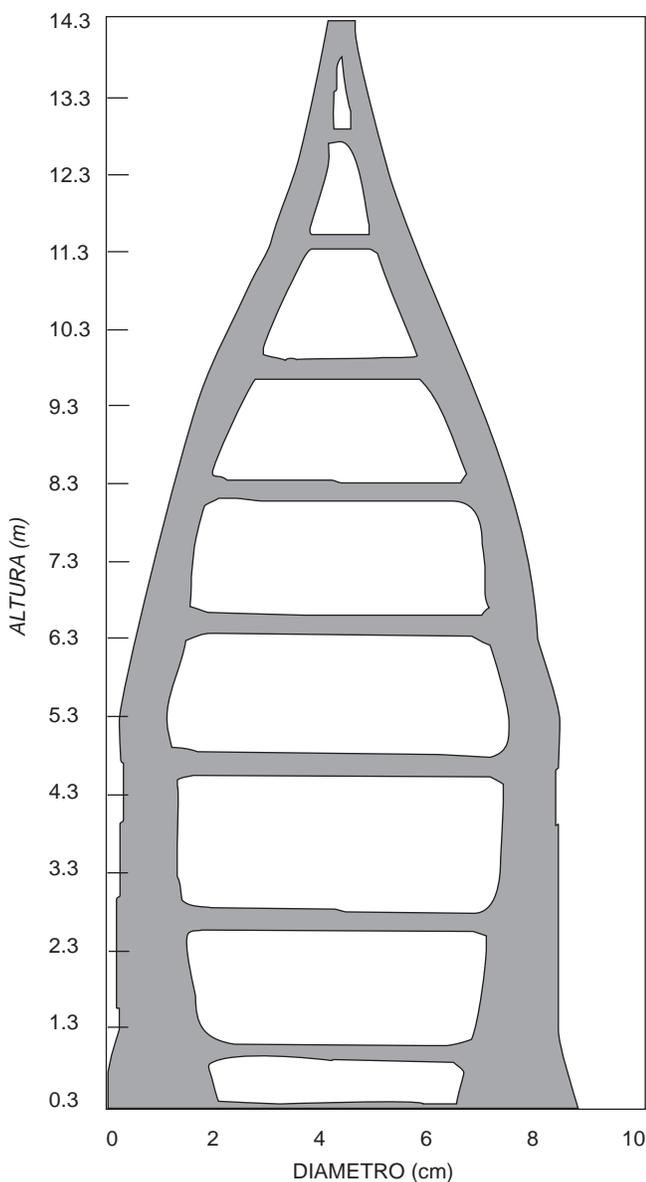


Figura 3.—Perfil del diámetro y grosor de la pared de una caña típica de bambú común, *Bambusa vulgaris*, muestreada en Puerto Rico.

Las cañas tienden a ser más gruesas cerca del suelo, con muy poco adelgazamiento hasta una altura de como 6 m. A veces existe un adelgazamiento pequeño entre 1 y 3 m de altura. Más allá de los 6 m, el diámetro decrece constantemente. Los diámetros y el adelgazamiento se ilustran en la figura 3 para una caña típica en un área de un bosque húmedo en Puerto Rico. Doscientas cañas muestreadas de un total de 20 macizos vigorosos de bambú común en Puerto Rico promediaron 8.15 ± 0.09 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) con un máximo de 13.2 cm en d.a.p. (observación personal del autor).

Comenzando de la base hacia arriba, el grosor de la pared de la caña decrece rápidamente al principio y posteriormente sufre cambios mínimos hasta cerca de la punta. El grosor de la pared de la caña en el bambú común de Puerto Rico se puede predecir con la siguiente ecuación:

$$Y = 1.076 + 0.036H - 1.133 \log(H) + 0.048D$$

en donde:

Y = grosor de la pared de la caña,

H = altura de la caña,

D = diámetro de la caña, en el punto donde se mide la altura,

$R = 0.927$

$S.E. = 0.171$, y

$n = 287$

El peso específico de las paredes de la caña promedió 0.68 g/cm^3 (peso después de secado al horno, muestras tomadas a tres diferentes alturas en la caña) (28). Las paredes de la caña se encogen un promedio del 32 por ciento durante el secado al horno.

Los macizos pueden contener de unas pocas hasta varios cientos de cañas. Una muestra ($n=20$) de macizos de tamaño mediano indicó un promedio de 3.70 ± 0.31 cañas en buen estado por metro cuadrado de área basal en los macizos (observación personal del autor). Las cañas en el exterior de los macizos tienen un arqueamiento hacia afuera, de manera que la copa de los macizos es más ancha que la base. La relación entre el área de la copa y el área basal de los macizos en 20 macizos medidos en Puerto Rico fue de 4.06 ± 0.17 (observación personal del autor).

Unas plantaciones con macizos espaciados a 12 por 12 m produjeron casi 10 toneladas por hectárea por año (2). Sin embargo, los rendimientos operacionales usando un ciclo de tala rasa de 3.5 años fueron de 2.3 a 5.1 toneladas por hectárea por año (21). Unos experimentos en la Costa de Marfil rindieron 15 toneladas por hectárea por año (7.5 toneladas en peso seco) (11). Unos experimentos en la isla de Trinidad obtuvieron casi 9 toneladas por hectárea por año de pulpa de celulosa seca usando un ciclo de tala rasa de 3 años (22).

La cosecha del bambú común se efectúa a veces derribando el macizo entero para evitar las dificultades generadas por la selección y extracción de cañas de 3 a 4 años de la espesura de los macizos. Sin embargo, esta práctica debilita las reservas radicales de la agrupación y reduce la producción. Si el derribamiento total es necesario, debe hacerse en ciclos de más de 3.5 años. La mejor producción se puede alcanzar con la cosecha anual de cañas de 3 años de edad (7). Debido a que las cañas de 3 años de edad se distinguen con dificultad de las cañas de 2 años de edad, a veces es necesario marcar de manera singular las cañas nuevas de cada año (35). Frecuentemente es aconsejable un mayor entresacado en el

centro de los macizos para minimizar la congestión. La congestión reduce los niveles de producción y entorpece la cosecha. Debe evitarse el cosechar las cañas durante la temporada lluviosa, cuando las nuevas cañas crecen activamente.

Durante la cosecha, las ramas se podan tan alto como es posible para facilitar la extracción. En el pasado, la cosecha se efectuaba con sierras de mano o con machetes. El uso de sierras mecánicas probablemente aumentaría considerablemente la productividad diaria por trabajador. Una cigüeña de tamaño pequeño y montada en un tractor facilitaría la extracción de las cañas de la espesura de los macizos.

A veces es necesario matar macizos de bambú común, a pesar de que puede ser una tarea muy difícil. El uso de una niveladora es un método muy común. La tala rasa puede ser otra alternativa, y las cañas que reemergen se pueden cortar, quemar o tratar con herbicidas (5).

Comportamiento Radical.—Las cañas son sostenidas por rizomas de tamaño grande y que se encorvan hacia arriba. La parte más delgada de estos rizomas es el punto de conexión con otros rizomas, mientras que los mismos son bulbosos cerca de la región de donde se origina la caña. Los rizomas se conectan con los rizomas de la generación anterior y dan lugar a la siguiente generación. Estos rizomas a su vez producen raíces fuertes y fibrosas que infiltran completamente el suelo hasta una profundidad de 30 cm o más (32). Como un resultado de las raíces y la basura y hojarasca que se acumula, el bambú común es muy efectivo en la prevención de erosión de hondonadas y de la causada por riachuelos (19).

Reacción a la Competencia.—La cultivación “limpia” no es necesaria durante la fase de establecimiento del bambú común (32). Si se aplica latame alrededor de las estaquillas o trasplantes, el corte de las gramíneas y malas hierbas para prevenir el asfixiamiento es suficiente. A los 3 ó 4 años, los macizos tienen una densidad suficiente como para matar las malas hierbas con su sombra. El bambú común compete tan bien que las árboles leñosos o los enredaderas muy raramente pueden crecer en medio de los macizos (observación personal del autor).

La tolerancia a la sombra de las plántulas de bambú común se desconoce. Los nuevos macizos provenientes de estaquillas pueden crecer con sombra ligera. Los macizos probablemente requieren de luz solar vertical para un desarrollo pleno.

Agentes Dañinos.—El bambú común tiene relativamente pocos enemigos. Sin embargo, el escarabajo *Podischnus agenor* (1) penetra los vástagos jóvenes en Guatemala (12). El piojo *Asterolecanium bambusae* (Boisduval) es abundante en cañas de bambú común en Puerto Rico (20); se desconoce si causa algún daño significativo al crecimiento. Una enfermedad muy seria conocida como el añublo del bambú, causada por el hongo *Sarocladium oryzae* (Sawada), ha decimado al bambú común en Bangladesh en años recientes (27). El añublo se puede controlar parcialmente con fungicidas y prácticas de tipo cultural. El bambú común no es resistente a las heladas, sufriendo daño foliar a una temperatura de -1 °C. A una temperatura de -2 °C la planta muere hasta su base (35).

El impedimento más serio para el uso del bambú común en Puerto Rico, y posiblemente a nivel mundial, es el escarabajo del bambú, *Dinoderus minutus* (F.) que agujerea

el bambú seco (19, 20). Otra especie, *Lyctus planicollis* Lec., es cosmopolita. Otras especies de este mismo género han sido observadas atacando al bambú en Puerto Rico y la Florida (20, 35). La madera es también muy susceptible al ataque de las termitas, *Cryptotermis brevis* (Walker) (34).

La susceptibilidad de las cañas cosechadas del bambú común al ataque del escarabajo *D. minutus* depende en gran medida del nivel de almidón existente en cada trozo en particular (4, 26). La parte inferior de las cañas es menos susceptible que la parte superior, y las cañas de 3 años de edad o más son menos susceptibles que las cañas más jóvenes (26). El reducir el nivel de almidón reduce a su vez su susceptibilidad a la plaga. Algunos métodos tradicionales de tratamiento incluyen el curar las cañas mediante el cortarlas pero dejarlas en el macizos por varias semanas, el ahumado de las cañas, y el remojo de las cañas en agua por varias semanas (4). Estos métodos tienen un éxito adecuado en el control de *D. minutus*. Sin embargo, el remojo de las cañas en agua afecta el color de las cañas y las hojas y las vuelve quebradizas. El baño o la inyección de pesticidas, sales de cobre y resinas sintéticas proveen de un control casi completo de la plaga; la aplicación de las sustancias químicas sobre el exterior es menos efectiva (26).

Una prueba usando varias especies de bambú indicó que la peor pudrición fue causada por la pudrición suave, *Chaetominum globosum*, y por una pudrición parda, *Coniophora puteana* (4). No se detectaron diferencias en la resistencia a la pudrición entre las varias especies de bambú.

El bambú común es muy resistente a los efectos del viento. Solamente las vientos huracanados tienen algún efecto sobre los macizos. Durante vientos muy fuertes (como los del Huracán Hugo que pasó sobre Puerto Rico en 1989), todas las cañas en un macizo a una altura de 3 ó 4 m pueden quebrarse y torcerse. Después de este daño los macizos recobran su aspecto y densidad normales en un espacio de 2 años (observación personal del autor).

USOS

El bambú común se usa para una variedad de propósitos (1, 19, 22, 29, 32, 33). A pesar de estar sujeto al daño por el escarabajo *Dinoderus minutus*, se usa frecuentemente como material de construcción. Las propiedades estructurales de las cañas y tablillas se han determinado mediante experimentos y se han reportado (30). Las cañas enteras se ocupan para postes, puntales y andamios. Las cañas rajadas a lo largo se ocupan entretrejidas en divisiones, se usan como tejado y se ocupan como varillas para trabajos con yeso. El bambú común también cuenta de una amplia aplicación en la producción de muebles, utensilios, artesanías, astas para banderas y cañerías de agua temporales. Aproximadamente un 80 por ciento del consumo de bambú en Asia es para material de construcción y otros usos locales.

Los segmentos de caña tratada y sin tratar se utilizan comunmente como postes de cerca. La vida de servicio de los postes sin tratar es de solamente 1.3 años, pero se puede multiplicar por un factor elevado a mediante el tratamiento con preservativos (8). Es necesario el taladrar o remover los internudos para permitir la penetración del preservativo desde el interior de la pared de la caña. Los estacas y los puntales obtenidos de esta especie son muy importantes en el cultivo de muchos tipos de vegetales y frutas tropicales.

Las cañas secas se usan regularmente como leña en muchas áreas.

Varios estudios han llegado a la conclusión de que el bambú común es uno de los mejores tipos de bambú para la producción de papel (2, 6, 9, 10, 15, 23). La longitud promedio de su fibra se reporta como de 2.33 mm, muy similar a la de las especies maderables de fibra larga (10). A pesar de que cerca de 80 molinos de papel en la India dependen total o parcialmente del bambú para su materia prima, el consumo mundial de bambú para pulpa es todavía insignificante (29).

Las tiernas puntas de las cañas nuevas, muy activas en el crecimiento, se pueden preparar en la cocina oriental hirviéndolas por media hora y cambiando el agua una o dos veces para eliminar el sabor amargo (19). La especie se utiliza regularmente para este propósito en Asia y, en menor escala, en el continente Americano (29, 33, 35). Existen varias recetas en la medicina herbalista que se preparan usando el bambú común (18).

El bambú común es muy útil en plantaciones con propósitos de conservación. La mayoría de las plantaciones en Puerto Rico se establecieron como una protección contra la erosión de los bancos de los ríos y para estabilizar el ripio usado para rellenar caminos (observación personal del autor). También da excelentes resultados al usarlo para proteger las cuencas y de los bordes de los depósitos de agua (fig. 4). El bambú se planta extensamente como una planta ornamental y como barreras, tabiques, sombra para ganado y barreras contra el viento (19).

GENETICA

Una variedad horticultural conocida como *B. vulgaris* cv. Vittata McClure (también conocida como var. *stricta* y var. *striata*) que posee cañas de color amarillo-oro y con unas pocas franjas de color verde, constituye una planta ornamental muy atractiva (35). Se cree que la variedad se originó en el Japón o la China (3). Se conoce también otra variedad de cultivo, que posee internudos más cortos y de aspecto ensanchado (22). Se ha determinado que el bambú común tiene $2N = 72$ cromosomas (31).

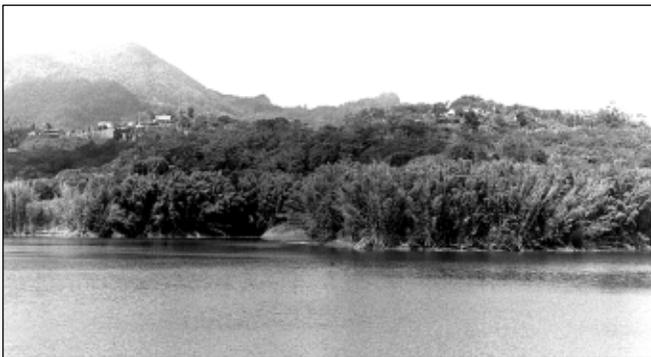


Figura 4.—*Bambú común*, *Bambusa vulgaris*, plantado para estabilizar el borde de un depósito de agua en Puerto Rico.

LITERATURA CITADA

1. Banik, Ratan Lal. 1988. Investigation on the culm production and clump expansion behavior of five bamboo species of Bangladesh. *Indian Forester*. 102(9): 576-583.
2. Bennet, S.S.R.; Gaur, R.C. 1990. Thirty-seven bamboos growing in India. Dehra Dun, India: Forest Research Institute. 100 p.
3. Brown, William H. 1920. Minor products of Philippine forests. Bull. 22. Manila, Philippines: Department of Agriculture and Natural Resources, Bureau of Forestry. 432 p. Vol. 1.
4. Casin, R.F.; Mosteiro, A.P. 1970. Utilization and preservation of bamboo. College, Laguna, Philippines: Forest Products Research and Industries Development Commission, Wood Preservation Report. 5(6): 1-5.
5. Cruzado, H.J.; Muzik, T.J.; Kennard, W.C. 1961. Control of bamboo in Puerto Rico by herbicides. *Weeds*. 9(1): 20-26.
6. Cunningham, R.L.; Clark, T.F.; Kwolek, W.F. [y otros]. 1970. A search for new fiber crops. 12: Laboratory scale pulping studies continued. *Tappi*. 53(9): 1697-1700.
7. Chaturvedi, A.N. 1988. Management of bamboo forests. *Indian Forester*. 114(9): 489-495.
8. Englerth, George H.; Maldonado, Edwin. 1961. Bamboo for fence posts. *Trop. For. Notes* 6. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
9. Escolano, Jaime O.; Semana, José A. 1970. Bag and wrapping papers from kauayan-killing (*Bambusa vulgaris* Schrad.). *Philippine Lumberman*. 16(5): 36-38, 40.
10. Forest Products Research Institute. 1964. Prospective pulpwood species for plantations in the Philippines. Tech. Note 40. College, Laguna, Philippines: Forest Products Research Institute. 3 p.
11. Goudet, J.P. 1975. Plantations experimentales d'especies papetieres en Cote d'Ivoire. *Bois et Forêts des opiques*. 159: 3-27.
12. Hambleton, E.J.; McClure, F.A. 1951. Rhinoceros beetle, *Podischnus agenor* (01.) damages bamboo shoots. *Turrialba*. 1(4): 199-201.
13. Hasan, S.M.; Skoupy, J.; Vaclav, E. 1976. Recent trends in bamboo growing and use in Bangladesh. *Silvaecultura Tropica et Subtropica*. 5: 59-69.
14. Hassan, M.M.; Alam, M.K.; Mazumder, A. H. 1988. Distribution of bamboo under the edaphic and climatic conditions of Bangladesh. *Indian Forester*. 114(9): 505-513.
15. Janci, J.; Farkas, J.; Gajdos, J. 1971. Neutral sulfate semichemical bamboo pulps. *Papir a Celuloza*. 26(12): 139-151.
16. Janzen, Daniel H. 1976. Why bamboos wait so long to flower. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 7: 347-391.
17. Khan, M.A. Waheed. 1972. Propagation of *Bambusa vulgaris*—its scope in forestry. *Indian Forester*. 98(6): 359-362.
18. Liogier, Henri Alain. 1990. Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. San Juan, PR. Iberoamericana de Ediciones, Inc. 566 p.
19. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 239. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
20. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of

- the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. 303 p.
21. McClure, F.A. 1951. Bamboo in Latin America. Turrialba. 2(3): 100-102.
 22. McClure, F.A. 1966. The bamboos: a fresh prospective. Cambridge, MA: Harvard University Press. 347 p.
 23. Medina, J.C.; Ciaramello, D. 1965. The effect of culm age on the paper-making qualities of *Bambusa vulgaris*. *Bragantia*, Campinas. 24(32): 411-435.
 24. Nadgir, A.L.; Phadke, C.H.; Gupta, P.K. [y otros]. 1984. Rapid multiplication of bamboo by tissue culture. *Silvae Genetica*. 33(6): 219-223.
 25. Nath, M.; Phukan, U.; Barua, G. [y otros]. 1986. Propagation of certain bamboo species from chemically treated culm cuttings. *Indian Journal of Forestry*. 9(2): 151-156.
 26. Plank, H.K. 1950. Studies of factors influencing attack and control of the bamboo powderpost beetle. Bull. 48. Mayaguez, PR: U.S. Department of Agriculture, Federal Experiment Station in Puerto Rico. 39 p.
 27. Rahman, M.A. 1988. Perspectives of bamboo blight in Bangladesh. *Indian Forester*. 114(10): 726-736.
 28. Regional Housing Centre. 1961. Bamboo in Indonesia. RHC 2 [folleto]. Bandung, Indonesia: Regional Housing Centre. 28 p.
 29. Sharma, Y.M.L. 1980. Bamboos in the Asia-Pacific region. En: Lessard, Gilles; Chouinard, Amy, eds. *Bamboo research in Asia*. IDRC-159E. Ottawa, Canada: International Development Research Centre: 99-120.
 30. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 1850. Properties of some bamboos cultivated in the Western Hemisphere; Rep. D1765. Madison, WI. 34 p.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1993. *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl. Common bamboo. SO-ITF-SM-65. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.

Peter L. Weaver

Buchenavia tetraphylla (Aubl.) R. Howard, conocido comúnmente como granadillo, es un árbol de gran tamaño con un tronco recto que presenta unas pocas ramas ampliamente esparcidas y casi totalmente horizontales con un follaje poco denso. Las hojas pequeñas, espatuladas y de color verde amarillo aparecen en grupos dirigidos hacia arriba, al final de ramitas pequeñas y erectas. Los árboles maduros en Puerto Rico alcanzan de 20 a 25 m de altura y de 0.7 a 1.3 m en d.a.p. En Trinidad, los árboles alcanzan 35 m de altura (26). Debido a su forma atractiva, el granadillo se ha usado como una planta ornamental.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El granadillo crece de manera natural desde la latitud 23° N. hasta la latitud 23° S. en el Neotrópico, siendo ésta una distribución definida aproximadamente por las ciudades de la Habana, Cuba y Río de Janeiro en Brasil (fig. 1). Se le reporta como indígena a Cuba (35), incluyendo la Isla de Pinos (2); Jamaica (1, 37, 38); la isla de Española (34); Puerto Rico; Tortola; las Antillas Menores; Trinidad y Tobago (4, 5, 26); Panamá (48); y la América del Sur, desde Venezuela (15, 29), Surinam (30) y la Guyana Francesa (17) hacia el sur hasta Brasil y Bolivia (22). El granadillo se ha introducido al sur de la Florida como un árbol de sombra, en donde se le reporta como tolerante del ambiente (22).



Figura 1.—Distribución del granadillo, *Buchenavia tetraphylla*, en el Nuevo Mundo.

Clima

En Puerto Rico, el granadillo crece en las zonas de vida subtropical húmeda, subtropical muy húmeda y subtropical pluvial (16), en donde es un árbol relativamente poco común. La precipitación anual promedio en estas áreas varía entre 1500 y casi 4000 mm. Las temperaturas anuales promedio fluctúan entre 22 y 24 °C con poca variación durante el año (8). A través del resto de su área de distribución natural, la precipitación y las temperaturas anuales promedio no se desvían en gran medida de los valores previamente mencionados. El granadillo es nativo a regiones libres de heladas.

Suelos y Topografía

En Trinidad, el granadillo tolera “una buena cantidad de humedad en el suelo” y crece en una variedad de suelos que varían desde las arenas hasta las arcillas (26). En Jamaica el granadillo crece en los cerros de piedra caliza (19) y en montes tipo sabana y matorrales con suelos arcillosos (1). En la Sierra de Luquillo en Puerto Rico, el granadillo se encuentra con frecuencia en cuevas de levas a moderadas en posiciones de medias a superiores (9) y a lo largo de cimas, en donde se le identifica con facilidad debido a su copa esparcida. Los suelos de la Sierra de Luquillo son principalmente Ultisoles e Inceptisoles derivados de rocas ígneas. El granadillo se reporta también en suelos de arcilla derivados de piedra caliza en el área norte del centro de Puerto Rico (22). El granadillo sembrado en el sur de la Florida crece de manera satisfactoria sobre suelos secos y en sitios expuestos (22).

Cobertura Forestal Asociada

El granadillo parece ser un componente poco frecuente de los bosques tropicales húmedos y subtropicales húmedos en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (21). Se le encuentra también en bosques premontanos húmedos y bosques subtropicales muy húmedos y pluviales, aunque existe alguna evidencia de que tiende a favorecer sitios más secos (18, 20). En el sistema de clasificación de Beard (5), el granadillo se encuentra en la selva veranera siempreverde, la selva veranera semi-decidua y la selva pluvial montana baja.

Durante la época del descubrimiento de Puerto Rico, el granadillo crecía desde los bosques de las tierras bajas costeras hasta el interior montañoso (22). Los bosques originales, con árboles que probablemente alcanzaban 35 m de altura, contenían alrededor de 170 especies de árboles (41). Hoy en día, después de extensas cortas de tierras para la agricultura, el granadillo es un componente poco frecuente de los rodales secundarios en la Cordillera Central de Puerto Rico (44). El granadillo ha sido también observado en cuevas a sotavento en los bosques siempreverdes o semi-deciduos

secundarios en Dominica, a una altitud de cerca de 300 m (20), y en bosque secundarios en Santa Lucía y Granada (5).

Las especies de árboles asociadas con el granadillo se indican en la tabla 1. El muestreo de biomasa a elevaciones bajas en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico reveló que las ramas horizontales del granadillo soportan una abundante carga de epífitas (28). En la Isla de Pinos, Cuba, las ramas del granadillo se encuentran cubiertas con una epífita identificada como *Tillandsia usneoides* (2).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El granadillo produce numerosas flores pequeñas y de color verdusco, cada una con un diámetro de 0.3 cm, al final de un pedúnculo lateral que mide más de 3.0 cm de largo (22). Las agrupaciones florales (espigas) tienen de 1.3 a 2.0 cm de largo y son inconspicuas entre el follaje. Las espigas producen flores vellosas y amontonadas que son bisexuales o masculinas (polígamas). El cáliz es en forma de copa, contiene cinco indentaciones y mide alrededor de 0.15 cm de largo. Hay 10 estambres y un ovario ínfero de una célula. Las abejas de miel son los polinizadores más frecuentes (33). Las frutas elípticas y de color verdusco, de aproximadamente 2 cm de largo y 1.2 cm de diámetro, aparecen solas o apareadas.

En Puerto Rico, el granadillo pierde todas sus hojas en abril y mayo, coincidiendo con su florecencia anual (14). Esto sucede después de un período de disminución en la precipitación que dura desde la mitad de enero hasta la mitad de abril. La caída de las hojas ocurre más temprano y de manera más rápida en sitios secos que en sitios húmedos, probablemente como una respuesta a la disminución en la humedad (33). Las frutas son drupas, de alrededor de 1.2 cm de diámetro, que maduran y caen al mismo tiempo que las hojas al momento de la florecencia anual (14). En Trinidad, el granadillo florece y desarrolla nuevas hojas en abril, mientras que la fruta madura en diciembre (26).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del granadillo son difíciles de recolectar debido a que sólo un pequeño porcentaje de los árboles produce frutas en un año en particular, y existe un período de tiempo extenso entre cosechas en los árboles individuales.¹ Algunas de las frutas sirven como una fuente alimenticia para la cotorra de Puerto Rico, *Amazona vittata*. Sin embargo, la mayoría de las frutas cae dentro de un radio de 4 m del árbol materno y es descompuesta por microorganismos o consumida por insectos (33). La ausencia de mamíferos indígenas y de aves de gran tamaño dentro de la Sierra de Luquillo podría explicar en parte la falta de dispersión de las semillas.

Pruebas efectuadas en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical en Río Piedras, PR, revelaron unos promedios de 295 frutas por kilogramo y 760 semillas por kilogramo.¹ De las 148 frutas de granadillo sometidas a pruebas en Puerto Rico, un 28 por ciento tuvo semillas

completamente desarrolladas mientras que el resto de las semillas se encontraron vacías o no viables.¹ Gran parte de este daño puede ser atribuido a infestaciones por insectos. Posteriormente a la recolección de campo, la mayoría de las frutas vacías se pueden separar de las buenas mediante una prueba de flotación. Esta prueba a veces no rinde buenos resultados cuando se efectúa con fruta fresca que posee un exocarpo carnoso, ya que las semillas vacías podrán hundirse junto con las buenas.

En una prueba sobre el almacenamiento de semillas efectuada en Puerto Rico, las semillas sembradas inmediatamente después de la recolección mostraron una germinación del 62 por ciento. Las semillas almacenadas en sacos de papel sin sellar, tanto a temperatura ambiente como en refrigeración (4 °C), rindieron los siguientes resultados en cuanto a la germinación, respectivamente: almacenamiento de 1 mes, 60 y 10 por ciento; 2 meses, 54 y 6 por ciento; y 3 meses, 53 y 2 por ciento. Después de 3 meses en refrigeración, ninguna de las semillas germinó. Las semillas almacenadas a temperatura ambiente mostraron una germinación del 42 por ciento después de 6 meses de almacenamiento y del 32 por ciento después de 9 meses. No hubo ninguna germinación después de un año en almacenamiento.¹

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea, con los cotiledones emergiendo a cerca de 5 cm arriba de la superficie. En Puerto Rico, la germinación en la Sierra de Luquillo se observó durante la temporada seca después de que el granadillo había perdido sus hojas (33). Durante este período, la mayor cantidad de luz solar que llega a la superficie del bosque bajo los árboles maternos ayuda a la germinación y la supervivencia de las plántulas.

En Trinidad, la germinación se reportó ocurriendo de 6 a 10 semanas después de la siembra de las semillas (26). Las plántulas fueron transferidas con éxito ya sea con las raíces desnudas o con el terrón. Se ha sugerido, por razones económicas, que las estacas de raíces y vástagos deberían someterse a pruebas (26).

En Puerto Rico, el período promedio reportado entre la siembra y la germinación fue de 10 semanas (25). A pesar de que las observaciones no fueron conclusivas, éstas dieron base a la sospecha de que la germinación sería más rápida si las semillas se sembraran antes, en vez de durante, la estación seca. En el bosque, se estimó que el 70 por ciento de las semillas sin dañar germinaron (33). La densidad de las plántulas fue más alta en el mes de julio, pero disminuyó después debido a la mortalidad, muy probablemente debido a la competencia.

En Puerto Rico, las plántulas crecieron con mayor rapidez en claros en el bosque que bajo el dosel (33). En contraste, el crecimiento de las plántulas 8 meses después de plantarlas en el vivero fue más rápido bajo sombra que bajo la luz solar directa. Se reportó un crecimiento inicial rápido en Trinidad, en donde las plántulas crecieron hasta 1.2 m en 6 meses y hasta 2.4 metros en 1 año (26). Las pruebas de siembra en Puerto Rico mostraron un crecimiento inicial lento en la mayoría de los sitios, pero una supervivencia de adecuada a buena posteriormente.¹ Una prueba involucrando 400 plántulas plantadas en claros en el bosque resultó en una supervivencia del 38 por ciento después de 5 años y un crecimiento promedio en altura de sólo 0.6 m por año. En Puerto Rico, la mejor supervivencia se obtuvo cuando las plántulas de aproximadamente 1 cm de diámetro y de 0.4 a

¹Información inédita archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

Tabla 1.—Cobertura forestal asociada de las principales especies de árboles con el granadillo, *Buchenavia tetraphylla*

País	Localidad	Elevación	Precipitación	Principales especies asociadas e información ecológica*	Referencia
		<i>m</i>	<i>mm / año</i>		
Puerto Rico	Cordillera Central	150-600	1500-2500	<i>Tabebuia heterophylla</i> , <i>Andira inermis</i> , <i>Inga vera</i> en bosques de cafetales abandonados de sombra >30 años de edad	(44)
	Cordillera Central	150-1100	1500-2500	<i>Dacryodes excelsa</i> , <i>Manilkara bidentata</i> , <i>Sloanea berteriana</i>	(40, 41)
	Sierra de Luquillo	150-600	2000-3000	<i>Dacryodes excelsa</i> , <i>Euterpe globosa</i> , <i>Sloanea berteriana</i> ; el granadillo se ordena como el número 27 en densidad de tallos, octavo en dominancia del área basal y séptimo en volumen en parcelas medidas	(6)
		~300	~3000	<i>Dacryodes excelsa</i> , <i>Euterpe globosa</i> , <i>Micropholis garciniaefolia</i> ; el granadillo constituyó el 0.2 por ciento de los tallos en bosque tabonuco sin perturbar	(42)
		180-360	2300	<i>Manilkara bidentata</i> en cuestras más altas; el granadillo es una especie secundaria en cuestras de leves a moderadas	(9)
Cuba	Estación Experimental de la Universidad	~50	1500	<i>Phoebe elongata</i> , <i>Guarea trichilloides</i> , <i>Inga laurina</i> en arboledas secundarias de Puerto Rico	(46)
	Región de la Sierra Maestra	150-900	3200	<i>Andira inermis</i> , <i>Calophyllum brasiliense</i> , <i>Prunus occidentalis</i> en cuestras al norte	(35)
	Región de Cabo Cruz	~150	nd	<i>Andira inermis</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Cedrela mexicana</i> ; suelos con una capa superficial de piedra caliza	(35)
	Región de Oriente	150-370	~3000	<i>Carapa guianensis</i> , <i>Ficus membranacea</i> , <i>Guarea guara</i> ; suelos de origen ígneo (varios sitios)	(35)
	Pinar del Río	360	~1500	<i>Andira inermis</i> , <i>Calophyllum brasiliense</i> , <i>Guarea guara</i> ; suelos derivados de piedra caliza	(35)
Trinidad	Montañas de Trinidad	450	>2000	<i>Cedrela mexicana</i> , <i>Phoebe elongata</i> , <i>Zanthoxylum martinicense</i>	(35)
	Selva Veranera Siempreverde	<300	1800-3000	Asociación <i>Carapa guianensis</i> - <i>Eschweilera subglandulosa</i> ; el granadillo se ordena octavo o noveno en densidad de tallos en tres ecotipos como un árbol emergente	(4)
	Selva Veranera Semidecidua	Cuestras bajas ecotipo	<1500	Asociación <i>Peltogyne porphyrocardia</i> ; en el <i>Protium guianense</i> - <i>Tabebuia serratifolia</i> , el granadillo ocurrió como un árbol del estrato superior y se ordenó como sexto en densidad de tallos	(4)
	Selva Veranera Decidua Montañosa		1100-1500	Asociación <i>Bursera simaruba</i> - <i>Lonchocarpus punctatus</i> ; el granadillo se ordenó como duodécimo en densidad de tallos como un árbol emergente	(4)
St. Kitts-Nevis	Bosque Montano Bajo	<600	>2500	Asociación <i>Birsonima spicata</i> - <i>Licania ternatensis</i> ; el granadillo se ordenó sexto en densidad de tallos como un árbol del dosel	(4)
	Bosque Montano Bajo	>400	>2000	Asociación <i>Dacryodes excelsa</i> - <i>Sloanea</i> spp.	(4)
St. Lucia	Costa este cerca de Praslin	~100	~1500	Especies de Myrtaceae, <i>Bursera simaruba</i> y <i>Pimenta racemosa</i> en arboledas secundarias	(4)
Granada	Morne Delice	230-340	~2000	<i>Manilkara bidentata</i> , <i>Carapa guianensis</i> y <i>Chione venosa</i> en bosques estacionales secundarios avanzados	(4)

*Nomenclatura de acuerdo a los autores citados.

0.6 m de altura se cortaron a una altura de 15 a 30 cm antes de plantarlas.¹

Reproducción Vegetativa.—El granadillo rebrota libremente al ser cortado, incluso a una edad avanzada (26).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La información sobre el crecimiento del granadillo en el neotrópico es escasa. Se reportó el crecimiento del granadillo como rápido en Trinidad (26), en donde la especie desarrolla contrafuertes de buen tamaño en su madurez. Los tallos promediaron casi 7 m de alto a los 3 años, los árboles más grandes creciendo a una altura de 9 m al dejarlos en los semilleros del vivero. Cuando transplantada bajo sombra ligera, la plántula promedio después de 3 años alcanzó 4.5 m de altura, con los árboles más grandes alcanzando hasta 6 m de alto. Después de 7 años (6 años después del trasplante), el árbol más grande midió 10.5 cm en d.a.p. y 10.7 m de altura. El promedio de los 10 mejores árboles fue de 9.7 cm en d.a.p. y 9.3 m de altura. El brinzal más grande de un grupo de 200 plantados en un sitio abierto y degradado a una elevación de 800 m en el bosque de Toro Negro de Puerto Rico promedió solamente 0.5 m por año durante 6 años (tabla 2). Este crecimiento lento en el bosque de Toro Negro se puede atribuir a la elevación comparativamente alta y a la condición degradada del sitio.

El crecimiento en d.a.p. de los árboles de granadillo en varias parcelas permanentes en las montañas de Luquillo se resume en la tabla 2. Los valores menores, aquellos promediando entre 0.05 y 0.51 cm por año reportados para las parcelas permanentes TS-3 y TR-1, recalcan la variabilidad en el incremento para tallos dispersos de tamaños diferentes en rodales primarios sin perturbar. En contraste, el crecimiento en d.a.p. del granadillo en los rodales secundarios avanzados Sabana 8 y Río Grande, ambos de los cuales han sido entresacados, promediaron alrededor de 0.70 cm por año. A través de la mayoría de su ciclo vital, el granadillo es una de las especies de más rápido crecimiento

en el bosque subtropical muy húmedo de la Sierra de Luquillo (11, 43).

Usando información recolectada en el bosque del Luquillo en Puerto Rico para árboles de tamaños diferentes, se desarrollaron una curva de supervivencia y una tabla de vida para el granadillo (33). Por cada 1,000,000 de semillas producidas, 1,000 germinan, 200 se convierten en plántulas durante el primer par de años, 60 crecen hasta árboles jóvenes después de 7 años, 40 se convierten en árboles maduros después de 30 años y alrededor de 30 alcanzan la senectud entre los 40 y 70 años. Las tasas de mortalidad en las clases de tamaño de plántula y juvenil son altas.

Comportamiento Radical.—La plántula desarrolla una raíz pivotante con rapidez (26). Sin embargo, las raíces de los árboles maduros parecen estar considerablemente cerca de la superficie. Se han identificado micorrizas endotróficas, que se cree actúan como una trampa de nutrientes, asociadas con las raíces del granadillo (12).

Reacción a la Competencia.—El granadillo es intolerante a la sombra (26). En Trinidad, la regeneración natural se reportó como pobre en bosques cerrados y como escasa en claros en el bosque en donde la luz era adecuada. Más aun, las clases de menor diámetro no se encontraron bien representadas en el bosque. Estas observaciones se vieron confirmadas en una parcela muestra de 0.54 ha en el bosque subtropical muy húmedo sin perturbar de Puerto Rico (33). Después de agrupar los tallos en esta parcela en clases de 5 cm variando entre 10 y 100 cm, se encontró un número desproporcionado de tallos en las clases entre 30 y 60 cm. Este tipo de distribución de clases diamétricas por lo usual es característica de una especie de árbol que se reproduce en brechas en el bosque causadas por disturbios recurrentes, tales como vientos fuertes o huracanes. En otro estudio en Puerto Rico, el granadillo se clasificó como una especie del dosel del bosque secundario, más que nada debido a la pequeña cantidad de plántulas y tallos del sotobosque representados (36). Varias otras características del granadillo sugieren que es una especie de bosques secundarios

Tabla 2.—Información sobre el crecimiento para el granadillo, *Buchenavia tetraphylla*, en Puerto Rico

Localidad	Elevación	Precipitación	Duración	Crecimiento promedio		Comentarios	Referencia
				Altura	D.a.p.		
	<i>m</i>	<i>mm/año</i>	<i>Años</i>	<i>m/año</i>	<i>cm/año</i>		
Bosque de Toro Negro	~800	~2500	6	0.50	0.80	La medición se efectuó en la plántula más grande de 200 sembradas en un sitio abierto y degradado	(24)
Sierra de Luquillo	~250	~2500	2	nd *	0.66	Crecimiento en diámetro promedio de 15 árboles (39)	(43)
	180-600	2300-3500	18	nd	0.70	Promedio para 30 árboles de un sitio en Sabana 8 y 11 árboles de un sitio en Río Grande	(10)
	570	~3000	3	nd	0.05	Promedio para dos árboles de la parcela TS-3 en un bosque clímax	(45)
	400	~3500	30	nd	0.51	Promedio para cuatro árboles de la parcela TR-1 en un bosque clímax	(45)

*No disponible.

avanzados: frutas dispersadas por la fuerza de gravedad; una copa amplia; un hábito caducifolio, incluso en áreas con una precipitación abundante; una mortalidad considerable en las etapas iniciales, y una tasa de crecimiento rápida (4, 7, 33).

Un muestreo de biomasa en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico incluyó tres árboles de granadillo con unos d.a.p. variando entre 3.1 y 20.6 cm. Los estimados de biomasa para las hojas, ramas, troncos y raíces del granadillo y sus epífitas asociadas, se reportan en la tabla 3. Los componentes químicos principales de las raíces, fustes, ramas y hojas del granadillo se listan en la tabla 4.

Agentes Dañinos.—Las ratas, introducidas a Puerto Rico hace bastante tiempo, se pueden encontrar en la Sierra de Luquillo, en donde recolectan las semillas del granadillo, las almacenan en un escondrijo y luego rajan los endocarpos para comerse los embriones (33). Los insectos nativos también consumen las semillas (33).

El duramen del granadillo es considerablemente resistente a la pudrición y al ataque por las termitas que anidan sobre la superficie del terreno (*Nasutitermes* spp.) y muy resistente al ataque por la termita subterránea o de la madera seca (*Cryptotermes brevis* (Walker)0, pero muestra poca resistencia a la polilla de mar (11, 13, 47). La albura es vulnerable al ataque de un escarabajo de la familia Lyctidae (“powder-post beetle”). El duramen es impermeable y la penetración de la albura con preservativos con base acuosa o de aceite es muy baja.

Se ha demostrado que el granadillo es susceptible a los huracanes en Puerto Rico. El Huracán San Felipe de septiembre de 1928 ocasionó la quiebra de la parte superior de los árboles, y pasaron alrededor de 2 meses antes de que las copas se refoliaran (3). El Huracán Hugo, una tormenta de septiembre de 1989, también causó daño a las copas del

granadillo, especialmente en la parte noreste de la Sierra de Luquillo. La refoliación tuvo lugar dentro de un período de 2 a 3 meses.

USOS

La madera del granadillo comparte muchas características con la madera del roble blanco y la teca (11). El duramen es marrón amarillento y no se distingue con facilidad de la albura de color marrón amarillo pálido (23). La madera es de una textura de mediana a más bien tosca, tiene un lustre alto y un peso específico de 0.63 g por cm³. La madera se seca al aire con rapidez hasta alcanzar un contenido de humedad de 15 por ciento con sólo un mínimo de degradación. El porcentaje de encogimiento al ir de verde a seco al horno es de 2.8 radial, 5.7 tangencial y 8.6 volumétrico (11). La madera se trabaja a máquina con una dificultad moderada debido a su dureza, aunque el cepillado, el modelado, el torneado, el taladrado, el encajado, el lijado y la resistencia de la madera a rajarse con tornillos se consideran como buenos (22). La madera toma un buen acabado y adquiere un atractivo pulido raso. La corteza tiene un contenido alto de tanino (22).

El color uniforme del granadillo, unido a su aspecto atractivo y sus buenas propiedades al ser trabajado a máquina lo hacen altamente adecuado para muebles y ebanistería (22, 23, 31, 32, 38). Se puede también usar para la construcción, marcos, pisos, triplex, enchapado decorativo, molduras interiores, manufactura de botes, cajas, tanques de madera y artículos torneados (11, 22, 23). El granadillo se ha recomendado también como un árbol ornamental para ser plantado a la orilla de caminos, debido a su forma atractiva (27).

Tabla 3.—Estimados de biomasa para el granadillo, *Buchenavia tetraphylla*, en Puerto Rico (28)

Dimensiones del árbol		Peso secado al horno					
D.a.p.	Altura	Hojas	Ramas	Fuste	Raíces	Total	Epífitas
cm	m	-----kg-----					
3.1	5.71	50	143	1,327	391	1,911	30.5
5.6	10.98	279	456	7,147	1,094	9,003	26.1
21.6	19.89	2,698	8,238	213,725*	100,042	324,703*	1,596.7

*Los valores dados en 28 se han alterado en esta tabla. Los valores originales parecen ser 10 veces demasiado grandes, tal vez debido a un error en las aproximaciones.

Tabla 4.—Principales componentes químicos del granadillo, *Buchenavia tetraphylla*, en Puerto Rico (28)

Componente arbóreo	Elemento					
	Na	K	Ca	Mg	P	N
-----Variación en porcentaje del peso secado al horno-----						
Raíces						
Pequeñas	0.01 – 0.03	0.09 – 0.13	0.46 – 0.75	0.08 – 0.13	0.019 – 0.025	0.39 – 0.60
Medianas y grandes	0.01	0.09 – 0.14	0.34 – 0.60	0.03 – 0.06	0.017 – 0.025	0.26 – 0.39
Principales	nd*	0.09 – 0.50	0.21 – 0.44	0.03 – 0.14	0.013 – 0.027	0.23 – 0.32
Fustes	nd	0.13 – 0.20	0.27 – 0.50	0.03 – 0.05	0.017 – 0.024	0.25 – 0.28
Ramas	nd	0.24 – 0.38	0.44 – 1.33	0.04 – 0.12	0.024 – 0.038	0.35 – 0.69
Hojas	nd	0.56 – 1.84	0.60 – 1.16	0.14 – 0.42	0.070 – 0.140	1.08 – 2.25

*La información no proporcionada en las columnas o filas no se encuentra disponible.

GENETICA

El género *Buchenavia*, confinado a la América tropical, pertenece a la sub-tribu Terminaliinae de la familia Combretaceae (16). El género se deriva aparentemente de *Terminalia*, el cual tiene una distribución pantropical. Los dos géneros se distinguen en base a los filamentos y a los lóbulos del cáliz. *Buchenavia tetraphylla* se clasificó anteriormente como *Buchenavia capitata* (Vahl) Eichl., *Bucida capitata* Vahl (22) y como *Terminalia capitata* (17, 31).

Buchenavia es el género más grande de la Combretaceae confinado a un hemisferio. Contiene 22 especies, principalmente en la Cuenca Amazónica de la América del Sur, una de las áreas de especiación principales dentro de esta familia (18). *Buchenavia tetraphylla*, que es con facilidad la especie más variable, abundante y ampliamente distribuida en el género (17), es la única especie que se encuentra en las Indias Occidentales.

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Alain, Hermano. 1945. Notas taxonómicas y ecológicas sobre la flora de la Isla de Pinos. Habana, Cuba: Talleres Tipográficos "ALFA." 115 p.
3. Bates, Charles Z. 1929. Efectos del huracán del 13 de septiembre de 1928 en distintos árboles. Revista de Agricultura de Puerto Rico. 23: 113-117.
4. Beard, J.S. 1946. The natural vegetation of Trinidad. Oxford, England: Clarendon Press. 152 p.
5. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
6. Briscoe, C.B.; Wadsworth, F.H. 1970. Stand structure and yield in the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 70-89. Capítulo B-6.
7. Budowski, Gerardo. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. Turrialba. 15(1): 40-42.
8. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Climatology of the United States 60-52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Sciences Administration, Environmental Data Service. 29 p.
9. Crow, Thomas R.; Grigal, David F. 1979. A numerical analysis of arborescent communities in the rain forest of the Luquillo Mountains, Puerto Rico. Vegetatio. 40(3): 135-146.
10. Crow, Thomas R.; Weaver, Peter L. 1977. Tree growth in a tropical moist forest of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
11. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 464 p.
12. Edmiston, Joe. 1970. Survey of mycorrhiza and nodules in the El Verde Forest. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 15-20. Capítulo F-2.
13. Edmondson, Charles H. 1949. Reaction of woods from South America and Caribbean areas to marine borers in Hawaiian waters. Caribbean Forester. 10: 37-41.
14. Estrada Pinto, Alejo. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 237-269. Capítulo D-14.
15. Ewel, John J.; Madriz, Arnaldo. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Caracas, Venezuela: Ministerio de Agricultura y Cría, Dirección de Investigación. 265 p.
16. Ewel, John J.; Whitmore, Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
17. Exell, A.W.; Stace, C.A. 1963. A revision of the genera *Buchenavia* and *Ramatuella*. Bulletin of the British Museum of Natural History. (Botany). 3(1): 3-46.
18. Exell, A.W.; Stace, C.A. 1972. Patterns of distribution in the Combretaceae. En: Valentine, D.H., ed. Taxonomy, phytogeography and evolution. London: Academy Press, Inc.: 307-323.
19. Fawcett, William; Rendle, Alfred B. 1926. Flora of Jamaica containing descriptions of the flowering plants known from the island. Vol. V. Dicotyledons, families Buxaceae to Umbelliferae. London: Trustees of the British Museum. 453 p.
20. Hodge, W.H. 1954. Flora of Dominica, B.W.I. Lloydia. 17(1): 1-238.
21. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
22. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 548 p.
23. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
24. Marrero, José. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest: past experience as a guide for the future. Caribbean Forester. 9: 85-146.
25. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10(1): 11-30.
26. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London, England: Oxford University Press. 247 p.
27. Martorell, Luis F. 1953. ¿Qué árbol sembraré? Caribbean Forester. 14(3-4): 152-160.
28. Ovington, J.D.; Olson, J.S. 1970. Biomass and chemical content of El Verde lower montane rain forest plants. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F. eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 53-77. Capítulo H-2.
29. Pittier, H. 1926. Manual de las plantas usuales de Venezuela. Caracas, Venezuela: Litografía del Comercio. 342 p.
30. Pullee, A., ed. 1941. Flora of Suriname (Netherlands Guyana). Dialypetalae. Amsterdam, Netherlands: de Bussy, J.H. Ltd. 456 p. Vol. 3, Part 1.
31. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the new world. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.

32. Record, Samuel J.; Mell, Clayton D. 1924. Timbers of tropical America. New Haven, CT: Yale University Press. 610 p.
33. Sastre de Jesús, Inés. 1979. Ecological life cycle of *Buchenavia capitata* (Vahl) Eichl., a late secondary successional species in the rain forest of Puerto Rico. Knoxville, TN: The University of Tennessee. 45 p. Tesis de M.S.
34. Schiffino, José. 1949. Arboles de la flora dominicana. Ciudad Trujillo, República Dominicana: Editores Pol Hermanos. 111 p.
35. Smith, Earl E. 1954. The forests of Cuba. Maria Moors Cabot Foundation Publication 2. Petersham, MA: Harvard Forest; Cienfuegos, Cuba: Atkins Garden and Research Laboratory. 98 p.
36. Smith, Robert F. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican rain forest before and after short-term gamma radiation. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 103-140. Capítulo D-3.
37. Swabey, Christopher. 1941. The principal timbers of Jamaica. Bull. 29 (new series). Kingston, Jamaica: Department of Science and Agriculture. 37 p.
38. Swabey, Christopher. 1945. Forestry in Jamaica. Forestry Bull. 1. Kingston, Jamaica: Forest Department. 44 p.
39. Tropical Forest Experiment Station. 1953. Thirteenth annual report. Caribbean Forester. 14(1-2): 1-33.
40. Wadsworth, Frank H. 1949. El bosque de Angel Monserrate. Caribbean Forester. 10(1): 7-10.
41. Wadsworth, Frank H. 1950. Notes on the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900. Caribbean Forester. 11(1): 38-47.
42. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains, I. The setting. Caribbean Forester. 12(3): 93-114.
43. Wadsworth, Frank H. 1952. Forest management in the Luquillo Mountains, III. Selection of products and silviculture policies. Caribbean Forester. 13(3): 93-119.
44. Weaver, P.L.; Birdsey, R.A. 1986. Tree succession and management opportunities in coffee shade stands. Turrialba. 36(1): 47-58.
45. Weaver, Peter L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
46. Weaver, Peter L.; Nieves, Luis O. 1978. Periodic annual dbh increment in a subtropical moist forest dominated by *Syzygium jambos* L. Alston. Turrialba. 28(3): 253-256.
47. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indies dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 41: 259-311.
48. Woodson, Robert E., Jr.; Seibert, Russell J. 1938. Contributions toward a flora of Panama. II. Miscellaneous collections during 1936-1938. Annals of the Missouri Botanical Garden. 25: 823-840.

Bucida buceras L. Ucar

Combretaceae Familia de las combretumes

John K. Francis

Bucida buceras L., conocido como úcar (12), pucte (9) y oxhorn bucera (13), es un árbol dominante en rodales forestales secos y húmedos (fig. 1) y es popular como un árbol de sombra en muchas áreas urbanas. Su potencial como un árbol maderero no ha sido completamente apreciado.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del úcar se encuentra entre las latitudes 5° N. y 25° N. e incluye las islas Bahamas, Cuba, Jamaica, la isla de Española, Puerto Rico y las Antillas Menores con un límite al sur en Guadalupe (12). En el continente, la especie crece desde el sur de México hasta las



Figura 1.—Un árbol de úcar, *Bucida buceras*, creciendo en Puerto Rico en un rodal natural húmedo.

Guyanas (fig. 2). Al principio se creía que su distribución había incluido los Cayos de la Florida (27), pero aparentemente el úcar no se encontraba en esta área antes de la época colonial (11). El úcar se planta extensamente como un árbol de ornamento y de sombra en el sur de la Florida y en las Indias Occidentales.

Clima

El úcar crece de manera natural en Puerto Rico en áreas que reciben una precipitación anual entre 750 y 1400 mm y con una estación seca durante el invierno de alrededor de 2 meses de duración. En la Península de Yucatán en México crece en áreas que reciben menos de 2000 mm de precipitación anual con una estación seca de noviembre a marzo (6). La temperatura atmosférica anual promedio a través de su área de distribución varía entre 24 y 28 °C (25), con una mayor fluctuación diurna que estacional.

Suelos y Topografía

El úcar crece mejor en suelos ricos en nutrientes que son profundos, de textura mediana y húmedos pero bien drenados. Sin embargo, debido a que su crecimiento lento hace del úcar un competidor pobre en los mejores suelos, la mayoría de los rodales naturales se encuentran en áreas con una precipitación baja, en suelos salinos en las áreas costeras (19, 20) y en salientes de piedra caliza excesivamente drenadas y colinas arenosas en áreas que reciben una precipitación mediana. La mayor concentración de árboles bien formados ocurre en terrenos bajos y estacionalmente pantanosos y a lo largo de arroyos intermitentes al pie de cerros secos (8, 20). El úcar se puede encontrar por lo usual en áreas costeras (12), pero puede crecer a elevaciones de

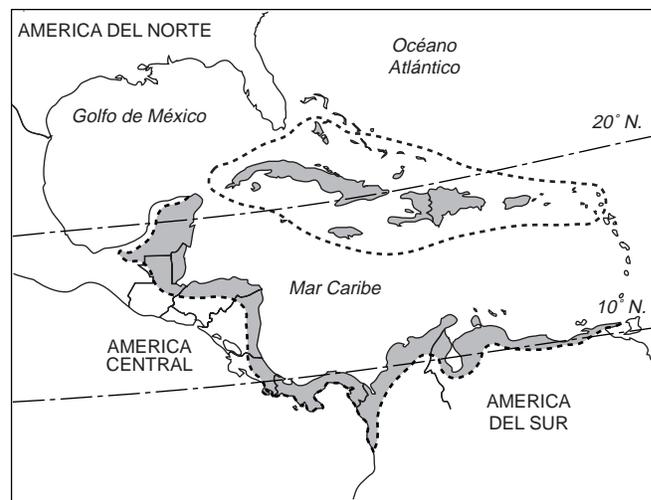


Figura 2.—La distribución natural del úcar, *Bucida buceras*.

varios cientos de metros en cerros secos costeros y en áreas en el interior en la América Central. El úcar crece también en las márgenes y en terrenos elevados en pantanos con *Pterocarpus officinalis* Jacq. y en manglares (5, 6, 20).

Cobertura Forestal Asociada

El úcar es un componente de la comunidad clímax del bosque seco (22). Crece como un árbol sub-clímax en áreas excesivamente drenadas del bosque húmedo. En los "bosques espinosos" en el sur de México (en Tabasco y Chiapas), se asocia con *Eugenia lundelli* Standl., *Coccoloba cozumelensis* Hemsl. y *Croton reflexifolius* H.B.K. (22). En la Península de Yucatán el úcar crece con *Manilkara zapota* (L.) V. Royen y *Swietenia macrophylla* G. King (22). En las protuberancias de piedra caliza en Cuba, entre los manglares y a una elevación máxima de 450 m, el úcar crece junto con *Calophyllum brasiliense* Camb., *Guaiacum officinale* L., *Pera bumelifolia* Griseb. y *Lysiloma latisiliqua* (L.) Benth. (24). En Puerto Rico, el úcar se encuentra en asociación con *Bursera simaruba* L. Sarg., *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Prosopis pallida* (H. & B. ex. Willd.) HBK. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. en laderas secas y junto con *Andira inermis* (W. Wright), *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC., *Homalium racemosum* Jacq., *C. calaba* L. y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. en áreas más húmedas. En áreas bajas, se le puede encontrar en asociación con *Pterocarpus officinalis* Jacq., *Annona glabra* L. y *Drepanocarpus lanatus* (L.F.) G. F. Meyer en Haití, con *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) L., *Conocarpus erectus* L. y *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. en las Guyanas (6) y con *P. officinalis* Jacq. y *Calophyllum calaba* L. en Puerto Rico (5).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La florescencia varía de árbol a árbol y puede ocurrir en cualquier momento durante el año en Puerto Rico (6, 12). La florescencia tiene lugar durante la primavera en la Florida (16). Las flores de color blanco verdusco, algunas de las cuales son estaminadas y otras perfectas, aparecen en espigas (2, 12). Las drupas con una sola semilla maduran en tres meses aproximadamente (27).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del úcar caen al suelo una por una o en la espiga entera y pueden ser recolectadas a mano del suelo o directamente del árbol. Hay alrededor de 38,000 semillas de úcar por kilogramo (6). Aparentemente no existen medios especializados para el transporte de las semillas. Sin embargo, las semillas son livianas y pueden ser acarreadas por los vientos fuertes a distancias cortas; las semillas pueden también flotar.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas del úcar es epigea. La germinación es baja, alrededor del 6 por ciento, y comienza de 12 a 17 días después de la siembra (6). La pérdida de la viabilidad es rápida. Una prueba en la que se cortaron 400 semillas de Puerto Rico mostró que el 64 por ciento tenía cavidades centrales llenas de un material leñoso, el 13.5 por ciento se encontraba huecas, el 7 por ciento estaba infestado con gorgojos, el 3.5 por ciento estaba podrido y el 12 por ciento contenía endosperma con una

aparición saludable. Sin embargo, solamente germinó el 1 por ciento (14). La arena húmeda ha probado ser el mejor material a usar en los semilleros.¹ El rendimiento final de plántulas en una prueba de vivero para un lote de semillas fue de 2,500 por kilogramo de semillas (6).

Se reporta que en la Florida el crecimiento de las plántulas es lento (16). Sin embargo, el crecimiento en altura de 15 plántulas cultivadas en un almácigo de vivero en Puerto Rico promedió 9 cm en 4 meses, 21 cm en 5 meses y 47 cm en 6 meses. La supervivencia de las plántulas en tiestos ha sido alta en pruebas de plantación en Puerto Rico, por lo general del 80 al 100 por ciento, a pesar de condiciones rigurosas en el sitio. El tamaño plantable óptimo parece tener lugar cuando las plántulas tienen alrededor de 10 cm de alto. Por otra parte, sólo del 10 al 17 por ciento de las plántulas con las raíces desnudas o de las plántulas silvestres sobrevivieron. Las plántulas de úcar han sido plantadas a campo abierto, en hileras estrechas en claros talados y en rodales bajo cubierta. Después del establecimiento, el dosel fue removido. Todos estos métodos parecen rendir buenos resultados si las provisiones en buenas condiciones se plantan de manera apropiada. Las plántulas comienzan a crecer con gran rapidez en el campo y en una prueba efectuada en Puerto Rico en un suelo con una fertilidad arriba del promedio, la altura promedió 1.8 m a los 3 años, 4.0 a los 5 años y 9.1 m a los 10 años.

Reproducción Vegetativa.—Los árboles de úcar pueden rebrotar al ser cortados por lo menos hasta que alcancen un tamaño de madero aserrable pequeño (30 cm en diámetro a la altura del pecho, d.a.p.). La especie se propaga para los propósitos hortícolas usando estacas de madera blanda en una cámara de niebla (16). Los acodos son también un método efectivo para la propagación (23).

Etapas del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El úcar rara vez forma rodales continuos; los árboles se encuentran como individuos dispersos o en grupos de árboles en los micrositos más húmedos de los bosques secos. Sin embargo, el rendimiento de madera de úcar en estos bosques no es insignificante. Por ejemplo, en 1951, 2.6 millones de pies de tablas de úcar se convirtieron en productos aserrados en Cuba (24). El volumen del úcar en los bosques de Quintana Roo, México, es de alrededor de 2 m³/ha (9). Seis parcelas de muestra de 0.0314 ha centradas en agrupaciones de úcar en bosques húmedos y secos en Puerto Rico rindieron un volumen mercantil promedio de 108 ± 34 m³/ha dentro de las agrupaciones y variaron entre 14 y 221 m³/ha (tabla 1). Las agrupaciones muestreadas fueron probablemente representativas del 1 al 20 por ciento de las áreas en donde se encontraron. Las áreas entre medio contuvieron árboles dispersos que por lo general fueron más pequeños en tamaño y más pobres en su forma. La tasa de crecimiento en diámetro, medido entre 1944 y 1961, de los codominantes de úcar en rodales naturales en un bosque seco sin entresacar en Guánica, Puerto Rico, fue de 1.3 mm por año (1), mientras que en rodales forestales húmedos similares en Cambalache, Puerto Rico, la tasa fue

¹Comunicación personal de Alberto Rodríguez, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Servicio Forestal, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Río Piedras, PR, 00928-5000.

de 4.3 mm por año entre 1947 y 1950.

Dos plantaciones en Puerto Rico en suelo seco poco profundo sobre piedra caliza porosa en donde la precipitación fue de aproximadamente 1400 mm por año fueron también muestreadas. Las plantaciones tenían 41 y 43 años de edad con un espaciamiento original de 3 por 3 m. Un promedio de 154 árboles dominantes y codominantes por hectárea tuvieron un d.a.p. promedio de 20.2 cm y una altura promedio de 13.4 m (tabla 1). Los dominantes y los codominantes apenas están alcanzando el tamaño aserrable mercantil más pequeño. Se calcula que la rotación del úcar en este sitio tendría que ser de por lo menos 80 años para que los árboles cosechables alcancen un d.a.p. de 40 cm.

Se han preparado ecuaciones para calcular el volumen mercantil del úcar usando un valor de 20 cm como el d.a.p. mínimo y 15 cm como el diámetro superior mínimo (7). La ecuación usada para calcular los volúmenes previamente citados se da a continuación:

$$V_{ce} = 0.00019818 D^{1.85328} L^{0.68674}$$

en donde: V_{ce} = volumen de la corteza exterior en m^3
 D = d.a.p.
 L = longitud mercantil del fuste (altura mercantil menos la altura del tocón)
 $S_{y,x}$ = 0.0794
 FI = 0.993 (FI es análogo a R^2)

Comportamiento Radical.—Las plántulas de úcar desarrollan un sistema radical fibroso extenso con rapidez. Los árboles de úcar más viejos desarrollan contrafuertes pequeños y, en muchos sitios, raíces superficiales de gran tamaño. El úcar no tiene la reputación de levantar las aceras y las orillas de la calle (29), pero a medida que la grandes existencias de árboles de sombra de úcar envejecen, puede ser que se desarrollen algunos problemas.

Reacción a la Competencia.—El úcar es intolerante a la sombra. La mayoría de las plántulas no sobreviven por mucho tiempo bajo los árboles progenitores, pero en el bosque seco unos pocos brinzales se encuentran casi siempre presentes en una condición suprimida en los espacios entre las copas de los árboles más grandes. El úcar parece ser capaz de mantener una posición dominante en el dosel en el bosque seco. En el bosque húmedo, incluso en micrositios más secos, parece ser que las perturbaciones son necesarias para permitir que los brinzales de úcar alcancen una posición dominante en el rodal. Muchos de los rodales de úcar parecen estar asociados con prácticas intensas de pastoreo en el pasado, posiblemente debido a que las vacas pasan por alto el úcar para alimentarse de arbustos y gramíneas más apetecibles. El establecimiento de rodales puede estar también relacionado a la protección contra el fuego proporcionada por la remoción mediante el pastoreo intenso del combustible en forma de grama seca.

En el bosque seco, la competencia por el agua puede jugar un papel tan importante en la supervivencia de las plántulas como la disponibilidad de la luz. Sin embargo, es definitivo que el agua disponible determina el éxito de los árboles grandes —los mejores árboles se encuentran siempre en los micrositios más húmedos. El árbol de úcar más grande conocido por el autor, un árbol gigante de 110 cm de diámetro en un rodal con otros árboles de úcar de tamaño impresionante, se encontraba creciendo en la planicie inundable de un arroyo intermitente. El área basal de este rodal fue de 51 m^2/ha . El área basal promedio para todas las agrupaciones muestreadas en Puerto Rico fue de 30 m^2/ha .

Unos espaciamientos de 3 por 3 m son adecuados para el plantado del úcar. En un período de 10 a 20 años, las copas cerrarían el dosel y los árboles de úcar más grandes comenzarían a suprimir los más pequeños si no se efectúa un entresacado. El entresacado pre-comercial deberá

Tabla 1.— Información descriptiva para plantaciones en Puerto Rico y rodales naturales de úcar; Bucida buceras

Localidad	Edad	Promedio y error estándar		Arboles para la cosecha	Volumen mercantil
		D.a.p.	Altura		
	Años	-----cm-----	----m----	No. / ha	m^3/ha
Plantación*					
Cambalache 16	41	19.3 ± 0.1	12 ± 1	159	12
Cambalache 21	43	21.0 ± 2.1	15 ± 1	148	34
Rodales Naturales					
Coamo 1	desconocida	32.8 ± 2.7	20 ± 1	446 †	198
Coamo 2	desconocida	32.8 ± 4.8	16 ± 2	64	14 ‡
Coamo 3	<100	75.9 ± 17.1	28 ± 2	96	221
La Plena	desconocida	43.2 ± 3.1	19 ± 1	96	74
Guánica	≈45	12.3 ± 1.3	11 ± 1	159	40
Cambalache 3	edad dispareja	17.6 ± 3.7	14 ± 1	159	99

*Se midieron solamente los dominantes y los codominantes.

†Representa solamente las agrupaciones; los volúmenes reales a través de áreas mayores son mucho menores.

‡Los árboles de mayor tamaño fueron desechados debido a la pudrición del duramen y no contribuyeron al total del volumen mercantil.

concentrarse en la eliminación de los árboles torcidos o con bifurcaciones a un nivel bajo. Se reporta que el úcar tiene una relación de la copa al fuste de 33 (26). Esto determinaría un espaciamiento final de 12 a 15 m entre árboles.

Agentes Dañinos.—Es probable que la única amenaza seria para el úcar en su distribución natural sea el fuego. La corteza del úcar es delgada, con un grosor de solamente 1.2 a 2.2 cm (17) y los árboles rodeados densamente de gramíneas se ven fácilmente exterminados o dañados por los incendios periódicos que arrasan el hábitat seco. Los árboles aislados son más susceptibles al fuego en la ausencia del ganado debido a la mayor acumulación de combustible. Las cicatrices basales causadas por los incendios son el punto de entrada principal para los organismos que causan la pudrición del pie del árbol y del duramen. Se dice que el úcar es resistente al daño por los huracanes (23).

Un ácaro sin identificar es el responsable por la formación de las agallas en forma de cuerno que inspiraron el nombre en latín de *Bucida buceras*, que significa cuerno de buey (2). El efecto del ácaro sobre la reproducción es probablemente insignificante. Una mosca blanca, *Aleurodicus dispersus* Russells se observó atacando los árboles ornamentales de úcar en la Florida (4).

La madera del úcar se lista como resistente a la termita de las Indias Occidentales *Cryptotermes brevis* (Walker) (29) y a las termitas subterráneas (17). No es resistente a la polilla de mar (*Teredo* spp., 13) o a las termitas de la madera húmeda (*Nasutitermes* spp., 15). La madera del úcar no es durable cuando se encuentra en contacto con el suelo (17).

USOS

La densidad y la dureza de la madera del úcar determinan en gran parte la manera en que sería usada. Aparentemente las densidades varían un tanto, dependiendo de dónde crecen los árboles. Las densidades encontradas en la literatura para la madera secada al horno fueron: 0.85 g por cm³ en Guatemala (10) y 0.75 g por cm³ en México (9); las densidades para la madera secada al aire fueron: de 1.01 a 1.07 g por cm³ en Guatemala (8) y 1.10 g por cm³ en Puerto Rico (13). La madera se seca satisfactoriamente considerando su alta densidad y se encoge poco durante el proceso: de 1.3 a 3.0 por ciento radialmente y de 2.3 a 6.6 por ciento tangencialmente (9, 13). La madera tiene una dureza lateral de 1,063 kg/cm², un módulo de ruptura de 1,085 kg/cm² y un módulo de elasticidad de 1.4 x 10⁵ kg/cm² (10). Se reporta que la madera tiene un alto contenido de sílice (17). Debido a esto, la madera de úcar es difícil de trabajar tanto a mano como con herramientas eléctricas. Sin embargo, la madera tiene un atractivo color que va de marrón amarillento oscuro a marrón verdusco con una fibra variegada y se puede acabar hasta obtener una superficie reflejante como el vidrio. Se manufacturan pisos de alta calidad y algunos muebles a partir de la madera de úcar. Otros usos sugeridos de alto valor son puertas y molduras interiores (9). Otros usos incluyen vigas para puentes y madera para construcciones navales, cubiertas de barcos, pilotes en aguas sin polilla de mar (*Teredo* spp.), postes, traviesas de ferrocarril y cajas de lastre (9, 13). El úcar constituye un buen combustible y rinde un carbón excelente; la corteza se usa para el curtido (21). El úcar se lista como un árbol visitado por las abejas, aunque su flujo de néctar no es confiable de un año a otro (3).

El úcar se ha convertido en un árbol de sombra importante en las áreas costeras de las Indias Occidentales. Es resistente a la contaminación ambiental y al rocío salino y crece bien en varios tipos de suelo, incluyendo el relleno de construcción. Sus hojas redondas y pequeñas, a la vez que sus ramas semi-colgantes lo hacen muy atractivo para la decoración del paisaje. Los árboles silvestres son por lo usual espinosos y de una forma variada, pero los cultivares selectos hoy en uso carecen de espinas y tienen un follaje uniforme. El úcar no deberá ser usado como sombra en lugares en donde los automóviles se estacionan rutinariamente, debido a un exudado pegajoso y de color oscuro que cae de los árboles continuamente.

GENETICA

Existen dos especies en el género *Bucida*. La otra especie, *B. espinosa* (Northrop) Jennings es también nativa a la región de las Indias Occidentales (2). No se conocen estudios genéticos sobre el úcar.

LITERATURA CITADA

1. Briscoe, C.B. 1962. Tree diameter growth in the dry limestone hills. Tropical Forestry Notes 12. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 2 p.
2. Britton, N.; Millspaugh, C.F. 1920. The Bahama flora. New York: Britton, N. y Millspaugh, C.F. 695 p.
3. Crane, Eva; Walker, Penelope; Day, Rosemary. 1984. Directory of important world honey sources. London, England: International Bee Research Association. 384 p.
4. Cherry, R.H. 1980. Host plant preference of the whitefly, *Aleurodicus dispersus* Russell. Florida Entomologist. 63(2): 222-225.
5. Figueroa, Julio C.; Totti, Luis; Lugo, Ariel E.; Woodbury, Roy O. 1984. Structure and composition of moist coastal forests in Dorado, Puerto Rico. Res. Pap. SO-202. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 11 p.
6. Food and Agriculture Organization. 1960. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Cuadernos de Fomento Forestal 5. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 499 p.
7. Francis, J.K. 1988. Merchantable volume table for úcar in Puerto Rico. Res. Note SO-350. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 3 p.
8. Holdridge, L.R.; Lamb, F.B.; Mason, B., Jr. 1950. The forests of Guatemala. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas e Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala. 135 p.
9. Huerta, C.J.; Becerra, M.J. 1976. Anatomía macroscópica y algunas características físicas de diecisiete maderas tropicales mexicanas. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 61 p.
10. Kukachka, B.F. 1968. Propiedades seleccionadas de 52 especies de madera del departamento del Petén, Guatemala. Boletín 2. Guatemala, Guatemala: Proyecto Forestal-FAO and FYDEP. 88 p.

11. Little, E.L., Jr. 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized). Agric. Handb. 541. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 375 p.
12. Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p. Vol. 2.
13. Longwood, F.R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning, and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture. 98 p.
14. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10(1): 11-36.
15. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Department of Entomology. 303 p.
16. Patel, S.I. 1984. Propagation of some rare tropical plants. Proceedings of the International Plant Propagation Society. 33: 573-580.
17. Pennington, T.D.; Sarukhan, J. 1968. Arboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y FAO. 413 p.
18. Perez, M.V.; Barcenas, P.G.; Echenique, M.R. [s.f.]. La madera y su uso en la construcción. Boletín 7. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Botánicos. 16 p.
19. Proctor, G.R. 1986. Vegetation of the Black River morass. En: Thompson, D.A.; Bretting, P.K.; Humphreys, M., eds. Forests of Jamaica. Kingston, Jamaica: The Jamaican Society of Scientists and Technologists. 162 p.
20. Record, S.J.; Hess, R.W. 1949. Timbers of the New World. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
21. Record, S.J.; Mell, C.D. 1924. Timbers of tropical America. New Haven, CT: Yale University Press. 607 p.
22. Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Ciudad de México, México: Editorial Limusa. 434 p.
23. Schubert, Thomas. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 91 p.
24. Smith, E.E. 1954. The forests of Cuba. Maria Moors Cabot Foundation Pub. 2. Petersham, MA: Harvard Forest. 98 p.
25. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Health Organization, Unesco Cartographia. 27 p.
26. Weaver, P.L.; Pool, D.J. 1979. Correlation of crown features to growth rates in natural forests of Puerto Rico. Turrialba. 29(1): 53-58.
27. West, E.; Arnold, L.E. 1952. The native trees of Florida. Gainesville, FL: University of Florida Press. 212 p.
28. Wolcott, G.N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the west Indian drywood termite *Cryptotermes brevis* (Walker). The Caribbean Forester. 7(4): 329-334.
29. Zambrana, José A.; Schubert, Thomas H. 1977. Black olive or grege: an ornamental and shade tree for confined areas and adverse conditions. Urban Forestry Bulletin. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeast Area State and Private Forestry. 4 p.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1989. *Bucida buceras* L. Ucar. SO-ITF-SM-18. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.

Bursera simaruba (L.) Sarg. Almácigo, gumbo-limbo

Burseraceae Familia de las burseras

John K. Francis

Bursera simaruba (L.) Sarg., conocido como almácigo (en español) y gumbo-limbo (en inglés), tiene también otros 50 nombres comunes (11) y es un árbol de tamaño mediano de los bosques secos y húmedos en la región del Caribe. Su tamaño moderado, su copa compacta, follaje de color verde lustroso y corteza similar a la del abedul, han llevado a su uso como un árbol ornamental en muchas áreas secas (fig. 1). La madera tiene una densidad baja, pero tiene un cierto número de usos.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del almácigo se extiende desde el sur de la Florida y las islas Bahamas a través de las Antillas Mayores y Menores y penetrando el norte de la América del Sur (17, 18) (fig. 2). Crece también en ambas costas del centro de México, a través de la América Central y a lo largo de la costa del Océano Pacífico de la América del Sur casi hasta la línea ecuatorial (16, 27). Su distribución comprende desde aproximadamente la latitud 10 hasta la 27 °N. No existen reportes de naturalización del almácigo fuera de su área de distribución natural.

Clima

El almácigo se puede encontrar creciendo en las zonas de vida (zonas de acuerdo a Holdridge 15) tropicales muy secas y secas y subtropicales secas y húmedas. La precipitación anual promedio en las áreas en donde la especie es muy abundante fluctúa entre 500 y 1400 mm (24). El almácigo se puede encontrar incluso en áreas más húmedas, pero en estos casos se encuentra confinado a micrositios áridos tales como las crestas de cimas rocosas y cerros arenosos cerca de la

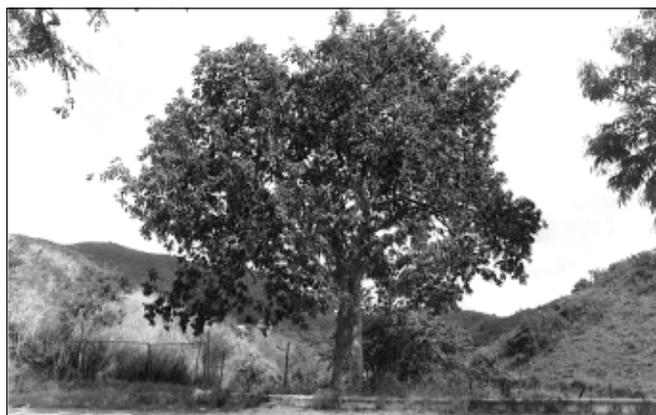


Figura 1.—Un árbol de almácigo, *Bursera simaruba*, creciendo en Puerto Rico.

costa. El árbol es caducifolio y sufre estaciones secas de 1 a 6 meses de duración. Durante el mes más cálido las temperaturas promedio son de alrededor de 28 °C para las áreas costeras a través de su distribución, y durante los meses más fríos las temperaturas promedio varían entre 18 °C en el norte hasta 26 °C en el sur (14, 35). En la Florida y posiblemente México, la especie se ve expuesta muy ocasionalmente a las heladas.

Suelos y Topografía

El almácigo crece sobre una gran variedad de sitios. Por lo general es muy común en cerros secos y rocosos y en suelos calcáreos; sin embargo, alcanza alturas mayores en valles aluviales (17, 20, 24). Los suelos con texturas que van desde la arena a la arcilla y pH de 5.5 a 8.5 son colonizados. La especie puede tolerar el rocío del mar y cierto grado de salinidad en el suelo (24). A menudo se le encuentra en áreas elevadas cerca de playas y en elevaciones leves tierra adentro, muy cerca de manglares costeros. El aspecto y la pendiente de los sitios no parecen ser factores muy importantes para determinar su distribución (observación personal del autor). La mayoría de los árboles de almácigo se encuentran a elevaciones bajas en áreas costeras (17); sin embargo, el árbol también crece adecuadamente tierra adentro en ciertas áreas y se le puede encontrar a altitudes de hasta 1,800 m en Guatemala (24).

Cobertura Forestal Asociada

El almácigo forma muchas asociaciones a través de su extensa área de distribución. Varias de estas asociaciones se listan a continuación, comenzando por la zona norte de su distribución y procediendo hacia el sur. Los cayos superiores de la Florida por lo común sostienen a *Sideroxylon*

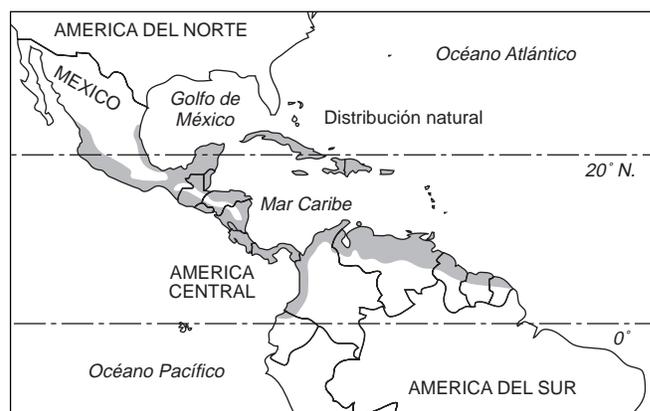


Figura 2.—Distribución natural del almácigo, *Bursera simaruba*, en la América Tropical.

foetidissimum Jacq., *Metopium toxiferum* (L.) Krug. & Urban, *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., *Chrysophyllum oliviforme* L., *Gymnanthes lucida* Sw. y *Guaicum sanctum* L. en asociación con el almácigo (4). En las cuevas del este de México, un bosque siempreverde que típicamente contiene almácigo se ve dominado por *Brosimum alicastrum* Sw. y ocasionalmente *Celtis monoica* (Hemsl.) Sharp (30). El bosque abierto y semi-árido del Llano de Liguanea en Jamaica contiene almácigo a la vez que *Haematoxylum campechianum* L., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Prosopis juliflora* (Slo.) DC. H.B.K., y *Acacia villosa* (Sw.) Willd. (33). En los terrenos boscosos secos de los cerros de piedra caliza de Puerto Rico, gran parte del área basal está constituida por el almácigo y comparte la dominancia con *Coccoloba diversifolia* Jacq. (7). En la costa occidental de Colombia, el almácigo crece en bosques secos en asociación con *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Bursera tomentosa* (Jacq.) Tr. & Pl., *Pithecellobium* sp. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (16).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El almácigo es dioico por lo usual (flores masculinas y femeninas en árboles diferentes), pero algunos árboles producen flores polígamas (17, 36). Las flores de color de verde pálido a blanco son minúsculas (de 1 a 7 mm de ancho) y forman agrupaciones (panículas) al final de las ramas (17, 19, 36). Las flores masculinas se parecen a las flores femeninas, pero aparecen en mayor número (hasta 5,000 a la vez) y producen más néctar (36). Los insectos polinizadores son atraídos en grandes cantidades. La florescencia coincide por lo usual con el brote de hojas nuevas al final de la estación seca, pero varía de acuerdo a la localidad (19). Después de la polinización, las frutas se ensanchan hasta obtener su tamaño máximo en menos de una semana; sin embargo, el embrión permacece de tamaño minúsculo por 8 meses, para luego agrandarse justo antes de la maduración de las frutas (36). Las frutas, de 8 a 9 mm de diámetro y de 10 a 15 mm de largo, son de forma triangular o romboide en su sección transversal y ahusadas en sus extremos. La semilla única se encuentra rodeada por una cubierta de consistencia ósea dentro de un pericarpio carnoso y resinoso (17, 19, 27, 36).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Los árboles de almácigo comienzan a producir frutas a los 5 años de edad e incluso antes cuando se cultivan a partir de estacas (6). Los árboles de buen tamaño pueden producir hasta 60,000 semillas en una sola cosecha, pero el promedio es de cerca de 600 semillas por árbol (36). Por otra parte, los árboles creciendo a campo abierto, de tamaño pequeño aunque no necesariamente jóvenes, producen unas cosechas de semillas escasas. Las semillas maduran durante la mitad o al final de la temporada seca (19, 36) y se ven dispersadas por muchas especies de aves y mamíferos. Algunas dejan caer la semilla al comerse la fruta, mientras que otras ingieren la fruta entera y posteriormente expulsan las semillas sin daño alguno (32, 36). Cien semillas secadas al aire recolectadas en Puerto Rico promediaron 0.077 ± 0.002 g por semillas o 13,000 semillas por kilogramo (observación personal del autor).

Desarrollo de las Plántulas.—Se puede esperar una

germinación del 40 por ciento de las semillas viables en un período de 20 días (6). No es necesario el tratamiento previo (12). Dos intentos en Puerto Rico para germinar semillas de almácigo no tuvieron éxito (10, observación personal del autor). La escasez de plántulas bajo los árboles de almácigo y en aberturas cercanas parece indicar una baja tasa de germinación para las semillas soltadas de manera natural, por lo menos en Puerto Rico. Las plántulas silvestres pequeñas (de alrededor de 10 cm de alto) sobrevivieron el trasplante a contenedores y se desarrollaron hasta alcanzar un tamaño adecuado para el trasplante al campo (0.4 m de alto) en un período de 6 a 8 meses (observación personal del autor). La exposición al sol pleno o casi pleno parece ser un requisito para el crecimiento óptimo. El plantado de estacas y de provisiones de vivero en contenedores, o el trasplante de plántulas silvestres son todos métodos viables para el establecimiento de ornamentales y de plantaciones madereras. No hay información disponible para comparar los métodos para el plantado.

Reproducción Vegetativa.—La propagación del almácigo mediante estacas es fácil (27, 39). Ramas de hasta 10 cm de diámetro se arraigarán al insertar un extremo en el suelo (31). El rebrote al ser cortados es vigoroso en árboles que van de muy jóvenes a tamaño aserrable (observación personal del autor), y se reporta que los árboles volcados por el viento rebrotan y se auto-regeneran (24). Después de la corta de rodales, la regeneración por rebrotes es quizás un método reproductivo más importante que las semillas.

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Los árboles de almácigo por lo general crecen a una tasa moderada. En un bosque subtropical húmedo en un suelo de poca profundidad de arcilla sobre piedra caliza porosa, los árboles dominantes y codominantes con diámetros a la altura del pecho (d.a.p.) iniciales de 4 a 15 cm promediaron un incremento periódico anual en diámetro de 0.28 cm por año en un período de 17 años.¹ Una plantación de almácigo experimental en Costa Rica, con árboles espaciados a 2 por 2 m, alcanzó un área basal de 11 m²/ha y un d.a.p. promedio de 9 cm en 5 años (13). El almácigo es un árbol de larga vida y es capaz de alcanzar 1 m en d.a.p. y una altura de hasta 30 m en los mejores sitios (27). Por lo usual, los árboles no exceden los 20 m de altura y los diámetros no exceden los 0.6 m. Cuando el árbol crece en sitios muy pobres rara vez pasa de 3 a 5 m de altura. El tronco tiende a ser robusto comparado al de otras especies a su alrededor, con ramas pesadas emergiendo entre 2 y 4 metros arriba de la superficie del terreno. En buenos sitios, los fustes son rectos y libres de ramificaciones. La ramificación epicórmica ocurre nunca o muy rara vez. Los troncos del almácigo se encogen de manera substancial durante la estación seca y se expanden de nuevo después de las lluvias a medida que acumulan agua.²

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen rápidamente una larga raíz pivotante. Los árboles en hábitats

¹Calculado a partir de información archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Río Piedras, PR 00928-5000.

²Comunicación personal, Ariel Lugo, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

favorables tienen por lo normal raíces profundas (11). Por lo usual no se desarrollan contrafuertes, pero las raíces laterales en árboles viejos pueden volverse masivas y se proyectan sobre la superficie cerca del tronco. Sin embargo, la especie por lo general no ocasiona daño a las aceras u otras estructuras (31).

Reacción a la Competencia.—El almácigo es intolerante a la sombra. La reproducción por lo usual no ocurre debajo de rodales cerrados de almácigo u otras especies que producen una sombra de moderada a densa (observación personal del autor). Sin embargo, por lo menos una referencia dice que la especie es tolerante a la sombra en todas las etapas de crecimiento (24). El almácigo tolera la “sombra abierta” tal como la que se encuentra a lo largo de calles y playas (31). La reproducción exitosa ocurre en dos situaciones: dentro de bosques secos y bajos en sitios secos y rocosos, y como una especie secundaria emergiendo en claros de gran tamaño en sitios fértiles y húmedos. Las plántulas y los rebrotes pueden crecer a través de rodales ralos y abiertos y pueden competir con las malas hierbas y la maleza en los claros. La tolerancia a la sequía es probablemente más importante que la tolerancia a la sombra para que el almácigo obtenga dominancia sobre la vegetación en competencia. En unos transectos de tres asociaciones vegetales en bosques subtropicales secos en Guánica, Puerto Rico, el área basal del almácigo constituyó el 2, 13 y 34 por ciento del total para los tallos ≥ 5 cm (21). Tres rodales the pequeño tamaño dominados por el almácigo en Cambalache y Guánica, Puerto Rico, tuvieron unas áreas basales totales de 18 m²/ha, más de la mitad de las cuales fueron almácigo (observación personal del autor). A pesar de que el almácigo crece por lo general como un componente de rodales mixtos, se le puede también encontrar en rodales puros o casi puros (20).

Agentes Dañinos.—A pesar de que varios agentes dañinos han sido reportados, no se sabe de ninguno constituyendo una amenaza seria a la especie. Varios insectos homópteros han sido reportados alimentándose del follaje y ramitas del almácigo en Puerto Rico (22). El mono *Cebus capucinus* en Costa Rica se alimenta de los extremos tiernos de las ramas durante la refoliación al final de la estación seca y es capaz de defoliar el árbol entero (36).

Los escarabajos *Xyleborus* spp. y *Platypus* spp. atacan los maderos verdes del almácigo, mientras que el escarabajo del polvo de salvadera (*Lyctus* spp.) ataca los maderos ya secados (20, 22). *Lagochirus araneiformis* L. y otros insectos que taladran la corteza y la madera también se alimentan de maderos y de árboles vivos de almácigo (22, 40). Tres especies de termitas consumen la madera del almácigo en Puerto Rico: *Incisitermes snyderi* Light, *Cryptotermes brevis* Walker y *Nasutitermes costalis* Holmgren (22). A pesar de que la madera del almácigo se lista como muy susceptible al ataque de la termita de la madera seca, *C. brevis* (43), se le puede conferir resistencia al ataque mediante el baño en soluciones de sulfato de cobre, cloruro de zinc, cloruro de bario o nitrato de cadmio (41, 42). La madera verde del almácigo tiene un alto contenido de humedad y, a menos que sea aserrada y secada con prontitud o tratada con un fungicida, será atacada por el hongo que mancha la albura y se descolorará para adquirir un tinte grisáceo (9, 20). La madera del almácigo no es durable en contacto con el suelo y no es adecuada para el uso en condiciones expuestas sin un tratamiento preservativo (20). Los postes para cerca secos y sin tratar tuvieron una vida de servicio de solamente 5 meses en Puerto Rico, pero con un tratamiento preservativo permanecieron servibles por

un espacio de 4 a 7 años (8). Muestras de madera de Venezuela incubadas por 16 semanas a 27 °C y una humedad relativa del 75 por ciento después de inoculadas con los hongos *Lenzites trabea* y *Polyporus versicolor* perdieron el 50 y 52 por ciento de su peso, respectivamente (23). La pudrición del duramen es también un problema común en árboles de mayor edad y tamaño.

El almácigo es susceptible al daño por incendios debido a la resina combustible contenida en su corteza y madera (11). En áreas susceptibles a heladas, los árboles de almácigo cultivados como ornamentales serán dañados por las heladas severas; sin embargo, los árboles maduros pueden resistir heladas ligeras ocasionales durante el invierno (24). Además de esto, el almácigo es resistente a los vientos fuertes (38). Los árboles en Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos expuestos al Huracán Hugo en 1989, con ráfagas de una velocidad máxima de 150 a 330 km por hora, fueron despojados de sus hojas y ramitas y sufrieron una quiebra extensa de ramas menores. A pesar de que algunas de las ramas mayores se quebraron, no hubo quiebra de troncos de árboles sanos, y pocos árboles se vieron volcados por el viento (observación personal del autor).

USOS

El uso principal del almácigo es para setos y postes de cerca vivientes, los cuales se desarrollan después de que los postes verdes de la especie desarrollan raíces (3, 5, 17, 28). En esta capacidad, los árboles también proporcionan sombra a lo largo de caminos rurales (11). El almácigo es también un árbol de sombra y ornamental urbano importante en áreas secas y húmedas (11, 24, 31). Su tamaño mediano es conveniente para áreas residenciales, y su follaje de color verde lustroso y su corteza cobriza que se semeja a la del abedul son muy atractivas (17, 37).

La madera del almácigo es de un color que va de blanco lustroso a pardo claro, y la albura no se distingue del duramen (20). Unos pesos específicos de 0.28 g por cm³ (secada al horno) de la República Dominicana (1), 0.26 g por cm³ (secada al horno) de México (29), de 0.30 a 0.40 g por cm³ (secada al aire) de Belice (20), 0.32 g por cm³ (secada al horno) de Costa Rica (38) y 0.25 g por cm³ (secada al horno) de Puerto Rico (observación personal del autor) indican una madera liviana. Un contenido de humedad del 88 por ciento en madera recién cortada (peso del agua/peso de la madera secada al horno) se reporta de México (29).

La madera es blanda y se tasa debajo de la madera de pino, pinabete y abeto en todas las propiedades de fortaleza a excepción de la tendencia a rajarse, en la cual se compara favorablemente con estas coníferas (20). La madera del almácigo, con un contenido de humedad del 12 por ciento, demostró una resistencia al doblado de 138,000 newtons/cm², un módulo de elasticidad de 21,000 newtons/cm² y una resistencia a la compresión de 88,000 newtons/cm² (9). El encogimiento de la madera a medida que va de verde a secada al horno es de 2.3 por ciento radial, 3.6 por ciento tangencial y 8.6 por ciento volumétrico (20). Se seca al aire a una tasa moderada, por lo general sin la aparición de defectos (34). La madera se aserra, cepilla y tornea sin dificultad. Acepta el tinte y se pule bien, y acepta los clavos con firmeza (20). Los maderos se pueden pelar en tornos rotatorios sin necesidad de calentamiento previo, para rendir una chapa parecida a

la del abedul, (*Betula papyrifera* Marsh.) (20). Los usos predominantes son para la triplex, tablero de partículas, palillos de fósforos, cajas y madera para construcción (2, 20, 27, 28). Con una fortaleza y una pulpa similares a la de *Gmelina arborea* Roxb. y a la del abedul comercial (*Betula* spp.), la madera del almácigo posee un rendimiento de pulpa del 50 por ciento y puede ser usada para la producción de papel para imprimir y escribir (26). Cuando la madera está completamente seca, la madera es excelente para iniciar fuegos y se usa extensamente como leña y para carbón (24). La madera del almácigo tiene un uso maderero y como combustible más que nada debido a su abundancia y no debido a sus cualidades superiores.

Los árboles de almácigo producen una resina con un olor y una textura similar a la brea que se usa localmente para cola de bajo costo, para incienso, en la medicina popular y para añadir sabor a confites e infusiones de hierbas (20, 25, 27). La savia azucarada se usa en áreas rurales para alimentar a los bebés y niños pequeños. El pericarpio carnoso de las semillas y los retoños tiernos y carnosos son consumidos por numerosas especies silvestres (36). En algunos distritos rurales la gente también cocina los retoños tiernos como un vegetal (17).

GENETICA

Existen alrededor de 90 especies de árboles y arbustos en el género *Bursera* esparcidas a través de la América Tropical (11, 28). Entre los sinónimos botánicos para *B. simaruba* se encuentran *B. gummifera* L., *B. ovalifolia* (Schlecht.) Engler y *Elaphrium simaruba* (L.) Rose (19). La variación considerable en el color de la corteza y la forma del árbol han llevado a algunos botánicos a la creencia de que puede haber más de una especie de almácigo en existencia (17).

LITERATURA CITADA

1. Almeida, José Mauro de. 1984. Densidad básica de algunas especies del bosque seco de la República Dominicana. ISA-Nota Técnica 7. Santiago, República Dominicana: Programa de Desarrollo de Madera como Combustible, Instituto Superior de Agricultura. 9 p.
2. Brown, W.H. 1978. Comparative studies of lesser-known timbers: twelve wood veneers—consideration of a wider range of species. *Woodworking Industry*. 35(7): 19-20, 31.
3. Budowski, G. 1987. Living fences in tropical America, a widespread agroforestry practice. En: Gholz, H.L., ed. *Agroforestry: realities, possibilities, and potentials*. Dordrecht, Netherlands: Program for Natural Resources and Quality of Life, University of Peace, Costa Rica: 169-178.
4. Craighead, Frank C., Jr. 1971. *The trees of south Florida*. Coral Gables, FL: University of Miami Press. 212 p. Vol. 1.
5. Crane, J.C. 1945. Living fence posts in Cuba. *Agriculture in the Americas*. 5(2): 34-35, 38.
6. Chavelas Polito, Javier; Devall, Margaret S. 1989. *Bursera simaruba* (L.) Sarg. En: *Useful trees of tropical North America*. Washington, DC:

- Silviculture Study Group, North American Forestry Commission. 12 p.
7. China, Jesús Danilo. 1980. The forest vegetation of the limestone hills of northern Puerto Rico. Ithaca, NY: Cornell University. 70 p. Tesis de M.S.
8. Chudnoff, M.; Goytia, E. 1972. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico (1972 progress report). Res. Pap. ITF-12. Río Piedras, PR: Institute of Tropical Forestry, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 28 p.
9. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. *Agric. Handb.* 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
10. Dunevitz, Vicki L. 1985. Regrowth of clearcut subtropical dry forest: mechanisms of recovery and qualifications of resilience. Lansing, MI: Michigan State University. 110 p. Tesis de M.S.
11. Esteva, Francisco Oliva. 1969. *Arboles ornamentales y otras plantas del trópico*. Caracas, Venezuela: Ediciones Armitano. 368 p.
12. Food and Agriculture Organization. 1975. *Forest tree seed directory*. Rome: Food and Agriculture Organization, United Nations. 283 p.
13. González, Rodrigo. 1980. Plantaciones forestales a nivel experimental en Costa Rica. *Agronomía Costarricana*. 4(1): 99-109.
14. Hoffmann, José A.J. 1975. *Climatic atlas of South America*. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartographia. 6 p.
15. Holdridge, Leslie H. 1967. *Life zone ecology*. Rev. ed. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
16. Instituto Geográfico "Augustín Codazzi". 1977. *Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Hacienda y Crédito Público. 13(11). 238 p.
17. Liogier, Alain Henri. 1978. *Arboles dominicanos*. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
18. Little, Elbert L., Jr. 1978. *Atlas of United States trees*. Florida. Mis. Pub. 1361. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 22 p. Vol. 5.
19. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. *Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
20. Longwood, Franklin R. 1982. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. *Agric. Handb.* 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
21. Lugo, Ariel E.; Gonzáles-Liboy, José; Cintrón, Barbara; Dugger, Ken. 1978. Structure, productivity, and transpiration of a subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica*. 10(4): 278-291.
22. Martorell, Luis F. 1975. *Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico*. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
23. Mayorca, Lérica de. 1976. Estudio de durabilidad de 17 maderas de la región central, centro occidental de Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*. 26: 61-72.
24. National Academy of Sciences. 1983. *Firewood crops*. Washington, DC: National Academy Press. 92 p. Vol. 2.
25. Núñez-Meléndez, Esteban. 1982. *Plantas medicinales de Puerto Rico*. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 498 p.

26. Palmer, E.R.; Gibbs, J.A. 1974. Pulping characteristics of *Gmelina arborea* and *Bursera simaruba* from Belize. L36. London: Tropical Products Institute. 27 p.
27. Pennington, T.D.; Sarukhan, José. 1968. Árboles tropicales de México. Cuidad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Food and Agricultural Organization. 411 p.
28. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CN: Yale University Press. 640 p.
29. Robles Gález, Francisco. 1978. Propiedades y uso de 14 especies de maderas tropicales de rapido crecimiento del campo experimental forestal El Tormento. Ciencia Forestal (México). 3(16): 32-44.
30. Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Cuidad de México, México: Editorial Limusa. 432 p.
31. Schubert, Thomas H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station; Atlanta GA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Region. 87 p.
32. Scott, P.E.; Martin, R.F. 1984. Avian consumers of *Bursera*, *Ficus*, and *Ehretia* fruit in Yucatan. Biotropica. 16(4): 319-323.
33. Shrive, F. 1942. The vegetation of Jamaica. Chronicles of Botany. 7: 164-166.
34. Slooten, H.J. van der; González, Marta E. 1971. Maderas latinoamericanas 6. *Bursera simaruba*, *Poulsenia armata*, *Pterocarpus officinalis* y *Ficus werckleana*. Turrialba. 21(1): 69-76.
35. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartographia. 8 p.
36. Stevens, G. 1983. *Bursera simaruba* (indio desnudo, jinocuave, gumbo limbo). En: Jansen, David H.; ed. Costa Rican natural history. Chicago, IL: The University of Chicago Press: 201-202.
37. Sturrock, David; Menninger, Edward A. 1946. Shade and ornamental trees for south Florida and Cuba. Stuart, FL: Stuart Daily News, Inc. 172 p.
38. Wadsworth, Frank H.; Englerth, George H. 1959. Effects of the 1956 hurricane on forests of Puerto Rico. Caribbean Forester. 20(3/4): 38-51.
39. West, Erdman; Arnold, Lillian E. 1952. The native trees of Florida. Gainesville, FL: University of Florida Press. 212 p.
40. Whitney, W.R. 1942. Isn't research fun? Caribbean Forester. 3: 47-57.
41. Wolcott, G.N. 1943. How to make wood unpalatable to the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. I. With inorganic compounds. Caribbean Forester. 4: 145-157.
42. Wolcott, G.N. 1947. Termite repellents: a summary of laboratory tests. Bull. 73. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 18 p.
43. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.

Byrsonima spicata (Cav.) H.B.K. Maricao

Malpigiaceae Familia de las malpighias

John K. Francis

Byrsonima spicata (Cav.) H.B.K., conocido comúnmente como maricao, doncella, bos tan y golden spoon (9), es un árbol de tamaño mediano de las Indias Occidentales y del norte de la América del Sur. Es un árbol de buen aspecto común en bosques secundarios (fig. 1), con follaje de un color verde brillante con unas pocas hojas rojas esparcidas, y un despliegue anual de flores amarillas. La madera es útil para muebles, molduras y postes.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del maricao incluye a las Antillas Mayores (a excepción de Jamaica), la mayoría de las Antillas Menores (las Islas Vírgenes de los Estados Unidos y las Británicas, Antigua, Saba, St. Eustatius, St. Kitts, Montserrat, Guadeloupe, Dominica, Martinica, St. Lucia, St. Vincent y Barbados), Trinidad, Panamá y el norte de la América del Sur hasta Bolivia (4, 7, 12, 22, 30) (fig. 2). La especie se planta como una ornamental en el sur de la Florida (14). No hay reportes de naturalización fuera de su área de distribución natural.

Clima

El maricao crece por lo normal en ambientes cálidos y húmedos. En las Indias Occidentales, la mayoría del hábitat recibe entre 1500 y 3000 mm de precipitación anual promedio, con una breve estación seca durante la primavera. Las

temperaturas mensuales promedio en esta región fluctúan entre 22 °C en enero y 27.5 °C en el mes de julio (31). Las temperaturas en su área de distribución sudamericana tienden a ser un tanto más cálidas y a fluctuar muy poco durante el transcurso del año. En uno de los ambientes más inhospitalarios de su área de distribución, las sabanas de la Guyana, la temperatura anual promedio es de 28 °C y la precipitación oscila entre 1400 y 1650 mm por año con una temporada seca de 7 a 8 meses de duración (10) durante el final del otoño hasta el inicio de la primavera.

Suelos y Topografía

El maricao abunda y crece mejor a elevaciones de medianas a bajas en áreas húmedas o muy húmedas (15), pero la especie tolera condiciones diversas. Crece desde cerca del nivel del mar hasta elevaciones de más de 600 m (12, 22). Las pendientes probablemente no sean importantes en cuanto a hábitat, a pesar de que el maricao frecuentemente invade áreas perturbadas por la actividad humana, lo que tiende a ocurrir en pendientes leves. Los suelos arenosos o margosos con una humedad en el suelo generosa son probablemente los mejores, aunque la especie crece sobre arenas lixiviadas (22) y Ultisoles arcillosos ácidos (observación personal del autor). El maricao con frecuencia invade tierras agrícolas erosionadas y pobres en nutrientes después de ser abandonadas (16). La especie se encuentra confinada a suelos ácidos (4). El maricao rara vez crece sobre suelos pobremente drenados o con un drenaje excesivo.



Figura 1.—Árbol de maricao, *Byrsonima spicata*, plantado como una ornamental en Puerto Rico.



Figura 2.—Distribución natural del maricao, *Byrsonima spicata*, en el Neotrópico.

Cobertura Forestal Asociada

El maricao es un árbol del bosque húmedo, particularmente del bosque secundario, y crece con poca frecuencia en brechas en el bosque pluvial. En un rodal en un bosque subtropical húmedo en Puerto Rico, el maricao es un importante socio subordinado de *Hymenaea courbaril* L., *Buchenavia tetraphylla* (Aubl.) R. Howard, *Manilkara bidentata* (A. DC.) Chev., *Inga fagifolia* (L.) Willd., *Ocotea leucoxylon* (Sw.) Mez y *Nectandra coriacea* (Sw.) Griseb. (33). En tierras agrícolas abandonadas en Dominica, el maricao en posiciones codominantes e intermedias comprendió el 9 por ciento del área basal de un rodal de *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton, *Simaruba amara* Aubl., *Pithecellobium jupunba* (Willd.) Urb., *M. bidentata* y una especie de Lauraceae (37). El maricao, *Byrsonima coccolobiaefolia* H.B.K. y *B. cressifolia* Rich. alcanzan alturas de solamente 2 a 3 m en agrupaciones en el bosque tipo sabana en Guyana dominado por las especies de mayor altura pero de menor abundancia *Curatella* sp., *Bowdichia virgilioides* H.B.K. y *Plumeria inodora* Jacq. (10).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores amarillas, de 7 a 15 mm de ancho, aparecen en grupos de 15 a 20 en racimos terminales (12). A pesar de que cada árbol florece en una sola florescencia anual, se pueden encontrar árboles en flor durante la mayor parte del año (12, 16). Las flores tienen un perfume ligero y atraen insectos polinizadores, en especial las abejas (16). A pesar de que sólo una fracción de las flores producen fruta, pueden haber varios cientos de frutas producidas en un árbol creciendo a campo abierto. Las frutas maduran alrededor de 5 meses después de la florescencia (22). Cada fruta consiste de una drupa de 8 a 20 mm de diámetro y contiene una pepita dura y dentada (12). La pepita, de 7 a 10 mm de diámetro, encierra de una a tres semillas.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Al madurar, las frutas caen al suelo y se ven dispersadas por varios tipos de aves, murciélagos y animales terrestres domésticos y salvajes (14). La fruta se pudre con rapidez si no es consumida, y la pepita entra en contacto con el suelo. La mayoría de las pepitas con sus semillas adentro permanecen bajo el árbol materno (22).

Las semillas se recolectan de la superficie del terreno con facilidad y se extraen de la fruta un tanto seca ya sea a mano o por métodos mecánicos. Las semillas se pueden almacenar por un año o más mediante el secado al aire y el almacenamiento a 4 °C en un contenedor sellado. Una muestra de 100 semillas secadas al aire de Puerto Rico promedió 0.321 ± 0.005 g por semilla o alrededor de 3000 semillas por kilogramo (observación personal del autor).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación, la cual es epigea, parece verse promovida por ciertas condiciones favorables para la supervivencia de las plántulas, tales como la apertura del rodal o la remoción del estrato inferior mediante incendios (22). Las semillas pueden permanecer en el suelo por hasta un año antes de germinar (16). La germinación de las semillas en el vivero es errática. En pruebas en Puerto Rico, el tiempo promedio para la

germinación fue de 35 días (20). Pruebas en Trinidad y Tobago rindieron una germinación de cero a 15 por ciento, con una germinación inexistente cuando las semillas se encontraron bajo sombra (22). En un período de 5 meses, un lote de semillas de Puerto Rico produjo una germinación del 35 por ciento bajo un 50 por ciento de sombra (observación personal del autor). Las pruebas de vivero en Puerto Rico indicaron que las semillas almacenadas por varios meses a temperatura ambiente germinaron mejor que las semillas frescas (19, 32). En una prueba en Puerto Rico sobre la siembra directa de semillas, la siembra al vuelo de 9,600 semillas no produjo plántulas en 6 meses y sólo 50 en 1 año. En sitios labrados, sólo 9 plántulas se encontraron presentes después de 6 meses de un total de 600 semillas sembradas (18).

Las plántulas producen su primer par de hojas cuando los tallos tienen alrededor de 5 cm de altura (22). Pueden ser transplantadas sin dificultad a partir de semilleros o bandejas de germinación a bolsas de vivero después de que las primeras hojas se encuentren plenamente expandidas (2.5 cm de largo). Se necesita de aproximadamente 6 meses en el vivero para que las plántulas crezcan a un tamaño plantable (una altura de 30 a 40 cm). El plantado del maricao como plántulas con las raíces desnudas resultó por lo general en una baja supervivencia en Puerto Rico. La poda de la parte superior de la plántula mejoró los resultados un tanto (19). Se recomienda el uso de plántulas en contenedores para aumentar la supervivencia.

La regeneración natural del maricao probablemente se pueda promover de manera óptima mediante el sistema de cortas sucesivas en rodales conteniendo maricao. La mayoría del estrato superior deberá ser removida, dejando tantos árboles de maricao como sea posible en densidades del estrato superior de alrededor de 15 m²/ha. El suelo forestal deberá ser perturbado durante las operaciones forestales o despejado con incendios leves a nivel del terreno. Tan pronto como las plántulas se hayan establecido, se deberá remover el estrato superior. El crecimiento de las plántulas naturales durante el primer año puede variar entre 30 y 90 cm, dependiendo de la calidad del suelo y la precipitación (22).

Los fustes de maricao tienden a ser cortos, y su forma es a veces pobre, en particular cuando el maricao crece a campo abierto. La densidad inicial del rodal deberá ser lo suficientemente alta como para asegurar la poda por la sombra de las ramas laterales inferiores hasta que el fuste de tamaño mercantil se haya desarrollado, y consecuentemente se deberán efectuar repetidos entresacados intensos para promover un crecimiento acelerado.

Reproducción Vegetativa.—Los árboles de maricao jóvenes rebrotan con facilidad al ser cortados y los rebrotes aparentemente se desarrollan en árboles bien formados; los árboles de mayor edad no rebrotan bien al ser cortados (22). Las raíces adventicias no ocurren y no se sabe si es posible arraigar las estacas.

Etapas del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La tasa de crecimiento del maricao se puede describir como moderada. En una plantación pequeña en Puerto Rico los árboles dominantes promediaron 1 m de altura a los 3 años, 2 m en 4 años, 9 m en 10 años y 12 m en 15 años (21). Otra plantación pequeña

en Puerto Rico produjo árboles de 7.6 a 10.2 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) y de 3.7 a 4.6 m de altura a los 9 años (19). En una plantación desatendida de maricao de 45 años de edad, también en Puerto Rico y en un área en donde el maricao constituye hoy en día el 17 por ciento del área basal, el maricao promedió 17.4 cm en d.a.p. y 15.4 m de altura. El maricao de mayor tamaño, un dominante, tuvo 26.3 cm en d.a.p. y 22.5 m de altura (observación personal del autor). La eliminación de la competencia puede tener una gran influencia en el crecimiento. El incremento en diámetro anual periódico del maricao creciendo de manera natural en un rodal entresacado en Puerto Rico fue de 0.48 cm/año, comparado con 0.16 cm/año en un rodal sin entresacar (34). El maricao parece alcanzar su tamaño máximo en las Antillas, con d.a.p. alcanzando 50 cm en Puerto Rico (3), 60 cm en d.a.p. y 30 m de altura en Dominica (36), 100 cm en d.a.p. y 36 m de altura en Trinidad y Tobago (22), 60 cm en d.a.p. en St. Kitts (5) y 85 cm en d.a.p. en St. Lucia (27). En algunas partes de su área de distribución y en hábitats desfavorables el maricao es un árbol pequeño con alturas de tan solo 2 a 10 m.

En un rodal del bosque subtropical húmedo (secundario) en Puerto Rico, el maricao constituyó el 10 por ciento del área basal (33). En 1980, el área basal total del maricao en Puerto Rico se estimó en 9,144 m², haciéndolo el número 44 en abundancia de un total de cerca de 500 especies en base a su área basal (3). Un censo forestal de la isla de St. Lucia reveló que el maricao constituyó el 1.3 por ciento de todos los tallos muestreados de 10 cm en d.a.p. y mayores (27). La distribución diamétrica del maricao a través de Puerto Rico se representa en la figura 3. Se reportaron unas relaciones de copa (el diámetro promedio de la copa entre el d.a.p.) de 20 y 25 para árboles codominantes e intermedios respectivamente (37).

Debido a la poca demanda y la tasa de crecimiento variable, la siembra comercial del maricao es poco probable. Sin embargo, la especie se podría plantar para el beneficio de los ecosistemas y para promover la diversidad en proyectos de reforestación. El manejo del maricao ya presente en bosques secundarios es probablemente una buena inversión. El limpiado y entresacado de rodales ciertamente aceleraría el crecimiento y mejoraría la calidad de la madera producida,

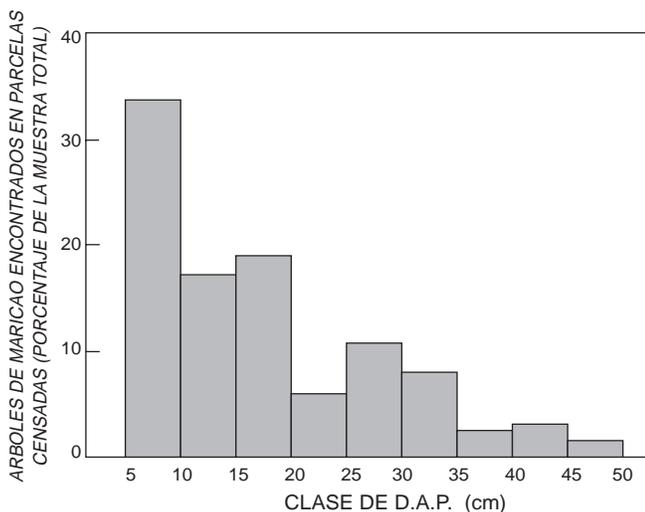


Figura 3.—Porcentajes de árboles de maricao, *Byrsonima spicata*, encontrados en parcelas censadas a través de Puerto Rico en las clases de d.a.p. de 5 cm.

al mismo tiempo que proveería de postes y leña.

Comportamiento Radical.—Las plántulas desarrollan un sistema radical lateral muy ramificado en suelos arcillosos y de textura mediana (observación personal del autor). Los árboles tienen unos sistemas radicales superficiales, incluso en suelos arenosos (22). La especie no desarrolla contrafuertes (36).

Reacción a la Competencia.—El maricao es intolerante a la sombra (22), y crece como una especie pionera (26) o invade bosques secundarios degradados (36). Unos pocos comienzan tan pronto después de una perturbación como para establecer y mantener una posición dominante en el dosel. Sin embargo, en la competencia feroz de los nuevos rodales en tierras agrícolas abandonadas y en bosques secundarios perturbados, su destino común es la relegación eventual a posiciones de copa intermedias y suprimidas por especies de crecimiento más rápido. Es raro encontrar al maricao en rodales puros, siendo por lo general un componente común pero menor de bosques secundarios. La especie es lo suficientemente tolerante a la sombra como para desarrollarse en rodales abiertos tales como plantaciones nuevas de crecimiento lento (22) y ha sido regenerado por el sistema de cortas sucesivas (“shelterwood”) (24); sin embargo, se estancará y morirá eventualmente si no se logra mantener cierto grado de luz procedente de arriba. El maricao se ha reportado invadiendo y suprimiendo plantaciones de *Calophyllum celeba* L. (Britt.) Standl. y *Carapa guianensis* Aubl. (22).

En ciertas ocasiones es deseable el matar los árboles de maricao durante tratamientos de liberación y preparación del sitio. En una prueba sobre control químico unos anillos por corte simple se rociaron con una solución de 5 por ciento de 2,4,5-T en aceite diesel, murieron 22 de 36 árboles en un espacio de 6 meses (29).

Agentes Dañinos.—Varias especies de Coleoptera, Homoptera y Lepidoptera se reportan consumiendo el follaje del maricao (23). Un insecto, *Megalopyge krugii* (Dewitz), es capaz de ocasionalmente defoliar árboles en su totalidad en Puerto Rico. La madera del maricao es muy susceptible al ataque por la termita de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker) (35). El maricao es aparentemente más resistente a la carcoma (de cualquiera de los varios géneros) que la mayoría de las maderas puertorriqueñas, pero no es resistente a la polilla de mar, *Teredo* spp. (17). La madera del maricao no se ve afectada por lo usual por los hongos que manchan la albura (17) y es un tanto resistente a la descomposición (6). La vida de servicio promedio de los postes sin tratar de 5 a 8 cm de grueso colocados en suelo húmedo fue de 1.4 años, pero luego de un baño en frío en pentaclorofenol al 5 por ciento en aceite diesel, la vida de servicio subió a 7.3 años (8). El maricao se consideró como entre el 10 por ciento mejor de las especies locales probadas en su resistencia a la descomposición. En un censo en 1980 de los recursos madereros de Puerto Rico, el 55 por ciento de los árboles de maricao de tamaño maderero aserrable tuvieron defectos en la forma que resultarían en una pérdida promedio del 23 por ciento del volumen al ser descartados. No se reportó ningún descarte debido a la pudrición del duramen o de la base del árbol entre los 355 árboles considerados (1). Los árboles de maricao parecen encontrarse arriba del promedio en su resistencia a quebrarse con los vientos fuertes (observación personal del autor), pero son susceptibles a ser volcados por los mismos (22).

USOS

El duramen del maricao es de color de pardo oscuro a pardo rojizo con franjas un tanto más oscuras. La albura contrasta por su color de gris a pardo rojizo claro (17). La madera es dura, pesada, de textura moderadamente fina y lustrosa. La densidad cuando secada al aire (15 por ciento de contenido de humedad) de una muestra de Puerto Rico fue de 0.77 g por cm³ (17). La madera del maricao se seca a una tasa de moderada a lenta con una cuarteadura leve y un poco de torsión. El encogimiento al ir de madera verde a secada al horno es de 4.0 por ciento radial, 8.2 por ciento tangencial y 12.2 por ciento volumétrico (9). La madera, a un nivel de humedad del 12 por ciento, muestra una resistencia al doblado de 12,400 newtons/cm², un módulo de elasticidad de 1,300 newtons/cm², y una resistencia máxima a la compresión de 6,700 newtons/cm² (9). La madera se aserra, cepilla y lija con facilidad y se produce una superficie fina con el acabado (17). La madera se puede rajar si los hoyos para los tornillos no se taladran a un tamaño adecuado. Tanto el duramen como la albura del maricao se usan para muebles de lujo, ebanistería, torneado, pisos y molduras (17). En áreas rurales la madera se usa también para construcciones burdas, postes, carbón y leña (6, 11). La corteza ha sido usada para curtir cuero (13).

Varias partes del árbol se usan en la medicina popular (25). Se reporta que el árbol es una buena fuente de néctar para las abejas (16). A pesar de que las pequeñas frutas amarillas son un tanto astrigentes, cuando maduras tienen un sabor parecido al de manzanas agrias y son consumidas por los niños al igual que por animales domésticos y salvajes (30). La fruta tiene un alto contenido de vitamina C (28), y a veces se usan para hacer licores y jaleas (14). Hasta cierto punto, el maricao se usa como una especie ornamental en las Indias Occidentales y en la Florida (14). Su alta resistencia, su tamaño moderado, follaje de buen aspecto y su despliegue floral anual deberán atraer la atención de arboricultores y propietarios de residencias en el futuro.

GENETICA

Existen alrededor de 100 especies de *Byrsonima* en la América Tropical creciendo como árboles, arbustos y enredaderas (2). El maricao ha sido conocido previamente por los nombres *Malpighia spicata* Cav., *B. guadaloupensis* Don, *B. coriacea* var. *spicata* (Cav.) Niedenzu (12), *B. coriacea* (Sw.) DC. y *B. horneana* Britton & Small (15). El maricao parece hibridizarse de manera natural con *B. lucida* (Miller) DC. en Dominica (12).

LITERATURA CITADA

1. Anderson, Robert L.; Birdsey, Richard A.; Barry, Patrick J. 1982. Incidence of damage and cull in Puerto Rico's timber resource, 1980. Resour. Bull. SO-88. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 13 p.

2. Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York: MacMillan & Company. 1200 p. Vol. 1.
3. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
4. Bisse, Johannes. 1988. Arboles de Cuba. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 384 p.
5. Carter, J.C. 1944. Forestry in the Leeward Islands. Welfare Bull. 7. Port of Spain, Trinidad and Tobago: Colonial Department of Welfare. 104 p.
6. Cook, O.F.; Collins, G.N. 1903. Economic plants of Puerto Rico. Contributions from the United States National Herbarium. Washington, DC: Smithsonian Institution. 269 p. Vol. 8, Pt. 2.
7. Cuatrecasas, José. 1958. Malpighiaceae. Pavia, Italia: Instituto Botanico Dell' Università, Universidad de Pavia. Prima Flora Colombiana. 8(2): 343-664.
8. Chudnoff, M.; Goytia, E. 1972. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico (1972 progress report). Res. Pap. ITF-12. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 28 p.
9. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
10. Eden, M.J. 1964. The savanna ecosystem—northern Rupununi, British Guiana. Savanna Research Series 1. Montreal, Canada: McGill University, Department of Geography. 216 p.
11. Fors, Alberto J. 1965. Maderas cubanas. Habana, Cuba: Instituto Nacional de la Reforma Agrícola. 162 p.
12. Howard, Richard A. 1988. Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands. Vol. 4. Dicotyledoneae. Part 1. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 673 p.
13. James, Arlington A. 1986. Cabrits plants and their uses. Roseau, Dominica: Ministry of Agriculture, Forestry and Wildlife Division. 48 p.
14. Liogier, Alain H. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
15. Liogier, Henri Alain; Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
16. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
17. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
18. Marrero, José. 1945. Final report on maricao sowing at St. Just. Memo. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. 1 p.
19. Marrero, José. 1947. A survey of the forest plantations in the Caribbean National Forest. Ann Arbor, MI: University of Michigan. 166 p. Tesis de M.S.
20. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10(1): 11-36, 58.
21. Marrero, José. 1958. Final report 1675. Memo. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Tropical Forest Experiment Station, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 1 p.

22. Marshall, R.C. 1939. *Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies*. London: Oxford University Press. 247 p.
23. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, Department of Entomology, University of Puerto Rico. 303 p.
24. Moore, David. 1957. The effects of an expanding economy on the tropical shelterwood system in Trinidad. En: *Proceedings, 7th British Commonwealth Forestry Conference*. Port-of-Spain, Trinidad and Tobago: Forest Department. 2(28): 1-8.
25. Nuñez-Melendez, Esteban. 1982. *Plantas medicinales de Puerto Rico*. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 498 p.
26. Pérez-Viera, Ivette Enid. 1986. Tree regeneration in two tropical rain forests. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico. 97 p. Tesis de M.S.
27. Piitz, P.O. 1983. *Forest inventory report, St. Lucia*. Ottawa, Canada: Canadian International Development Agency, Forest Management Assistance Project. 94 p.
28. Poupon, Joseph; Chauvin, Gerard. 1983. *Les arbres de la Martinique*. Fort-de-France, Martinique: Office National des Forêts, Direction Regionale pour la Martinique. 256 p.
29. Sposta, Joseph W. 1960. Chemical removal of inferior tropical tree species. *Tropical Forest Notes* 4. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
30. Standley, Paul C. 1928. *Contributions from the United States National Herbarium. Flora of the Panama Canal Zone*. Washington, DC: Smithsonian Institution. 416 p. Vol. 27.
31. Steinhauser, F. 1979. *Climatic atlas of North and Central America*. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartographia. 28 p.
32. Wadsworth, Frank H. 1945. Final report 362. Memo. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forestry Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. 1 p.
33. Weaver, Peter L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
34. Weaver, Peter L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
35. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). *Caribbean Forester*. 7(4): 329-334.
36. Zamore, Michael P. [s.f.]. A selection of Dominican timbers: their properties, uses, and commercial importance. Roseau, Dominica: Forestry and Wildlife Division. 162 p.
37. Zamore, Michael P. 1987. Notes on national regeneration in a dry-evergreen forest site, Colihaut. Memo. Roseau, Dominica: Forestry and Wildlife Division. 12 p.

Calophyllum calaba L.

María, santa maría

Clusiaceae

Familia del cupey

Peter L. Weaver

Calophyllum calaba L., conocido como maría, santa maría o mamey falso, es un árbol tropical siempreverde de tamaño mediano. Se le usa frecuentemente para la reforestación. Aunque se establece con facilidad mediante la siembra directa de semillas y crece bien en casi cualquier tipo de suelo, su crecimiento es por lo general lento. Tolerancia el rocío salino y forma una copa densa con unas flores pequeñas y fragantes que lo hacen popular como un árbol de sombra o en setos o cercas protectivas. La madera se usa ampliamente en los trópicos cuando es necesario usar una madera fuerte, moderadamente durable y de utilidad general.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El maría es nativo a Puerto Rico y las Islas Vírgenes y se encuentra extensamente distribuido a través de las Indias Occidentales. Su distribución abarca desde México, a través de las Guayanas, hasta Perú, Bolivia y Brasil. Se encuentra naturalizado en las Bermudas y se le ha introducido en el sur de la Florida (15).

En Puerto Rico es nativo a las regiones húmedas costeras y de piedra caliza, encontrándose posiblemente hasta los 150 m de elevación. En otras partes del Caribe, el maría se encuentra cerca de la costa a bajas elevaciones en sitios que van de húmedos a muy húmedos y ocasionalmente en áreas que se ven inundadas por cierta parte del año (16, 18, 30, 31). En la parte norte de la América del Sur, se le puede encontrar a lo largo de los bancos de los ríos y en los valles de arroyos (25). Una vez establecido, el árbol es capaz de



Figura 1.—Árbol de maría, *Calophyllum calaba*, creciendo a campo abierto y mostrando un follaje muy denso y una copa esparcida.

crecer en los suelos degradados.

Clima

En Puerto Rico, el maría se encuentra de manera natural en la zona de vida forestal subtropical húmeda. La precipitación anual varía entre aproximadamente 1500 y 2000 mm, con una evapotranspiración que va de 1,500 a 1,780 mm. La temperatura anual promedio es de 25 °C, con muy poca variación a través del año (7). Sin embargo, se han establecido plantaciones en los sitios más húmedos y más secos, inclusive en la zona de vida forestal subtropical seca, con una precipitación anual de tan solo 1000 mm. Los sitios de las plantaciones en la Cordillera Central y la Sierra de Luquillo tienen una precipitación anual de hasta 3050 mm. En Nicaragua, el maría ocurre en el bosque pluvial de tierras bajas y el bosque montano bajo pluvial (5), con una precipitación anual que va de 1980 a 5000 mm (31). En Belice (19) y en otras partes del Caribe, la precipitación anual varía desde alrededor de 1500 hasta 2500 mm. Ninguna de estas áreas tiene temperaturas bajo el punto de congelación.

Suelos y Topografía

El maría es nativo a los suelos arenosos de la costa norte de Puerto Rico, en donde crece más que nada en los suelos de los órdenes Inceptisoles, Oxisoles y Alfisoles. Se le puede también encontrar en las arenas costeras en las Antillas Menores centrales (4). En Puerto Rico se le ha plantado en las montañas del interior en las arcillas profundas y los suelos serpentinos, a la vez que en los suelos superficiales de piedra caliza a bajas elevaciones cerca de la costa (22). En general, tolera los sitios degradados y una gran variedad de condiciones de drenaje. Se le puede encontrar en cimas, pendientes, valles abiertos, llanos y pantanos.

En Puerto Rico el maría no es plantado en los buenos sitios, debido a que allí se prefieren las especies de crecimiento más rápido. Sin embargo, se le recomienda en lugares en donde la erosión ha agotado la fertilidad del suelo, en pendientes llanas, en cimas y en pendientes convexas (22). En la Guyana Británica y en Surinam, crece en los pantanos de agua fresca, mientras que en Jamaica se le encuentra en esquistos volcánicos y metamórficos (2, 25).

Cobertura Forestal Asociada

En Puerto Rico, el maría está asociado con el ucar (*Bucida buceras* L.), el roble blanco (*Tabebuia heterophylla* (D.C.) Britton), el algarrobo (*Hymenaea courbaril* L.), el palo de pollo (*Pterocarpus officinalis* Jacq.) y la palma real (*Roystonea borinquena* O.F. Cook), especies todas en el bosque subtropical húmedo.

En otras partes de su distribución, el maría es un constituyente de varios tipos de bosque (tabla 1) y se le encuentra en asociación con numerosas especies. En particu-

lar, el árbol se puede encontrar en los bosque primarios de húmedos a muy húmedos a unas elevaciones bajas y en los bosque secundarios. En la América Central, se le encuentra a menudo asociado con la caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King) y el cedro hembra (*Cedrela odorata* L.) (18). En Belice, se le encuentra en los bosques sucesionales junto con los géneros *Orbignya*, *Dialium*, *Virola*, *Terminalia*, *Symphonia* y *Vochysia* (30). En las Antillas Menores, está asociado con el almácigo (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.), la malagueta (*Pimenta racemosa* (Mill.) J.W. Moore), el laurel avispillo (*Nectandra coriacea* (Sw.) Griseb.) y el cupey (*Clusia rosea* Jacq.) (4).

CICLO VITAL

El árbol de maría maduro se puede identificar con facilidad debido a una combinación de características, las cuales incluyen sus hojas de color verde oscuro, elípticas y opuestas, con numerosas venas laterales paralelas y un follaje muy denso (fig. 1). De las hojas y ramitas cortadas, a la vez que de las incisiones en el tronco, el árbol exuda una savia amarillenta. La corteza tiene muchas grietas en forma romboide.

En Puerto Rico, el árbol por lo común alcanza una altura de 12 a 20 m y aproximadamente 45 cm de diámetro. En otras partes de su distribución en donde las condiciones son favorables, alcanza a veces una altura de 30 a 45 m y se ve sostenido por un fuste recto y sin contrafuertes de 90 a 215 cm de diámetro. A la madurez, el maría es un árbol del dosel con una copa densa y redondeada.

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El maría es un árbol polígamo; las flores masculinas y bisexuales aparecen en racimos de 5 cm en el mismo árbol. Las flores bisexuales tienen cuatro sépalos

blancos y redondeados de aproximadamente 0.65 cm de largo; los pétalos blancos, de menor tamaño, se encuentran por lo común ausentes. Las flores masculinas tienen alrededor de 40 a 50 estambres formando una conspicua agrupación de color naranja, de más de 6 mm de ancho, y a menudo un pistilo rudimentario. En Puerto Rico, la florescencia ocurre más que nada en la primavera y el verano y la fruta madura en el otoño (15). En Trinidad, el período normal para la florescencia es de septiembre a octubre, pero los árboles también florecen en otros meses. Las frutas, las cuales consisten de unas drupas de una sola semilla y de forma globosa, de aproximadamente 2.5 cm de diámetro, por lo usual se maduran durante el mes de mayo o junio siguiente. Se han observado algunos árboles floreciendo y produciendo frutos cuando tienen solamente 3 años de edad. Se encontró que los años buenos para la producción de semillas son irregulares en Trinidad (23), aunque los árboles producen frutos de manera abundante anualmente en Puerto Rico.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Un porcentaje substancial de las semillas cae debajo del árbol materno, en donde las semillas germinan y forman unos rodales de plántulas densos. Sin embargo, en las pendientes escarpadas, algunas de ellas se ven removidas por las lluvias fuertes.

Las semillas mantienen bien su viabilidad y se obtiene una tasa moderadamente buena de germinación incluso con semillas que han sido almacenadas por 1 año en un cuarto seco. La germinación promedio en Puerto Rico es de aproximadamente 70 por ciento.

El uso de semillas frescas es lo ideal para el establecimiento de las plantaciones. Las semillas por lo usual se siembran directamente en el suelo y muestran una capacidad favorable para la germinación, excepto cuando las semillas se encuentran vacías.

En Trinidad, el agutí acarrea las frutas y las almacena en un escondrijo; los murciélagos ayudan también en la dispersión (23). En Puerto Rico, las aves, los murciélagos y las ratas son todos agentes de la dispersión (21).

Tabla 1.—Presencia del maría, *Calophyllum calaba*, en los bosques tropicales del Hemisferio Occidental

Localidad*	Clasificación del tipo de bosque*	Precipitación anual
		mm
Puerto Rico (15)	Bosque subtropical húmedo, piedra caliza	1500 a 2000
Belice (19)	Bosque tropical húmedo	2000 a 4000
Nicaragua (31)	Bosque siempreverde de tierras bajas	2000 a 4000
	Bosque montano bajo	3000 a 5000
Jamaica (1, 2)	Bosque estacional siempreverde, piedra caliza	2000
	Bosque montano bajo pluvial	3000
Cuba (25, 29)	Bosque pluvial de tierras bajas	1500
St. Kitts (4)	Bosque seco siempreverde	1500
Dominica (4)	Bosque pluvial secundario	2000
Martinica (4)	Bosque estacional siempreverde	1500 a 3000
Surinam (16)	Bosque pantanoso	nd†
Costa Rica (13, 27)	Bosque tropical húmedo	1000 a 2000
	Bosque tropical muy húmedo	2000 a 4000
	Bosque premontano muy húmedo	2000 a 4000
Venezuela (10)	Bosque tropical húmedo	1000 a 2000
	Bosque premontano muy húmedo	2000 a 4000

* Holdridge (12, 13)-Puerto Rico, Belice, Costa Rica y Venezuela; Beard (2, 5)-Nicaragua, Jamaica, Cuba, St. Kitts, Dominica y Martinica; Lindeman (16)-Surinam.

† No disponible.

Desarrollo de las Plántulas.—Durante el almacenamiento de las frutas, el contenido de agua no deberá ser de menos del 35 por ciento y la temperatura de almacenamiento no deberá bajar de 0 °C (37). La germinación es hipogea y ocurre en un espacio de 6 semanas, siempre que las semillas se siembren sin el endocarpo. Las frutas sin tratar dan el mismo resultado después de 16 semanas. El retraso en la germinación es ocasionado por el endocarpo, el cual inhibe la absorción de agua. El endocarpo se puede quebrar usando un martillo.

La siembra de las semillas al vuelo bajo condiciones adecuadas resulta en la germinación. Sin embargo, las plantaciones se establecen por lo usual mediante la siembra de las semillas en el suelo a una profundidad de 2.5 cm, usando un plantador. La siembra directa de las frutas del maría se ha efectuado bajo la sombra ligera del pino australiano (*Casuarina equisetifolia* L. ex J.R. & G. Forst, en áreas en donde los agricultores deseaban perpetuar los rompevientos. Las plántulas mostraron una supervivencia de casi el 100 por ciento, con un crecimiento en altura de 1.2 m en tan solo 2 años. Las semillas del maría se han también sembrado entre hileras de plantas de frijol, las cuales proveen de sombra y protegen a las plántulas contra la desecación (23). En las montañas del noreste de Puerto Rico, en donde la precipitación anual es de más de 2500 mm, las frutas se colocaron en pilas de tierra, en donde la germinación tuvo lugar con un crecimiento exitoso (11).

Las primeras hojas son producidas cuando las semillas tienen aproximadamente 10 cm de altura. Cuando la plántula alcanza alrededor de 15 cm, como lo determinan las reservas alimenticias en la semilla, a menudo cesa de crecer en altura, mientras el sistema radical se establece. Las semillas sembradas en semilleros en el vivero producen plantas con una altura máxima de 1 m en 1 año.

El personal del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical ha efectuado varios experimentos con las plántulas del maría. Las semillas pre-germinadas en musgo húmedo y más tarde plantadas con radículas o hipocótilos de 8 cm o menos, tuvieron menos éxito que las frutas sembradas con un plantador sin tratamiento previo alguno. Las provisiones con las raíces desnudas, cortadas a una altura de aproximadamente 10 cm, en condiciones expuestas, fracasaron en casi un 100 por ciento debido a la desecación. Los resultados fueron los mismos bajo una sombra densa. Bajo condiciones expuestas, el transplante del maría ha sido exitoso sólo cuando las plantas fueron movidas con el terrón. Los mejores resultados se obtienen cuando los transplantes se efectúan durante la temporada lluviosa.

Reproducción Vegetativa.—El maría no rebrota al ser cortado, excepto cuando muy joven, como tampoco produce vástagos radicales. De manera similar, ni las estacas provenientes de las raíces ni de los vástagos han tenido éxito como un método para el establecimiento.

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento del maría en todas las etapas de su ciclo vital parece ser lento en Puerto Rico. El árbol no alcanza su tamaño máximo en la isla y la mayoría de la información sobre el crecimiento proviene de sitios pobres.

Las plantaciones en Trinidad y Puerto Rico varían entre 22 y 34 años de edad y muestran que el incremento anual promedio (IAP) en el volumen es de 4.3 a 12.6 m³ por hectárea (tabla 2). El IAP en altura varía entre 0.6 y 1.4 m y el IAP en el diámetro entre 5.6 y 13.8 mm. Los cálculos preliminares del IAP en la biomasa son de entre 2.2 y 6.4 toneladas métricas por hectárea. Otras mediciones en otras partes de

Tabla 2.—Incremento y rendimiento anual promedio para árboles de maría, *Calophyllum calaba*, creciendo en plantaciones en los bosques tropicales del Hemisferio Occidental (35)*

Localidad	Características del sitio			Rodal		Incremento anual promedio				Rendimiento anual promedio	
	Elevación	Precipitación	Suelo	Densidad	Edad	Altura	D.a.p.	Volumen	Biomasa	Volumen	Biomasa
	<i>m</i>	<i>mm</i>		<i>Arboles/ha</i>	<i>Años</i>	<i>m</i>	<i>mm</i>	<i>m³/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>m³/ha</i>	<i>t/ha</i>
Trinidad											
Carretera											
Arena	46	2440	Arena	620	9	1.2	11	4.33	2.20	0.22	0.11
				304	14	1.1	10	5.29	2.69	1.00	0.52
				185	19	1.0	9	4.95	2.51	1.74	0.90
				nd †	31	1.0	11	nd	nd	nd	nd
Reserva de la											
Cuenca Sur	35	1650	Arena	1349	8	1.4	14	5.25	2.67	0.75	0.38
				823	14	1.1	11	7.21	3.68	2.21	1.12
				311	25	0.8	10	7.12	3.63	3.84	1.95
				nd	34	0.6	10	nd	nd	nd	nd
Puerto Rico											
Maricao											
	630	2670	Serpentino	1297	25	0.7	6	12.60	6.41	7.00	3.56
				1001	33	0.6	7	nd	nd	nd	nd
Luquillo											
	450	3050	Arcilla	922	22	0.7	7	nd	nd	nd	nd

* Los valores para la altura y el diámetro se derivan solamente de los árboles dominantes y codominantes. El volumen fue medido incluyendo la corteza hasta un diámetro superior del tallo de 10 cm. Biomasa = Volumen x 0.51 (peso específico del maría). Este valor es alto debido a que no se efectuó una corrección tomando en cuenta el grosor de la corteza.

† No disponible.

Puerto Rico confirman estas tasas de crecimiento en el diámetro y la altura (tabla 3).

Comportamiento Radical.—El maría es una especie con raíces profundas, por lo menos cuando joven. La plántula produce una raíz pivotante bien definida, con un número de raíces laterales cortas a intervalos regulares.

Incluso en los cerros de piedra caliza expuestos, en donde el suelo es demasiado superficial para la siembra de las plántulas, las raíces del maría, una vez establecidas, penetran a una profundidad considerable. El plantado en bolsones de suelo superficial en las pendientes inferiores y en las tierras en la base ha dado unos resultados excelentes.

Reacción a la Competencia.—El maría es intolerante a la sombra densa durante la etapa de plántula. Las semillas bajo la densa cobertura del árbol materno pueden germinar, pero a menudo se ven encrustadas con musgo y líquenes. En contraste, las plántulas bajo pleno sol pueden sufrir quemaduras por el sol durante la temporada seca. La sombra ligera durante los primeros dos años parece rendir el mejor crecimiento. Sin embargo, después del establecimiento exitoso, se necesita de un sol pleno para el desarrollo más rápido. Tomando todo en cuenta, el maría se clasifica como intermedio en su tolerancia a la sombra.

En las áreas sujetas a las sequías, puede ser que el desyerbado no sea necesario. En las áreas húmedas, el desyerbado circular en un radio de 1 m alrededor de las plántulas deberá efectuarse por lo menos una vez al año durante 3 años. En un experimento conducido por el personal del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical con plántulas plantadas en una cobertura vegetal terrestre de *Panicum* spp. e *Ipomoea* spp., las plántulas desyerbadas tuvieron una supervivencia del 50 por ciento, con una altura promedio de 2.3 m, pero los árboles sin desyerbar mostraron una supervivencia de solamente el 12 por ciento y un crecimiento a una altura de 1.2 m.

El maría tiene un tallo robusto y su cualidad más sobresaliente es su capacidad para dominar las gramíneas, los helechos o las enredaderas cuando es plantado en sitios adversos (21). Por lo usual se utilizan unos espaciamientos de 1.8 por 1.8 m o de 1.5 por 1.5 m para acelerar el cierre de las copas y evitar la ramificación lateral (20). Los espaciamientos más amplios producen un incremento más rápido en el diámetro, pero resultan en una forma arbórea pobre.

La mejora del crecimiento mediante el entresacado han sido intentada en unos rodales densos, con una provisión excesiva y de 18 años de edad en Puerto Rico (34). Los rodales estaban localizados en suelos serpentinos infértiles en la

Cordillera Occidental y tuvieron una densidad de 1,280 a 3,530 tallos por hectárea. Los rodales tuvieron un altura de aproximadamente 10 a 15 m y un d.a.p. de alrededor de 10 cm.

Las áreas basales variaron entre 13.3 y 37.9 m² por hectárea. La diferencia en el diámetro entre los tallos dominantes y suprimidos fue de sólo 2.5 cm.

En el rodal más denso, el área basal se redujo de 37.9 m² por hectárea a 25.7 m² por hectárea, pero después de 5 años no se observó una aceleración en el crecimiento en el diámetro. En las parcelas adyacentes se efectuó un entresacado más agresivo, dejando solamente 18.4 m² por hectárea. En este caso, el 85 por ciento de los árboles restantes tuvieron libertad de copa y luz directa superior. Después de 3 años no fue evidente una aceleración detectable en el crecimiento en el diámetro. Las copas permanecieron estrechas y se formaron pocas ramas nuevas (33).

Agentes Dañosos.—El duramen se considera como durable a moderadamente durable con respecto a la resistencia a la descomposición, pero susceptible a la polilla de mar (6, 9), la termita de la madera seca (*Cryptotermes brevis*) en Puerto Rico (18, 36) y las termitas subterráneas (*Captotermes brevis*, *Heterotermes convexinotatus*, *H. tennis* y *Nasutitermes corniger*) en Panamá (6). Cuando el maría se usó para sustituir traviesas de ferrocarril importadas en Belice, se observó una marcada diferencia entre las secciones húmedas y secas de la vía. En las secciones húmedas, el ataque fungal fue prevalente; en las secciones secas, el ataque por las termitas fue más pronunciado (24).

Un marchitamiento que ocasiona una rápida mortalidad y que afecta todos los tamaños arbóreos en aproximadamente la misma cantidad de tiempo se observó en la América Central (8). Se hace inicialmente evidente por una rama seca en la parte superior del árbol y 4 semanas después por un follaje clorótico y luego por la muerte. Internamente, se observan unas rayas de color pardo oscuro en el sistema vascular, causadas por la goma que obstruye los vasos. El agente causante es una especie de *Cephalosporium*. La enfermedad fue descrita como la primera enfermedad epidémica en la América Central y su virulencia se comparó con la del añublo del castaño (*Cryphonectria parasitica*), la de olmo holandés (*Ceratocystis ulmi*) o la del marchitamiento del dióspiro (*Acremonium diospyri*) en los Estados Unidos (32).

En Trinidad, un rizo de las hojas es prevalente en las plantas jóvenes y puede ser una respuesta a las condiciones ambientales. Un hongo que causa un añublo, posiblemente *Corticium stevensii*, fue observado en una propiedad y, en otra área, unos pocos árboles fueron atacados por un hongo

Tabla 3.—Incremento anual promedio para el maría, *Calophyllum calaba*, creciendo en plantaciones en Puerto Rico (20, 22)

Localidad	Características del sitio			Edad del rodal	Incremento anual		
	Elevación	Precipitación	Suelo		Altura	D.a.p.	Área basal
	-- m --	-- mm --		Años	-- m --	-- mm --	m ² /ha
Guajataca	150	2000	Piedra caliza	13.0	0.2	5.3	0.67
Luquillo	450	2550	Arcilla profunda	13.0	0.5	7.0	0.88
Luquillo	360	3050	Arcilla profunda	6.5	0.9	8.2	nd *
Luquillo	300	2500	Arcilla superficial	7.0	0.9	8.7	nd
Luquillo	300	2500	Arcilla	13.0	0.7	9.6	nd

* No disponible.

de las raíces identificado tentativamente como una especie de *Rosellinia*. Los árboles de gran tamaño en Trinidad por lo general se encuentran sanos en su base (23).

También en Trinidad, el maría se ve infectado por micorrizas que se encuentran presentes a través del sistema radical pero que no son extremadamente abundantes. Se han observado micorrizas similares en el 85 por ciento de las especies de la flora de Trinidad, incluyendo a otras especies forestales (14).

En Puerto Rico, un barrenador de las semillas sin identificar fue observado en el bosque de Maricao (11). Sin embargo, es más común encontrar manchas en las hojas y una defoliación prematura cuando existe una infestación severa por los tisanópteros (Thripidae).

USOS

La madera del maría es ampliamente usada en los trópicos. El duramen varía en color de un rosado amarillento hasta pardo rojizo, mientras que la albura es por lo general de un color más claro. La fibra es por lo general entrelazada y el peso específico es de 0.51 a 0.57. La madera es fácil de trabajar, clasificándose como arriba del promedio en cuanto al modelado, el lijado y el enmechado y como debajo del promedio en cuanto al cepillado, el torneado y el taladrado. Es moderadamente difícil de secar al aire y muestra un torcimiento de moderado a severo. La albura es fácil de impregnar con preservativos ya sea bajo presión o usando baños en tanques abiertos, pero el duramen es extremadamente resistente a la impregnación (9, 17, 18).

La madera de maría es adecuada para la construcción general, los pisos, la construcción de puentes, los muebles, la construcción de botes, la ebanistería, los tejamaniles, la construcción interior, los implementos agrícolas, las pértigas, las traviesas de ferrocarril y los mangos (15, 25). Es una buena madera de utilidad general dondequiera que se necesite una madera considerablemente fuerte y moderadamente durable. En Belice, se le usó para sustituir traviesas con creosote importadas, pero fue necesario reemplazarlas después de 3 a 4 años (24). En México se intentó usar la madera en la industria de la chapa decorativa y los tableros en capas sin éxito considerable (26).

El árbol se planta también como sombra a lo largo de las calles y como un rompevientos o como protección contra el rocío salino en áreas cerca del mar. Con frecuencia se le poda para formar un seto denso a lo largo de los límites de las propiedades en áreas urbanas (28).

El látex exudado por el tronco ha sido usado medicinalmente. Las frutas se usan como alimento para el ganado porcino y de las semillas se extrae un aceite para lámparas (15, 25).

La adaptabilidad del árbol a una variedad de sitios en Puerto Rico lo ha hecho popular entre los científicos de suelo y los dasónomos para la rehabilitación de las tierras degradadas.

GENETICA

Existe al presente un gran debate sobre la nomenclatura del maría. *Calophyllum brasiliense* var. *antillanum* (Britton) Standl. fue considerado como una variedad de *C. brasiliense*

Camb. (15). El primero se consideró también como sinónimo con *C. calaba* Jacq., pero no L., a la vez que con *C. antillanum* Britton y *C. jacquinii* Fawc. & Rendle (15). Sin embargo, posteriormente *C. brasiliense* Camb. fue reemplazado por *C. calaba* L.

La "variedad" *antillanum* se encuentra en Puerto Rico y las Islas Vírgenes y está distribuida desde Cuba a Jamaica a través de las Antillas Menores hasta Granada. Una especie estrechamente relacionada, *Calophyllum lucidum* Benth., o una variedad conocida como galba, crece en Trinidad, Tobago y la Guyana Británica (15). Los maderos son similares en apariencia y propiedades técnicas y aparecen en el mercado bajo un solo nombre comercial (18).

La familia Clusiaceae y el género *Calophyllum* necesitan de mucha más investigación. Debido a que la distribución de esta especie es extensa, aproximadamente desde la latitud 23° N. hasta la 20° S., es muy probable que existan otras variedades por describir y pueden esperarse más cambios en la nomenclatura.

LITERATURA CITADA

1. Asprey, G.F. 1953. Vegetation in the Caribbean area. *Caribbean Quarterly*. 5: 245-263.
2. Asprey, G.F.; Robbins, R.G. 1953. The vegetation of Jamaica. *Ecological Monographs*. 23: 359-412.
3. Beard, J.S. 1944. Climax vegetation in tropical America. *Ecology*. 25(2): 127-158.
4. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. *Oxford Forestry Memoirs* 21. London: Clarendon Press. 192 p.
5. Beard, J.S. 1955. The classification of tropical American vegetation-types. *Ecology*. 36(1): 89-100.
6. Bultman, J.D.; Southwell, C.R. 1976. Natural resistance of tropical American woods to terrestrial wood destroying organisms. *Biotropica*. 8(2): 71-95.
7. Calvesbert, R.J. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Rev. ed. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Services Administration. 29 p.
8. Crandall, B.S. 1949. An epidemic vascular wilt disease of barillo, *Calophyllum brasiliense* var. *rekoii*, in El Salvador. *Plant Disease Reporter*. 33(12): 463-465.
9. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. *Agric. Handb.* 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
10. Ewel, J.J.; Madriz, A. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Caracas, Venezuela: Ministerio de Agricultura y Cria. 265 p.
11. Holdridge, L.R. 1940. *Calophyllum antillanum*, a desirable tree for difficult planting sites. *Caribbean Forester*. 1(2): 27-28.
12. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. Ed. rev. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
13. Holdridge, L.R.; Grenke, W.G.; Hathaway, W.H. [y otros]. 1971. Forest environments in tropical life zones, a pilot study. New York: Pergamon. 747 p.
14. Johnson, A. 1949. Vesicular-arbuscular mycorrhizae in sea island cotton and other tropical plants. *Tropical Agriculture (Trinidad)*. 26(712): 118-121.
15. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.

16. Lindeman, J.C. 1953. The vegetation of Suriname. Amsterdam, Netherlands: Van Eedenfonds. 135 p.
17. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods—their machining, seasoning, and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
18. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. Agric. Handb. 207. Washington, DC. U.S. Department of Agriculture. 167 p.
19. Lundell, C.L. 1942. The vegetation and natural resources of British Honduras. *Chronica Botanica*. 7(4): 169-171.
20. Marrero, José. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest: past experience as a guide for the future. *Caribbean Forester*. 9: 85-146.
21. Marrero, José. 1950. Reforestation of degraded lands in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 11: 3-15.
22. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 11: 107-147.
23. Marshall, R.C. 1939. *Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago*, British West Indies. London: University Press. 247 p.
24. Nelson Smith, J.H. 1941. Use of British Honduras woods for railway sleepers or cross ties. *Caribbean Forester*. 2(2): 75-79.
25. Record, S.J.; Mell, C.D. 1924. *Timbers of tropical America*. New Haven, CT. Yale University Press. 610 p.
26. Saks, E.V. 1954. Tropical hardwoods for veneer production in Mexico. *Caribbean Forester*. 15(34): 112-119.
27. Sawyer, J.O.; Lindsey, A.A. 1971. Vegetation of the life zones in Costa Rica. Indianapolis: The Indiana Academy of Science. 214 p.
28. Schubert, Thomas H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 91 p.
29. Seifriz, W. 1943. The plant life of Cuba. *Ecological Monographs*. 13: 375-426.
30. Stevenson, N.S. 1941. Forest associations of British Honduras. *Caribbean Forester*. 3: 164-172.
31. Taylor, B.W. 1963. An outline of the vegetation of Nicaragua. *Journal of Ecology*. 51: 27-54.
32. Tropical Forest Experiment Station. 1949. A vascular wilt of *Calophyllum* in El Salvador. *Caribbean Forester*. 10: 309-310.
33. Tropical Forest Experiment Station. 1952. Twelfth annual report. *Caribbean Forester*. 13(1): 1-21.
34. Wadsworth, F.H. 1944. The development of a maría plantation on a poor site. *Caribbean Forester*. 5: 207-212.
35. Wadsworth, F.H. 1960. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales y Centro y Sur América. Segundo Informe Anual de la Sección de Forestación. Roma: Comité Regional sobre Investigación Forestal de las Naciones Unidas.
36. Wolcott, G.N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 41: 259-311.
37. Zentsch, W.; Diaz, Y. 1977. Untersuchungen zur Keimung der Fruchte von *Calophyllum brasiliense* Camb. var. *antillanum* (Britt.) Standl. *Beitrauge für die Forstwirtschaft*. 2: 73-74.

Previamente publicado en inglés: Weaver, P.L. 1990. *Calophyllum calaba* L. María, santa-maria. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. *Silvics of North America: 2. Hardwoods*. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 172-178.

Casuarina equisetifolia L. ex J.R. & G. Forst. Casuarina, pino australiano

Casuarinaceae Familia de las casuarinas

John A. Parrotta

Casuarina equisetifolia L. ex J.R. & G. Forst., conocido comúnmente como casuarina y pino australiano, es un árbol siempreverde de tamaño mediano y crecimiento rápido, que alcanza una altura de hasta 45 m. Este árbol se distingue por su corteza de color marrón gris claro, áspera y arrugada, y una copa rala de ramillas fotosintéticas de color verde oscuro que se inclinan hacia abajo (fig. 1). La casuarina, indígena a las áreas costeras tropicales de Australia y el sudeste de Asia (fig.2), se ha introducido y naturalizado a través del Caribe y en otras partes de los trópicos y subtrópicos. Esa una especie útil en la reforestación de las áreas costeras y tierras degradadas, y se valúa como una fuente de combustible, postes y tanino. Se reconocen dos subespecies: *incana* y *equisetifolia*. La primera es un árbol de tamaño pequeño nativo solamente a Australia; la segunda es un árbol mucho más grande y de distribución más amplia. Toda la información contenida en esta monografía se refiere a la subespecie *equisetifolia*.

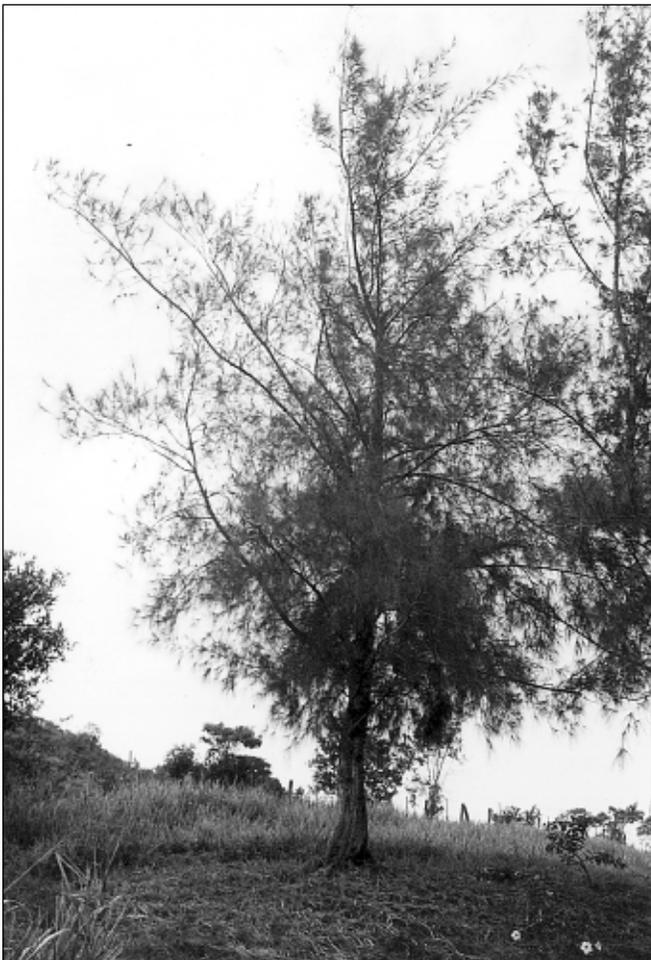


Figura 1.—*Casuarina*, *Casuarina equisetifolia*, en Puerto Rico.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La casuarina es nativa a las Islas Andamán (en la India) y las costas marítimas desde el sur de Bangladesh, Myanmar (anteriormente Burma), Tailandia y Malasia hasta las áreas subtropicales de Australia, Melanesia, Micronesia, las Filipinas y Polinesia entre las latitudes 22° N. y 32° S. (5) (fig. 2). Ha sido introducida y se ha naturalizado en el sur de la India, Hawaii, el sur de la Florida, el Caribe, las áreas costeras de México y la América Central y en la América del Sur (57, 112). En el Caribe, la casuarina fue introducida en Cuba al principio del siglo XIX (8).

Se han establecido extensas plantaciones en China, Tailandia, la India, Kenia, Portugal y la isla de Córcega así como también en el Medio Oriente, Africa del Norte, Africa Occidental y Sudáfrica (76). En Puerto Rico, se han plantado cientos de miles de casuarinas desde el año de 1924 en tierras públicas y a lo largo de las costas y los caminos y en tierras privadas (67, 68).¹

Clima

La casuarina crece mejor en las zonas climáticas tropicales y subtropicales húmedas. Dentro de su área de distribución natural la precipitación anual varía entre 700 y 500 mm y existe a menudo una temporada seca de 6 a 8 meses. En Australia, la casuarina ocurre principalmente en la zona húmeda caliente, con cierta penetración en las zonas climáticas sub-húmeda caliente y cálida. Las heladas son inexistentes en la totalidad del tramo costero, aunque en la porción sureña extrema de su área de distribución puede haber de una a tres heladas por año a unos pocos kilómetros del mar. La precipitación anual a través de la mayoría del área de distribución de la casuarina en Australia es de entre 1000 y 1500 mm, con la distribución estacional variando desde un fuerte máximo estival en el sur hasta un fuerte patrón de monzón en el norte (25). En las costas de Myanmar y las Islas Andamán, la precipitación anual varía entre 2500 y 5000 mm, con unas temperaturas promedio mínimas y máximas a la sombra variando entre 7 y 16 °C, y entre 37 y 38 °C, respectivamente (100).

La casuarina ha sido plantada con éxito en áreas con una precipitación anual de 200 a 6000 mm (76, 84), aunque crece mejor en sitios recibiendo de 700 a 2500 mm de precipitación anual (107). En su área de distribución artificial la casuarina crece bien cuando las temperaturas anuales promedio varían entre 18 y 28 °C, con temperaturas promedio entre 20 y 35 °C durante el mes más caliente y entre 10 y 20 °C

¹Información inédita archivada en: Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

durante el mes más frío (13, 107). Se reporta que las heladas ligeras causan sólo un daño mínimo a los árboles bien establecidos (71, 88, 100), aunque las temperaturas de aproximadamente -8 °C pueden matar árboles de menos de 0.5 m de altura (88).

En Puerto Rico, las plantaciones de casuarina han sido establecidas en las zonas de vida forestales subtropical seca, subtropical húmeda y subtropical muy húmeda (30). La precipitación anual promedio en estas áreas varía entre 600 y 4000 mm, con la mayoría de los sitios recibiendo una precipitación entre 1250 y 2000 mm (31).

En el sur de China, en donde se han establecido extensas plantaciones a lo largo de las costas de las provincias de Guangdong y Fujian y la región autónoma de Guanxi, la precipitación anual promedio varía entre 1400 y 1600 mm y existe una estación seca de seis meses de duración. La temperatura anual promedio en esta región es de 24 °C, con un máximo absoluto de 37 °C (101).

En el sur de la India, la casuarina crece bien en áreas con una precipitación bien distribuida variando entre 850 y 3800 mm por año (100). En las áreas costeras, las temperaturas mínimas y máximas promedio varían entre 7.5 y 17.5 °C, y entre 37.5 y 47.5 °C, respectivamente. En áreas en el interior, la casuarina se cultiva bajo condiciones más extremas de temperatura (100, 112).

Suelos y Topografía

En su área de distribución natural, la casuarina ocurre en regiones costeras en dunas, llanos arenosos y en topografías con pendientes leves de hasta 100 m de elevación. Los suelos consisten típicamente de arenas sobre margas arenosas (25). En Micronesia, la casuarina ocurre de manera natural a lo largo de las costas y en sabanas elevadas tanto sobre suelos de piedra caliza como suelos volcánicos (76). En las áreas en donde ha sido introducida, la casuarina crece desde cerca del nivel del mar hasta una elevación de 1,750 m (13).

La casuarina crece mejor en suelos porosos con buen drenaje y con una humedad y provisión de nutrientes adecuadas, tales como aluviones causados por los ríos o las margas arenosas. Un buen crecimiento tiene lugar en arenas pobres en nutrientes, así como los suelos calcáreos y de salinidad moderada (4, 14, 27, 66, 74, 111), aun cuando las

tasas de crecimiento disminuyen bajo condiciones de salinidad excesiva y de saturación de sodio (54, 113). La casuarina crece bien en suelos con un amplio espectro de pH, desde 5.0 a 9.5 (13, 76, 113). Este árbol ha sido cultivado con éxito en sitios problemáticos, como en dunas (64), despojos de minas de piedra caliza y estaño (29, 96), y piedra pómez estéril (76). Las deficiencias de fósforo, evidenciadas por descoloraciones purpúreas en las ramillas, inhiben la fijación de nitrógeno por los simbiontes *Frankia* y pueden limitar la productividad de la casuarina en algunos sitios (2). Se cree que las deficiencias de potasio contribuyen a la extensa mortalidad en algunas plantaciones en la India (77).

En Puerto Rico, la casuarina se ha plantado a lo largo de las costas, en llanos costeros y al pie de cerros hasta una altura de aproximadamente 500 m. Un buen crecimiento ocurre en las arenas costeras con buen drenaje, los francos arenosos, los francos arcillo-limosos y las arcillas dentro de los órdenes Entisoles, Inceptisoles, Molisoles, Oxisoles y Vertisoles (35, 61, 67, 68).¹ Los fracasos de las plantaciones son comunes en Ultisoles en sitios fríos y húmedos arriba de los 500 m de altitud.¹ Por lo general, el crecimiento es mejor en los llanos costeros y en los valles ribereños de buen tamaño que en los sitios a mayor altitud (67). En las tierras altas, se ha reportado mejor crecimiento en los valles en pendientes.¹

El crecimiento de la casuarina se ve influenciado por la profundidad y la fluctuación del agua subterránea bajo la superficie. En sitios favorables, tales como en las playas en las costas o las dunas, el agua subterránea se encuentra a profundidades de 1.5 a 4 m bajo la superficie y existe poca fluctuación estacional (113). La sequía prolongada causando una disminución en el nivel del agua subterránea abajo de los 4 a 5 m, la presencia de horizontes arriba del nivel del agua subterránea impermeables a las raíces y períodos prolongados de empantanamiento son todos perniciosos al crecimiento de la casuarina (104, 112).

Cobertura Forestal Asociada

En el tramo costero en el área de distribución natural en donde la casuarina crece principalmente, la especie típicamente forma rodales puros en asociación con una vegetación terrestre baja de hierbas y gramíneas (25, 40, 100). En Myanmar, la casuarina crece en rodales casi puros a lo largo de la costa con individuos dispersos de *Pongamia glabra*

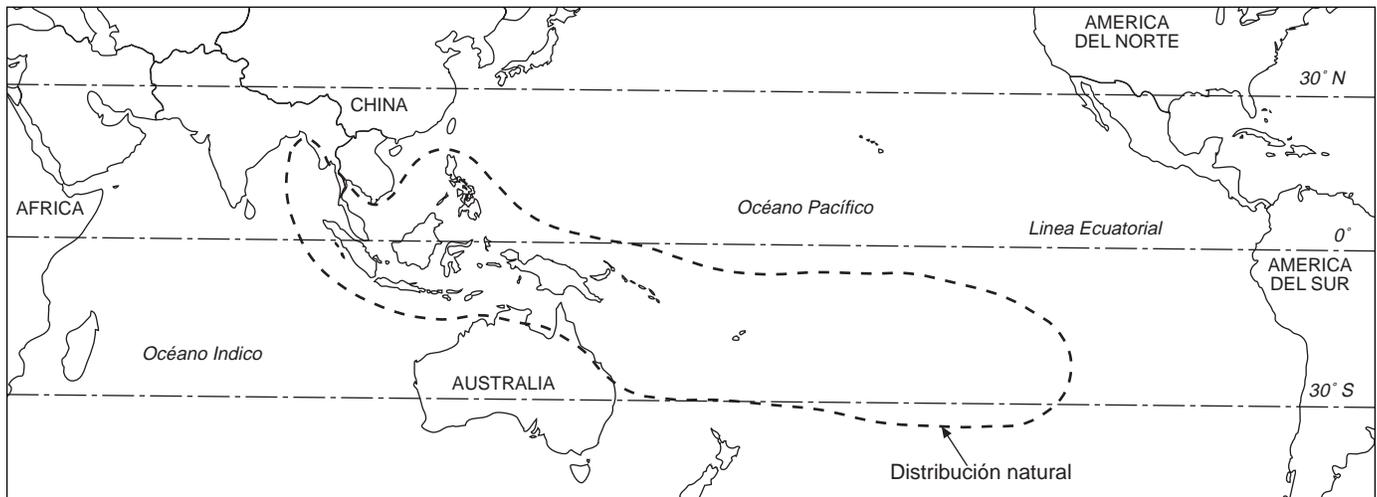


Figura 2.—Distribución natural de la casuarina, *Casuarina equisetifolia*.

Vent., *Calophyllum inophyllum* L., *Eugenia* spp., *Erythrina indica* Lam., *Thespesia populnea* (L.) Soland ex Correa e *Hibiscus tiliaceus* L. como socios del sotobosque (12, 109). En Malasia forma rodales puros, a veces con socios herbáceos del sotobosque (12, 109). En Australia la casuarina también crece en las zonas estrechas adyacentes a los manglares o se encuentra dispersa en las tierras boscosas abiertas en asociación con especies de *Eucalyptus* (25). En el sur de la Florida, la casuarina usualmente forma rodales puros (17), aunque a veces también crece en asociación con *Piscidia carthagenensis* Jacq., *Conocarpus erectus* L., *Rapanea guianensis* Aubl., *Eugenia* spp., *Randia* spp., *Chrysobalanus icaco* L., *Myrica cerifera* L., *Persea littoralis* Small y *Metropium toxiferum* (L.) Krug & Urban (16).

En rodales densos, la vegetación del sotobosque es usualmente escasa debido a la combinación de la producción de una capa gruesa de hojarasca de descomposición lenta y la alta y potencialmente tóxica concentración de selenio y sales (en sitios costeros) que a menudo caracterizan la hojarasca de la casuarina (76). Se observó una regeneración natural abundante de *Cordia alliodora* (R. & P.) Oken, *Inga vera* Willd., *Petitia dominguensis* Jacq., *Swietenia mahoganii* (L.) Jacq. y *S. macrophylla* G. King en plantaciones de 4 años de edad en St. Just en Puerto Rico.¹ En Lajas, Puerto Rico, la regeneración natural de *Chrysophyllum cainito* L., *Cupania americana* L., *Roystonea borinquena* O.F. Cook, *Albizia procera* (Roxb.) Benth. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit se ha observado en plantaciones de 12 años de edad (observación personal del autor). En los rodales más abiertos en sitios costeros en Puerto Rico, los socios del sotobosque incluyen a *Bucida buceras* L., *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton, *Andira inermis* (W. Wright) DC. y *Calophyllum calaba* L.¹ En las plantaciones jóvenes de casuarina en la India se ha reportado la regeneración natural de *Azadirachta indica* (L.) Juss. y *Santalum album* L. (9).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La florescencia en la casuarina comienza por lo usual entre los 2 y 5 años de edad. En Puerto Rico, la producción de flores y frutos es irregular y ocurre a través de todo el año (58). En las regiones con estaciones secas y lluviosas más pronunciadas, la producción de flores y frutos es más regular y ocurre una o dos veces al año (100, 102). La casuarina es usualmente monoica, con flores femeninas y masculinas separadas, pero apareciendo en el mismo individuo (57, 98), aunque en algunas áreas, como en la India, la especie es predominantemente dioica (50). Los racimos de flores masculinas (espigas o amentos), que crecen al final de las ramillas, son de forma cilíndrica estrecha, de 1 a 2 cm de largo y menos de 3 mm de grosor. Las minúsculas flores masculinas se concentran en anillos entre escamas grisáceas, cada flor consistiendo de un estambre expuesto de color marrón de menos de 3 mm de largo y de dos escamas de sépalos de color marrón y tamaño minúsculo. Los racimos de flores femeninas consisten de espigas ovoides o globulares de menos de 3 mm de diámetro y con un pedúnculo corto. Las flores femeninas individuales consisten de un pistilo de 5 mm de largo que incluye un ovario, un estilo muy corto y dos estigmas de color rojo oscuro, largos y filiformes (57). La

casuarina es polinizada por el viento.

La fruta múltiple es una esfera similar a los conos, dura y leñosa, de 13 a 20 mm de diámetro que a menudo es más larga que ancha. Cada uno de estos “conos” consiste de 70 a 90 frutas puntiagudas; cada fruta tiene 3 mm de largo y 3 mm de ancho (57). Cuando completamente maduros, los conos varían en color de gris verde a marrón rojizo (50).

Producción de Semillas y su Diseminación.—A la madurez, las dos bracteolas que forman las frutas individuales se separan, liberando en el proceso una sola semilla de color café claro de aproximadamente 6 mm de largo (50, 57). Las semillas aladas son dispersadas por el viento.

Los conos maduros se pueden recolectar directamente de las ramas al cortarlas. Las semillas alcanzan su peso y germinabilidad máximos 18 semanas después de la antesis o cuando los conos cambian de color, de verde a marrón (82). Una evaluación de conos recolectados de árboles variando en edad de 2 a 7 años indicaron que la germinación más alta y el mejor vigor resultaron de semillas recolectadas de árboles de 5 años de edad (82). Los conos colocados en bandejas, cubiertos con una tela ligera y secados bajo sol pleno, comenzarán a liberar sus semillas con prontitud, usualmente dentro de un período de 3 días (50). Un kilogramo de conos verdes (aproximadamente 250 conos) produce entre 20 y 60 g de semillas. Hay aproximadamente de 650 a 760 semillas por gramo (50, 102). La aplicación de un repelente de insectos efectivo contra la depredación por hormigas se recomienda durante el proceso de secado (50).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación, la cual es epigena, tiene lugar de 4 a 22 días después de la siembra y se optimiza a 30 °C bajo buenas condiciones de luz (8, 39). Las semillas de casuarina se siembran por lo usual sin tratamiento previo, aunque se reporta que el remojar las semillas por 36 horas en una solución de nitrato de potasio al 1.5 por ciento mejora la germinación (82). En el vivero, las semillas se germinan por lo general en bandejas bajo sol pleno, a una densidad óptima de 1,000 a 7,500 semillas (de 2 a 10 g) por metro cuadrado (13, 83). La tierra usada en los viveros deberá ser de una textura fina, idealmente francos arenosos o una mezcla de arena y musgo de pantano (42). La germinación varía entre el 40 y el 90 por ciento para las semillas frescas y del 5 al 25 por ciento para las semillas almacenadas en contenedores herméticos a 4 °C por un año (8, 13, 24, 50, 107).

Las semillas no retienen su viabilidad por más de 3 meses a temperatura ambiente (50, 100). Las semillas almacenadas a temperaturas bajo el punto de congelación (-7 °C) o cerca del punto de congelación (3 °C), con contenidos de humedad en las semillas variando entre 6 a 16 por ciento, retuvieron su viabilidad por más de 2 años (102). En las Filipinas, la germinación de las semillas recolectadas de varios árboles dentro de una sola plantación, fue altamente variable, variando entre el 33 y el 75 por ciento para las semillas frescas (41). Se observó también una significativa relación positiva entre el tamaño de los conos y la germinación de las semillas en este estudio.

Las plántulas se transfieren de las bandejas de germinación a contenedores cuando alcanzan una altura de 10 a 15 cm, usualmente de 6 a 10 semanas después de la germinación. Se recomiendan contenedores de 15 cm de diámetro y 20 cm de profundidad (83). Las plántulas pueden también ser transplantadas a nuevos almárgos a unas

densidades de 100 a 400 plántulas por metro cuadrado con el fin de obtener una provisión de plantas con las raíces desnudas para el plantado (24, 87). En pruebas efectuadas en Puerto Rico, las provisiones de plántulas con las raíces desnudas plantadas en hileras con 15 cm de separación y con una distancia entre las plántulas de 2.5 cm dentro de las hileras rindieron plántulas con sistemas radicales más gruesos y fibrosos que aquellas obtenidas *in situ* a partir de semillas.¹ Las plántulas deberán mantenerse bajo sombra parcial hasta poco antes del transplante al campo. Las plántulas alcanzan un tamaño adecuado para su plantación (de 20 a 50 cm de altura) en un período de 4 a 8 meses.

Se recomienda que las plántulas sean inoculadas en el vivero usando cultivos puros de variedades efectivas de *Frankia*, o usando un inóculo a partir de una suspensión de nódulos preparada usando nódulos frescos y en buena condición, recolectados en el campo. La inoculación puede ser efectuada mediante el sumergir las raíces en la suspensión o mediante la aplicación directa de la suspensión en el suelo (98). Alternativamente, los nódulos frescos y machacados, la hojarasca o la tierra proveniente de la vecindad de los árboles efectivamente inoculados, se pueden incorporar directamente a la mezcla de tierra a usar en el vivero (99).

La regeneración natural de la casuarina a partir de semillas es pobre en rodales cerrados, pero las plántulas se establecen rápidamente en sitios abiertos y perturbados (98). A pesar de que la rápida regeneración natural de la casuarina es ventajosa para el restablecimiento de la vegetación en las dunas, los sitios mineros y otras tierras abandonadas, se ha convertido en un problema en ciertas áreas, tales como el sur de la Florida, en donde ha colonizado formaciones de vegetación nativa bajo perturbación (15, 75) y ha interferido con el anidaje de las tortugas marinas en las dunas en las playas (34).

Las plantaciones pueden ser establecidas usando plántulas en contenedores, plantas con las raíces desnudas, transplantes o estacas arraigadas. Las plántulas son muy sensitivas tanto a la sequía como al exceso de humedad (100).

Reproducción Vegetativa.—La casuarina tiene una fuerte tendencia a esparcerse horizontalmente a través de ramas que se arraigan cuando los árboles son dañados o deformados por los vientos fuertes, como ocurre comúnmente en las dunas (50). La casuarina rebrota de manera muy limitada al ser cortada y por lo usual solamente rebrota en árboles de hasta 4 años de edad (116), a pesar de que se ha reportado una buena producción de rebrotes en plantaciones de mayor edad (76, 100). El desarrollo de vástagos radicales se observa por lo común cuando los tallos han sido dañados, particularmente en plantaciones costeras (76, 100). La casuarina se propaga con facilidad mediante el arraigamiento de estacas de tallos (62), vástagos laterales, ramillas terminales o rebrotes basales (93, 98, 119). Se han producido plantitas derivadas de cultivos histológicos usando explantes del epicótilo y la raíz de las plántulas y explantes de inflorescencias femeninas inmaduras (26).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La casuarina es un árbol de vida corta pero crecimiento acelerado, que rara vez sobrevive más allá de los 50 años. Los árboles maduros usualmente alcanzan alturas máximas de 25 a 40 m, con

diámetros a la altura del pecho (d.a.p.) de 40 a 50 cm. En sitios favorables el crecimiento es rápido durante los primeros 5 a 8 años. En la tabla 1 se presenta información sobre el crecimiento en plantaciones establecidas en Puerto Rico. El árbol de casuarina de mayor tamaño medido en Puerto Rico tuvo 45.9 m de alto y un d.a.p. de 61 cm.¹

En plantaciones de menos de 5 años de edad en Puerto Rico, los incrementos anuales en altura y d.a.p. promedios variaron entre 1.1 y 4.5 m (promedio = 3.3 m) y 1.3 y 5.4 cm

Tabla 1.—D.a.p., altura y área basal promedios de plantaciones de casuarina, *Casuarina equisetifolia*, en Puerto Rico

Localidad	Edad	D.a.p.	Altura	Área basal	Referencia
	Años	cm	m	m ² /ha	
Aguirre	28	33.5	15-17	nd*	†
Añasco	13	15-20	18-24	nd	†
El Verde	3	6.1	11.0	nd	†
	14	13-33	11-18	nd	†
	18	25.4	nd	nd	†
	20	29.0	nd	nd	†
	23	31.5	nd	nd	†
El Verde	8	12.4	16.7	nd	†
	17	15.2	18.3	nd	†
Guánica	21	15.2	13.7	nd	†
Guánica	21	25.4	18.3	nd	†
Lajas	1	4.4	3.7	nd	(61)
	2	10.8	9.0	nd	(61)
	5.5	11.0	16.7	nd	(61)
Luquillo	10	20.3	17.4	nd	†
	18	37.3	nd	nd	†
Luquillo	10	24.1	25.9	nd	†
	17	36.6	nd	nd	†
	20	41.1	nd	nd	†
Mariaco	20	10.2	9.1	nd	†
Mona Island	12	10-25	21.5-24.6	nd	†
Río Abajo	4	7.6	9.2	nd	(68)
Río Abajo	5	6.4	5.5	nd	†
Río Abajo	6	7.6	9.1	nd	†
	8	8-13	12.2	nd	†
	11	10.2	nd	nd	†
Río Abajo	7	10.4	nd	12.2	†
	10	12.2	nd	14.0	†
Sabana	8	12.7	12.3-16.9	16.3	(67)
	11	15.5	nd	21.6	†
	16	17.0	nd	23.0	†
St. Just	5	7.6	10.6	nd	†
	10	10.4	13.7	nd	†
St. Just	10	10-18	15.2	nd	†
Toa Baja	1	2.9	4.1	7.9	‡
	2	3.1	6.8	14.2	‡

* No disponible.

† Información archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Río Piedras, PR 00928-5000.

‡ Mediciones hechas por el autor.

(promedio = 2.7 cm), respectivamente. En plantaciones de 5.5 a 15 años de edad, los incrementos anuales en altura y d.a.p. promedios varían entre 1.4 a 3.0 m (promedio = 1.9) y 1.0 a 2.0 cm (promedio = 1.5 cm), respectivamente. En plantaciones de 16 a 28 años de edad, los incrementos anuales en altura y d.a.p. promedios varían entre 0.5 a 1.1 m (promedio = 0.9) y 0.5 y 2.2 cm (promedio = 1.4 cm), respectivamente (61, 68; información inédita del autor).¹ Las tasas de crecimiento reportadas de Cuba (8), la India (85, 100), Sri Lanka (104), Tailandia (114) y las Filipinas (41) típicamente caen dentro de los espectros dados arriba, pero son por lo general menores que las tasas de crecimiento promedio en Puerto Rico.

En experimentos para medir la adaptabilidad en 23 sitios en zonas de vida forestales subtropicales y tropicales muy secas, secas, húmedas y muy húmedas (*sensu* Holdridge, 45) en Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, las tasas de crecimiento de árboles de casuarina variaron tremendamente pero no estuvieron claramente relacionadas a factores climáticos (13). La mayoría de estos experimentos tuvieron lugar en lotes de plantaciones a pequeña escala que se establecieron con densidades variando entre 500 y 4,444 árboles por hectárea en sitios ubicados a elevaciones de 40 a 1,750 m. Las temperaturas anuales promedio para todos los sitios variaron entre 18.2 a 27.9 °C, la precipitación anual varió entre 889 y 3140 mm y la duración de la temporada seca varió entre 4 y 8 meses. En plantaciones de 1 a 5 años de edad, los incrementos anuales en altura y d.a.p. promedios variaron entre 0.4 a 2.1 m (promedio = 1.1 m) y 0.6 y 2.0 cm (promedio = 1.2 cm), respectivamente. En plantaciones de 5 a 10 años de edad, los incrementos anuales en altura y d.a.p. promedios variaron entre 0.9 a 1.8 m (promedio = 1.3 m) y 0.7 y 2.0 cm (promedio = 1.2 cm), respectivamente.

Tres rodales de casuarina regenerados naturalmente censados en la costa norte de Puerto Rico tuvieron áreas basales totales de 22.1, 31.7 y 39.5 m²/ha.¹ Dos de los rodales, ambos de 40 años de edad, fueron rodales puros de casuarina con densidades de 4,966 y 7,003 árboles por hectárea, d.a.p. promedio de 16.5 ± 1.2 y 11.7 ± 0.6 cm y alturas promedio de 17.7 ± 1.1 y 14.9 ± 0.7 m, respectivamente. En el tercer rodal, de edad desconocida, la casuarina constituyó el 92.8 por ciento y *Bucida buceras* L. constituyó el 6.4 por ciento del área basal total; la casuarina ocurrió a una densidad de 1,783 árboles por hectárea, con un d.a.p. promedio y altura promedio de 29.8 ± 3.5 cm y 24.0 ± 3.1 m, respectivamente.

El crecimiento en volumen anual promedio de árboles de casuarina en sitios costeros en la India varió entre 2.8 a 6.4 m³/ha en plantaciones de 5 a 10 años de edad, 3.5 a 6.1 m³/ha en plantaciones de 11 a 20 años de edad y 5.6 a 6.3 m³/ha en plantaciones de 21 a 40 años de edad (92, 100). El rendimiento de biomasa anual asociada (tallos leñosos) de estas plantaciones varió entre 2.6 y 10.3 t/ha. En otros lugares, rendimientos de volumen anuales máximos de 7 a 10 m³/ha han sido reportados en plantaciones de 15 a 20 años de edad (24). Rendimientos de biomasa anuales promedio de 9.5 y 36.2 t/ha han sido reportados en una plantación de 8 años de edad en Colombia (52) y una plantación de 5.5 años de edad en Puerto Rico, respectivamente (61). Tablas de volumen (11, 13, 85) y regresiones de biomasa (13, 116) han sido publicadas.

Comportamiento Radical.—Las plántulas de casuarina desarrollan una raíz pivotante delgada y coriácea, y numerosas raíces laterales fibrosas (100). Los árboles

maduros típicamente poseen raíces pivotantes profundas y un sistema de raíces laterales extenso y superficial. El desarrollo de raíces pivotantes profundas y el desarrollo escaso de raíces laterales son típicos de árboles en sitios con un nivel de agua subterránea profundo o sujeto a fluctuaciones estacionales, y el desarrollo pobre de raíces pivotantes es característico de árboles en sitios con suelos poco profundos o un nivel alto de agua subterránea (112). En sitios inundados periódicamente, la casuarina ha sido observada arraigándose de la parte inferior del tallo y de las ramas inferiores (50). Las raíces proteoides, compuestas de haces compactos de raicillas se han observado a su vez (22, 24, observación personal del autor). Se cree que la formación de estas agrupaciones de raicillas, las cuales son particularmente eficientes en la absorción de fósforo, es inducida por microorganismos en el suelo (65), aunque estudios recientes han mostrado que su formación puede ser inducida en cultivos axénicos mediante la restricción de las concentraciones de fósforo.²

La biomasa radical comprendió del 21 al 24 por ciento del total de la biomasa arbórea en plantaciones de 1.5 años de edad en Puerto Rico (información inédita del autor). Las raíces finas (de menos de 2 mm de diámetro) promediaron 195 ± 21 g/m² en plantaciones de 9 meses de edad (81) y 383 ± 60 g/m² en plantaciones de 2 años de edad en Puerto Rico (información inédita del autor). Aproximadamente el 33 y el 50 por ciento del total de la masa seca de raíces finas en los rodales de 9 meses de edad y 2 años de edad, respectivamente, ocurrieron dentro de los primeros 10 cm del perfil del suelo.

Las raíces finas fácilmente forman asociaciones simbióticas, tanto con hongos ectomicorizas como endomicorizas que facilitan la absorción de nutrientes del suelo, en particular el fosfato, y bajo ciertas circunstancias podrían facilitar la absorción de agua e incrementar la disponibilidad de humedad (22, 98). Un estudio conducido en el sur de la Florida reveló que las raíces de la casuarina tanto en sitios húmedos como secos se encontraron infectadas con micorizas endotróficas y ectotróficas, aunque las micorizas ectotróficas fueron menos frecuentes en los sitios húmedos (98). Los nódulos radicales producidos por el actinomiceto fijador de nitrógeno del género *Frankia* permiten que los árboles de casuarina crezcan bien en suelos deficientes en nitrógeno (32, 70). *Frankia* infecta los vellos radicales, lo que resulta en la formación de nódulos leñosos perennes (1, 98). Se ha observado que el estrés causado por la restricción de agua limita tanto la formación de nódulos como las tasas de fijación de nitrógeno en *Frankia* (48). Se encontró que la doble inoculación con *Frankia* y otra endófito, *Glomus mosseae*, aumentó considerablemente la nodulación, la absorción de nitrógeno y el crecimiento en las plántulas de casuarina (33). Los estimados de la fijación anual de nitrógeno por los simbioses en rodales de casuarina varían entre 58 y 150 kg/ha (23, 24, información inédita del autor).

Reacción a la Competencia.—La casuarina es intolerante a la sombra; en plantaciones densas, las plántulas más pequeñas se ven rápidamente suprimidas por los individuos más vigorosos. Las plántulas por lo general compiten adecuadamente con las gramíneas y las hierbas, excepto bajo condiciones de sequía. En las Filipinas, la ca-

²Baker, D.D. 1992. Comunicación personal con el autor. Archivado en: Universidad de Yale, School of Forestry and Environmental Studies, New Haven, CT.

casuarina es reconocida como una de las mejores especies a plantar en sitios dominados por *Imperata cylindrica* Beauv. (41, 72, 73).

Las plantaciones establecidas primariamente para la producción de combustible y postes se plantan típicamente a unas densidades variando entre 1,600 y 10,000 árboles por hectárea y se manejan en rotaciones de 3 a 15 años, con entresacados después de 4 a 5 años (13, 50, 51, 104). Sin embargo, en los sitios estacionalmente secos en la India, la mortalidad, el crecimiento pobre y la mayor susceptibilidad a las plagas y enfermedades son comunes en las plantaciones establecidas a densidades de más de 2,500 árboles por hectárea (50, 100).

Un estudio sobre el espaciamiento efectuado en un sitio costero en Orissa, en la India, comparó el crecimiento y el rendimiento en plantaciones establecidas con un espaciamiento entre árboles de 1.83 por 1.83, 2.74 por 2.74 y 3.66 por 3.66 m (91, 92). Los resultados mostraron que los incrementos volumétricos anuales promedio máximos se obtuvieron dentro de los primeros 7 años con los dos espaciamientos más estrechos. La producción total en volumen fue significativamente mayor con estos espaciamientos por un período de hasta 19 años, y el entresacado después de 7 años no influyó el crecimiento subsecuente. Estos resultados sugieren que se pueden establecer plantaciones manejadas para fustes de diámetro tanto pequeño como grande a espaciamientos estrechos (1.83 por 1.83 m), entresacar a los 7 años y cosechar a los 15 años de edad para una producción óptima. En una plantación de 2 años de edad en Tailandia, el diámetro promedio de los tallos (d.a.p.) disminuyó de 5.5 a 3.1 cm a medida que la densidad del rodal aumentó de 3,333 a 20,000 árboles por hectárea (115).

La casuarina se cultiva a veces en plantaciones de especies mixtas y en sistemas agroforestales (55). En la India, las plantaciones en el primer año se plantan por lo común con cacahuets (maní), ajonjolí, legumbres, pepinos o melones, dependiendo de las condiciones climáticas prevalentes y de los tipos de suelo en cada sitio. En la India, las especies de árboles a veces interplantadas con la casuarina incluyen a *Anacardium occidentale* L., *Azadirachta indica*, *Cocos nucifera* L., *Dalbergia sissoo* Roxb., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., *Pongamia glabra*, *Sapindus laurifolius* Vahl y *Syzygium jambos* (L.) Alst. (100). Las plantaciones mixtas establecidas en una cantera de piedra caliza minada por el sistema de denudación en Kenia, usando la casuarina, *Conocarpus lancifolius* y *A. indica* han dado un buen rendimiento (76). En Puerto Rico se han establecido plantaciones con casuarina, *Leucaena leucocephala* y *Eucalyptus robusta* Sm. (información inédita del autor). Después de 2 años, el crecimiento de la casuarina y las especies asociadas en los rodales mixtos fue significativamente mayor que el crecimiento de los árboles en plantaciones monoculturales.

Agentes Dañinos.—En el vivero, la depredación de las semillas por las hormigas es un problema importante que se puede controlar con la aplicación al sembrero de una solución de ácido carbólico o cualquier otro formicida. Las plántulas son también susceptibles al mal de vivero causada por el hongo del suelo *Rhizoctonia* spp. (41, 49) a la vez que a el forrajeo por roedores, cangrejos, grillos y saltamontes (50, 76, 100). Debido a que el follaje de la casuarina es menos apetecible que el de la mayoría de otros árboles, no es

forrajeado por lo usual por el ganado (50).

En Puerto Rico, la casuarina es huésped para numerosas especies de insectos de los órdenes Coleoptera, Homoptera, Isoptera, Lepidoptera y Orthoptera (69), aunque pocos o ninguno de estos insectos causan un daño serio en las plantaciones o en los rodales naturalizados. Entre las plagas de insectos que se sabe causan daño en las plantaciones de casuarina en Cuba se encuentran el minador de los tallos y las ramitas *Apate monachus* (F.), la hormiga defoliadora *Atta insularis* (Guér.), *Clastoptera undulata* Uhler., *Crypticerya rosae* (R. & H.), *Eocader bouclei* (Brun.), la escama algodonosa *Icerya purchasi* Mask., y el barrenador de los tallos *Neoclytus cordifer* Klug. (8). En el sur de la Florida, el anillador de las ramitas *Oncideres cingulata*, *Umbonia crassicornis*, *C. undulata* y el gorgojo de las hojas *Artipus floridanus* se reportan causando un daño limitado a la casuarina (20). Entre los insectos barrenadores de la corteza y la madera que causan daño a la casuarina se encuentran *Arbela tetraonis*, *Coelosterna scabrata* y *Phassus malabaricus* en la India (50, 100) y *Macrotoma palmata* F. en Egipto (43). Se han reportado infestaciones de termitas en plantaciones costeras en Senegal (90). De Nigeria se reporta la defoliación por las larvas del coleóptero *Lixus camerunus* Kolbe (28). En el sur de la China se ha reportado una defoliación severa por *Chondracis rosea rosea* (95). De Florida se reporta el ataque por el nemátodo de los nudos de las raíces (*Meloidogyne* sp.) (103).

La casuarina es susceptible a un número de patógenos fungales dentro de sus áreas de distribución natural e introducida. Los árboles maduros son susceptibles a la pudrición radical causada por *Armillaria mellea* Vahl ex Fr. en California y *Clitocybe tabescens* (Scop. ex Fr.) Bres. en la Florida (103). La pudrición del duramen causada por *Fomes applanatus* (Pers. ex Wallr.) Gill. y *Phellinus kawakamii* se ha reportado en Hawaii (53, 103). En la región del Caribe, se ha reportado a *Diplodia natalensis* Pole Evans causando la pudrición y la muerte de los tallos terminales, el añublo de las ramitas, la pudrición del tronco y el cancro de los tallos en Puerto Rico (59). Un virus sin identificar causando manchas y el achaparramiento del follaje y yemas múltiples ha sido reportado en México y la América Central (97). En otras regiones, los principales patógenos de la casuarina incluyen los hongos *Ganoderma lucidum* (en Taiwan), *Sclerotium rolfsii* y *Phytophthora cambivora* que causan la pudrición radical y la bacteria *Pseudomonas solanacearum*, que causa el marchitamiento (44, 56, 120).

En la India, la mortalidad a gran escala en plantaciones de casuarina ha sido atribuida al ataque por los patógenos fungales *Trichosporium vesiculosum*, un parásito de las laceraciones, y *Ganoderma lucidum* (3, 6, 50). *Phomopsis casuarinae*, un hongo que es normalmente simbiótico con la casuarina, puede convertirse en parasítico bajo ciertas condiciones y ha sido identificado como la causa de mortalidad en los árboles en el sur de la India (112).

La casuarina es muy resistente al daño por el viento (7, 101). A pesar de que los árboles jóvenes pueden soportar los vientos huracanados con poco o ningún daño (80), daños serios han ocurrido en plantaciones de mayor edad en Puerto Rico.¹ La casuarina es muy susceptible al daño por los incendios (76, 100). En algunas regiones, tales como en la India y China, la hojarasca se remueve de las plantaciones de manera rutinaria para uso como combustible y para reducir el riesgo de incendios (100, 101).

USOS

La madera de la casuarina es muy dura y pesada (con un peso específico de entre 0.80 y 1.20 g/cm³ para madera secada al aire y 0.61 g/cm³ para madera con un contenido de humedad del 46 por ciento [117]) y es excepcionalmente fuerte y tenaz (25, 60). El duramen es de un color marrón rojizo mate, ocasionalmente con vetas de color marrón oscuro y no se distingue con facilidad de la albura rosácea. La madera tiene una textura muy fina, un lustre mediano y una fibra entrelazada. La madera se seca a una tasa moderada y sufre una degradación considerable durante el proceso. El secado se ve acompañado de una contracción severa y relativamente desigual. Los troncos de la casuarina son muy difíciles de aserrar en pequeños aserraderos circulares y, debido a su densidad y dureza, la madera de la casuarina es también difícil de trabajar a máquina, aunque las superficies trabajadas a máquina son usualmente de buena calidad (60). La casuarina se clasifica como una madera adecuada para el taladrado y escoplatura y se puede lijar hasta un acabado muy liso. Para una madera de tan alta densidad, la fibra estrechamente entrelazada de la casuarina le otorga una buena resistencia a las rajaduras por tornillos (60). La madera es muy susceptible al ataque de la termita de la madera seca *Cryptotermes brevis* (Walker) y su durabilidad es limitada a menos que sea tratada con preservativos (25, 60, 108). Los postes sin tratar tienen una vida útil de 2 años y los fustes de mayor tamaño retienen su durabilidad por hasta 5 años sin tratamiento.¹

La madera y los conos de la casuarina constituyen un combustible excelente (carbón en particular), producen poca ceniza y se queman de manera satisfactoria incluso cuando verdes (57). La madera secada al aire tiene un valor calórico de 4.1 a 4.9 kcal/g (89, 107). Aunque la madera de la casuarina es difícil de usar para la carpintería fina, se usa ampliamente para hacer postes para alambrado eléctrico y postes para viviendas, vigas, ruedas para carretas, mangos de herramientas, tablitas para el techado y objetos pequeños como remos (25). Es una materia prima apropiada para pulpas químicas y semi-químicas y para la producción de papel (37, 38, 63, 118).

La casuarina se planta ampliamente como barreras contra el viento y para el control de la erosión, tal como a lo largo de las costas arenosas, las dunas y a la margen de los ríos (10, 19, 27, 47, 64, 86). También se cultiva como una planta de ornamento y como un árbol de sombra, especialmente a lo largo de las costas, y a veces se poda para formar setos (57). Los árboles de casuarina han sido cultivados en la India desde aproximadamente 1860 en grandes plantaciones para la producción de postes y leña. Aproximadamente 1 millón de ha de plantaciones de casuarina han sido establecidas en China desde 1954 en cerca de 3,000 km de plantíos de rompevientos variando en grosor de 0.5 a 5 km (101). Es una especie valiosa para la rehabilitación de tierras degradadas o naturalmente estériles debido a su capacidad para la fijación de nitrógeno y a sus altas tasas de producción de hojarasca (36), lo que facilita el desarrollo sucesional temprano de la microflora, microfauna y comunidades de insectos, y aumenta la disponibilidad de nutrientes. En la India, en donde los árboles de casuarina se usan para este propósito, la acumulación combinada de la biomasa del suelo forestal y la materia orgánica del suelo bajo una plantación de 12 años de edad establecida en are-

nas costeras se calculó en 70.8 t/ha, con las adiciones de la materia orgánica y el humus constituyendo el 39 por ciento del total (50). En Puerto Rico, las existencias totales de hojarasca fija fueron de 16.2 t/ha en rodales de plantaciones de 5.5 años de edad (61). Cuando se compara con otras especies de plantación (*Leucaena leucocephala*, *Albizia procera* y *Eucalyptus robusta*), la casuarina mostró tener la mayor eficiencia en la utilización de nutrientes, produciendo la mayor cantidad de biomasa arriba del terreno total por unidad de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio utilizados (105).

La corteza de la casuarina es rica en tanino (de 6 a 8 por ciento) y se usa en algunos lugares para el curtido de redes para pescar y cuero (12, 13, 21). Se dice que la corteza y las ramillas poseen propiedades medicinales y son usadas por los indígenas de Nueva Zelanda en el tratamiento del beriberi (13). El análisis químico de las frutas rindió ácido elágico, beta-sitosterol y kaempferol-3-beta-D-galactosida (78). La casuarina posee un valor limitado como fuente de forraje, pero se usa a veces para este propósito durante períodos de sequía severa (25).

GENÉTICA

La casuarina muestra un nivel alto de variación fenotípica en relación a la forma de la copa, el ángulo de las ramas, el largo de las ramillas, el tamaño y la forma de los conos, la producción de conos (82) y la propensión a producir raíces a partir de la región inferior del tallo bajo condiciones inundadas (50). Se han reportado diferencias significativas en el crecimiento de las plántulas entre procedencias de la Filipinas (41) y variaciones en tasas de crecimiento (46, 79, 94, 121) y en el potencial para la fijación de nitrógeno en genotipos individuales (94). Se sabe que la hibridación ocurre entre *C. equisetiolia* y otras especies de casuarina, especialmente *C. glauca* Sieb. ex Spreng. (24, 106, 110) y *C. junghuhniana* Miq. (24).

El género *Casuarina* consiste de cerca de 52 especies e incluye especies variando en tamaño desde arbustos de menos de 1 m de altura hasta especies forestales de 20 a 30 m de altura (25). Entre los miembros de este género que han sido estudiados extensamente se encuentran *C. cunninghamiana* Miq., *C. glauca*, *C. junghuhniana* y *C. oligodon* L. Johnson. Entre otras especies con valor demostrado o potencial en plantaciones están *C. campestris* Miq., *C. cristata* Miq., *C. decaisneana* F. Muell., *C. dielsiana* C.A. Gardn., *C. fraseriana* Miq., *C. huegeliana* Miq., *C. littoralis* Salisb., *C. leuhmanii* (R.T. Baker), *C. obesa* Miq., *C. stricta* Ait., y *C. torulosa* Ait. (76). En Puerto Rico se han conducido ensayos preliminares con *C. cunninghamiana*, *C. glauca* y *C. cristata*.¹

El nombre genérico alude a las ramillas filamentosas colgantes que semejan el plumaje del ave casoar (*Casuarus* spp.); el epíteto específico *equisetifolia*, que significa “cola de caballo”, se refiere al género herbáceo *Equisetum*, el cual posee un follaje similar (57, 76). La especie se conocía previamente como *C. litorea* L.

LITERATURA CITADA

1. Abdel Wahab, A.M. 1980. Nitrogen-fixing nonlegumes in Egypt. 1: Nodulation and N₂(C₂H₂) fixation by *Casuarina equisetifolia*. Zeitschrift für Allgemeine Mikrobiologie. 20(1): 3-12.
2. Andéké-Lengui, M.A.; Dommergues, Y. 1983. Coastal dune stabilization in Senegal. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. *Casuarina* ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 158-166.
3. Bagchee, K. 1952. A review of work on Indian tree diseases and decay of timber and methods of control. Indian Forester. 78(11): 540-546.
4. Bandyopadhyay, A.K. 1986. *Casuarina equisetifolia* grows well in heavy-textured coastal saline soils. Indian Farming. 36(5): 19.
5. Barlow, B.A. 1983. The casuarinas—a taxonomic and biogeographic review. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. *Casuarina* ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 10-18.
6. Begum, R.; Rizwana, A.R. 1979. Blister disease—threat to *Casuarina*. Geobios. 6(1): 35-36.
7. Bell, T.I.W.; Evo, T.; Sakumeni, A. 1983. Cyclones and stability in Fiji's pine forests. Fiji Pine Res. Pap. 14. Suva, Fiji: Fiji Pine Commission/Fiji Forestry Department. 12 p.
8. Betancourt-Barroso, A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Habana: Editorial Científico-Técnica. 427 p.
9. Bhaskar, V.; Dasappa. 1986. Ground flora in *Eucalyptus* plantations of different ages. En: Sharma, J.K.; Nair, C.T.S.; Kedharnath, S.; Kondas, S., eds. *Eucalypts in India: past, present and future: Proceedings of a seminar; 1984 January 30-31; Peechi, India*. Peechi, India: Kerala Forest Research Institute: 213-224.
10. Bilaidi, A.S. 1978. Silviculture in the People's Democratic Republic of Yemen. Unasylva. 30(121): 29-32.
11. Bredenkamp, B.V. 1981. A preliminary volume table for *Casuarina equisetifolia* [in South Africa]. South African Forestry Journal. 118: 90.
12. Browne, F.G. 1955. Forest trees of Sarawak and Brunei and their products. Kuching, Sarawak, Malaysia: Government Printing Office. 369 p.
13. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1991. *Casuarina equisetifolia* L. ex J.R. Forst. & G. Forst., árbol de uso múltiple en América Central. Rep. 173, Tech. Series. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 51 p.
14. Clemens, J.; Campbell, L.C.; Nurisjah, S. 1983. Germination, growth and mineral ion concentrations of *Casuarina* species under saline conditions. Australian Journal of Botany. 31: 1-9.
15. Craig, R.M.; Smith, D.C.; Ohlsen, A.C. 1978. Changes occurring in coastal dune formation and plant succession along the Martin County coastline. Proceedings, Soil and Crop Science Society of Florida. 37: 14-17.
16. Craighead, Frank C., Sr. 1971. The trees of south Florida. The natural environments and their succession. Coral Gables, FL: University of Miami Press. 212 p. Vol. 1.
17. Crowder, J.P. 1974. Exotic pest plants of south Florida. South Florida Environmental Project, Ecological Rep. DI-SFEP-74-23. Atlanta, GA: U.S. Department of the Interior, Bureau of Sport Fisheries and Wildlife. 49 p.
18. Champion, H.G. 1936. A preliminary survey of the forest types of India and Burma. Indian Forest Records 1(1). New Delhi: Government of India Press. 286 p.
19. Chang, S.K.; Hu, C.; Song, S. [y otros]. 1976. Improvement of second rice crop in southern and central Taiwan. I: Studies on the methods of raising rice yields in ill-drained and west coast areas of Changhua Hsien. Taiwan Agriculture Quarterly. 12(3): 90-97.
20. Chellman, Charles W. 1978. Pests and problems of south Florida trees and palms. Tallahassee, FL: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Forestry. 103 p.
21. Dastur, J.F. 1964. Useful plants of India and Pakistan. Bombay: D. P. Taraporevala Sons & Co. 185 p.
22. Diem, H.G.; Gueye, I.; Gianinazzi-Pearson, V. [y otros]. 1981. Ecology of VA mycorrhizae in the Tropics: the semi-arid zone of Senegal. Acta Oecologica, Oecologia Plantarum. 2(1): 53-62.
23. Dommergues, Y. 1963. Evaluation du faux de fixation de l'azote dans un sol dunaire reboisé en Filao. Agrochimica (Pisa). 7(4): 335-340.
24. Dommergues, Y. 1990. *Casuarina equisetifolia*: an oldtimer with a new future. NFT Highlights 90-02. Waimanalo, HI: Nitrogen Fixing Tree Association. 2 p.
25. Doran, J.; Hall, N. 1983. Notes on fifteen Australian casuarina species. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. *Casuarina* ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 19-52.
26. Duhoux, E.; Leroux, C.; Phelep, M.; Sougoufara, B. 1990. Improving Casuarinaceae using *in vitro* methods. En: El-Lakany, M.H.; Turnbull, J.W.; Brewbaker, J.L., eds. *Advances in casuarina research and development: Proceedings of a workshop; 1990 January 15-20; Cairo, Egypt*. Cairo: Desert Development Center, American University in Cairo: 174-187.
27. El-Lakany, M.H. 1983. Breeding and improving of casuarina: a promising multipurpose tree for arid regions of Egypt. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. *Casuarina* ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 58-65.
28. Eluwa, M.C. 1979. Biology of *Lixus camerunus* Kolbe (Coleoptera Curculionidae): a major pest of the edible vernonias (Compositae) in Nigeria. Revue de Zoologie Africaine. 93(1): 223-240.
29. Esbenshade, H.W.; Grainger, A. 1980. The Bamburi reclamation project. International Tree Crops Journal. 1(2/3): 199-202.
30. Ewel, John J.; Whitmore, Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. SO-ITF-18. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Río Piedras, PR 00928-5000. En cooperación con el: Institute of Tropical Forestry, University of Puerto Rico, Río Piedras, PR 00936-4984. 72 p.
31. Francis, John K.; Liogier, Henri A. 1991. Naturalized exotic tree species in Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-82. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 12 p.

32. Gauthier, D.; Diem, H.G.; Dommergues, Y. 1981. *In vitro* nitrogen fixation by two actinomycete strains isolated from *Casuarina* nodules. Applied and Environmental Microbiology. 41(1): 306-308.
33. Gauthier, D.; Diem, H.G.; Dommergues, Y. 1983. Preliminary results of research on *Frankia* and endomycorrhizae associated with *Casuarina equisetifolia*. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 211-217.
34. Geary, T.F. 1983. Casuarinas in Florida, USA and some Caribbean islands. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 107-109.
35. Geary, Thomas F.; Briscoe, C. Buford. 1972. Tree species for plantations in the granitic uplands of Puerto Rico. Res. Pap. SO-ITF-14. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 8 p.
36. Geigel, F.B. 1977. Materia orgánica y nutrientes devueltos al suelo mediante la hojarasca de diversas especies forestales. Baracoa. 7(3/4): 15-38.
37. Guha, S.R.D.; Karira, B.G. 1981. Chemical, semichemical and chemi-mechanical pulps from *Casuarina equisetifolia*. Indian Forester. 107(3): 174-177.
38. Guha, S.R.D.; Sharma, Y.K.; Pant, R.; Shoundiyal, S.N. 1970. Chemical, semi-chemical and mechanical pulps from *Casuarina equisetifolia*. Indian Forester. 96(11): 830-840.
39. Gupta, B.N.; Pattanath, P.G.; Kumar, Adarsh [y otros]. 1975. Rules for germination test of tree seeds for certification. Indian Forester. 101: 320-327.
40. Hallé, F. 1978. Arbres et forêts des Iles Marquises. Cahiers du Pacifique. 21: 315-357.
41. Halos, Saturnina C. 1983. Casuarinas in Philippine forest development. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 89-98.
42. Halos, Saturnina C. 1983. Production practices for *Casuarina equisetifolia*. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 133-134.
43. Hassan, Fatma A. 1990. Important insect pests of casuarina in Egypt. En: El-Lakany, M.H.; Turnbull, J.W.; Brewbaker, J.L., eds. Advances in casuarina research and development: Proceedings of a workshop; 1990 January 15-20; Cairo, Egypt. Cairo: Desert Development Center, American University in Cairo: 102-109.
44. Hepting, George H. 1971. Diseases of forest and shade trees of the United States. Agric. Handb. 386. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 658 p.
45. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
46. Jambulingam, R. 1990. Recent developments in research on *Casuarina* in Tamil Nadu. I: Variation in populations. En: El-Lakany, M.H.; Turnbull, J.W.; Brewbaker, J.L., eds. Advances in casuarina research and development: Proceedings of a workshop; 1990 January 15-20; Cairo, Egypt. Cairo: Desert Development Center, American University in Cairo: 45-54.
47. Jumale, M.M. 1980. Sand-dune control in the Marka area of Somalia. Somali Range Bulletin. 10: 18-20.
48. Kant, S.; Narayana, H.S. 1978. Effect of water stress on growth, nodulation and nitrogen fixation in *Casuarina equisetifolia*. Annals of Arid Zone. 17(2): 216-221.
49. Ko, W.H.; Hunter, J.E.; Kunimoto, R.K. 1973. *Rhizoctonia* disease of Queensland maple seedlings. Plant Disease Reporter. 57(11): 907-909.
50. Kondas, S. 1983. *Casuarina equisetifolia*—a multipurpose tree cash crop in India: En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 66-76.
51. Kondas, S.; Jambulingam, R.; Dasthagir, M.G.; Vinaya Rai, R.S. 1985. Studies on *Casuarina equisetifolia* (L.) Forst. Indian Journal of Forestry. 8(4): 262-264.
52. Ladrach, W.E. 1987. Growth of the Guachicono arboretum eight year results of the 1977 planting—three year results of the 1977, 1980 and 1981 planting. Res. Rep. 112. Cali, Colombia: Cartón de Colombia. 16 p.
53. Larsen, M.J.; Lombard, F.F.; Hodges, C.S., Jr. 1985. Hawaiian forest fungi. 5: a new species of *Phellinus* (Hymenochaetaceae) causing decay of *Casuarina* and *Acacia*. Mycologia. 77(3): 345-352.
54. Le Roux, P.J. 1974. Establishing vegetation in saline soil to stabilise aeolian sand at Walvis Bay, South West Africa. Forestry in South Africa. 15: 43-46.
55. Li, C.F. 1984. Experiment on establishing a plantation of *Cinnamomum camphora* mixed with other species. Forest Science and Technology (Linze Keji Tongxun). 1: 6-9.
56. Liang, Z.C.; Chen, X.H. 1984. Selection of clones of casuarina for resistance to bacterial wilt. Journal of South China Agricultural College. 5(1): 53-59.
57. Little, Elbert L., Jr. [s.f.]. Common fuelwood crops: a handbook for their identification. Morgantown, WV: Communi-Tech Associates. 354 p.
58. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
59. Liu, L.-J.; Martorell, L.F. 1973. *Diplodia* stem canker and die-back of *Casuarina equisetifolia* in Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 42(3): 255-261.
60. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
61. Lugo, Ariel E.; Wang, Deane; Bormann, F. Herbert. 1990. A comparative analysis of biomass production in five tropical tree species. Forest Ecology and Management. 31: 153-166.
62. Lundquist, Ralph; Torrey, John G. 1984. The propagation of casuarina species from rooted stem cuttings. Botanical Gazette. 145(3): 378-384.
63. Maheswari, S.; Nayak, R.G.; Meshramkar, P.M.; Jaspal, N.S. 1979. Comparative studies on the pulping and papermaking properties of *Casuarina equisetifolia* and *Eucalyptus* hybrid. Indian Pulp and Paper. 34(3): 9-13.

64. Maheut, J.; Dommergues, Y. 1959. Fixation par le reboisement des dunes de la presqu'île du Cap-Vert et l'évolution biologique des sols. Bois et Forêts des Tropiques. 63: 3-16.
65. Malajczuk, N.; Bowen, G. 1974. Proteoid roots are microbial induced. Nature (London). 251: 316-317.
66. Malik, M.N.; Sheikh, M.I. 1983. Planting of trees in saline and waterlogged areas. Part 1: Test planting at Azakhel. Pakistan Journal of Forestry. 33(1): 1-17.
67. Marrero, José. 1948. Forest planting in the Caribbean. National Forest past experience as a guide for the future. Caribbean Forester. 9(2): 85-148.
68. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. Caribbean Forester. 11(3): 107-147.
69. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Department of Entomology. 303 p.
70. McCluskey, D.N.; Fisher, R.F. 1983. The effect of inoculum source on nodulation in *Casuarina glauca*. Commonwealth Forestry Review. 62(2): 117-124.
71. Mekhtiev, T.A.; Mamedov, F.M. 1974. The overwintering of some subtropical plants on the Apsheron peninsula [in the Caspian Sea] in harsh winters. Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo Sada. 91: 21-23.
72. Mendoza, V.B. 1978. Adaptability of six tree species to cogonal areas: additional information on the possible role of phenols and sugars. Sylvatrop. 3(1): 1-7.
73. Mendoza, V.B.; Cruz, R.E. de la. 1978. Adaptability of six tree species to cogonal areas. 3: Field experiment and additional information. Sylvatrop. 3(2): 93-106.
74. Midgley, S.J.; Turnbull, J.W.; Hartney, V.J. 1986. Fuelwood species for salt affected sites. Reclamation and Revegetation Research. 5(1/3): 285-303.
75. Morton, J.F. 1976. Pestiferous spread of many ornamental and fruit species in south Florida. Proceedings, Florida State Horticultural Society. 89: 348-353.
76. National Research Council. 1984. Casuarinas: nitrogen fixing trees for adverse sites. Washington, DC: National Academy Press. 118 p.
77. Nayar, R.; Ramanujam, B. 1986. Mortality in *Casuarina* plantations in Karnataka. Myforest. 22(4): 211-216.
78. Neelakantan, S. 1986. Constituents of the fruits of *Casuarina equisetifolia*. Fitoterapia. 57(2): 120-121.
79. Pan, Zhigang; Lu, Pengxin. 1990. Preliminary reports on *Casuarina* species and provenance tests in Donghai forest farm. En: El-Lakany, M.H.; Turnbull, J.W.; Brewbaker, J.L., eds. Advances in casuarina research and development: Proceedings of a workshop; 1990 January 15-20; Cairo, Egypt. Cairo: Desert Development Center, American University in Cairo: 40-44.
80. Parrotta, J.A. 1990. Hurricane damage and recovery of seedlings of multi-purpose tree species at a coastal site in Puerto Rico. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 8: 64-66.
81. Parrotta, J.A. 1991. Effect of an organic biostimulant on early growth of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus tereticornis*, *Leucaena leucocephala*, and *Sesbania sesban* in Puerto Rico. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 9: 50-52.
82. Rai, R.S. Vinaya. 1990. Seed management in *Casuarina equisetifolia*. En: El-Lakany, M.H.; Turnbull, J.W.; Brewbaker, J.L., eds. Advances in casuarina research and development: Proceedings of a workshop; 1990 January 15-20; Cairo, Egypt. Cairo: Desert Development Center, American University in Cairo: 78-84.
83. Rai, R.S. Vinaya; Natarajan, N. 1988. Studies on nursery technology and planting density in *Casuarina equisetifolia*. Indian Journal of Forestry. 11(1): 60-62.
84. Rai, S.N.; Shettigar, D. 1979. Afforestation of grassy blanks in high rainfall zone of Karnataka. Res. Pap. KFD-1. Bangalore, India: Karnataka Forest Department. 13 p.
85. Ray, M.P. 1971. Plantations of *Casuarina equisetifolia* in the Midnapore District, West Bengal. Indian Forester. 97(8): 443-457.
86. Reddy, C.V.K. 1979. Shelter belts against storms and cyclones on the coast. Indian Forester. 105(10): 720-726.
87. Rivero, M.; Vargas, Y.M. 1990. Influencia de la densidad de siembra en la producción de posturas de *Casuarina equisetifolia* a raíz desnuda en vivero. Revista Forestal Baracoa. 20(1): 35-45.
88. Rockwood, D.L.; Fisher, R.F.; Conde, L.F.; Huffman, J.B. 1990. *Casuarina* L. ex Adans. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., coordinadores técnicos. Silvics of North America. 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture: 240-243. Vol. 2.
89. Rodríguez Pérez, M. 1973. Determining the calorific value of *Eucalyptus saligna*, *Casuarina equisetifolia*, *Jambos vulgaris* [*Eugenia jambos*] and *Buchenavia capitata*. Baracoa. 3(1/2): 45-49.
90. Roy-Noel, J.; Wane, C. 1977. L'attaque des arbres par les termites dans la presqu'île du Cap-Vert (Senegal). 1: Cas du roboisement sur dunes vives de Malika. Bulletin de l'Institute Fondamental d'Afrique Noire. 39(1): 124-141.
91. Singh, S.P. 1978. Rotation as influenced by stand stocking: a study of *Casuarina equisetifolia*. Indian Forester. 104(7): 491-500.
92. Singh, S.P.; Sharma, R.S.; Jain, R.C. 1983. Effects of spacing and thinning in *Casuarina* stands. Indian Forester. 109(1): 12-16.
93. Somasundaram, T.R.; Jagadees, S.S. 1977. Propagation of *Casuarina equisetifolia* Forst. by planting shoots. Indian Forester. 103(11): 735-738.
94. Sougoufara, B.; Duboux, E.; Corbasson, M.; Dommergues, Y. 1986. Improvement of nitrogen fixation by *Casuarina equisetifolia* through clonal selection. Presented paper: 18th IUFRO World Congress: 1986 September 7-21; Ljubljana, Yugoslavia: International Union of Forest Research Organizations. 5p.
95. Su, X.; Yu, X.D. 1979. A preliminary study of cotton locust—an insect pest of beef wood on Dong-Hai Island, Kwantung [Guangdong] Province. Scientia Silvae Sinicae. 15(3): 171-177.
96. Thaiutsa, Bunvong. 1990. Estimating productivity of *Casuarina equisetifolia* grown on tin-mine lands. En: El-Lakany, M.H.; Turnbull, J.W.; Brewbaker, J.L., eds. Advances in casuarina research and development. Actas de un taller; 1990 January 15-20; Cairo, Egypt. Cairo: Desert Development Center, American University in Cairo: 94-101.
97. Titze, J.F.; van der Pennen, Elizabeth. 1983. Provisory list of diseases of *Casuarina* species. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Actas de un taller; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 220-222.

98. Torrey, J.G. 1983. *Casuarina*: actinorhizal dinitrogenfixing tree of the Tropics. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 193-204.
99. Torrey, J.G. 1983. Root development and root nodulation in *Casuarina*. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 180-192.
100. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, UK: Clarendon Press. 1195 p. 3 vol.
101. Turnbull, J.W. 1983. The use of *Casuarina equisetifolia* for protection forests in China. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 55-57.
102. Turnbull, J.W.; Martensz, P.N. 1983. Seed production, collection and germination in Casuarinaceae. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 126-132.
103. U.S. Department of Agriculture. 1960. Index of plant diseases in the United States. Agric. Handb. 165. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 531 p.
104. Vivekanandan, K. 1983. The status of casuarina in Sri Lanka. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 99-101.
105. Wang, Deane; Bormann, F. Herbert; Lugo, Ariel E.; Bowden, Richard D. 1991. Comparison of nutrient-use efficiency and biomass production in five tropical tree taxa. Forest Ecology and Management. 46: 1-21.
106. Wang, T.T.; Yang, J.C.; Chen, Z.Z. 1984. Identification of hybridity of casuarinas grown in Taiwan. Silvae Genetica. 33(4/5): 128-133.
107. Webb, Derek B.; Wood, Peter J.; Smith, Julie P.; Henman, G. Sian. 1984. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. 2^a ed. Trop. For. Pap. 15. Oxford, UK: University of Oxford, Commonwealth Forestry Institute, Unit of Tropical Silviculture. 256 p.
108. Wolcott, G.N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian drywood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.
109. Wong, P.P. 1978. The herbaceous formation and its geomorphic role, east coast, Peninsula Malaysia. Malayan Nature Journal. 32(2): 129-141.
110. Woodall, Steven L.; Geary, Thomas F. 1985. Identity of Florida casuarinas. Res. Note SE-332. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. 10 p.
111. Xu, Y.Q.; Long, W.B. 1983. The adaptive character and species choice of main planting trees of farmland shelterbelt in the Pearl River delta. Scientia Sinicae. 19(3): 225-234.
112. Yadav, J.S.P. 1983. Soil limitations for successful establishment and growth of casuarina plantation. En: Midgley, S.J.; Turnbull, R.D.; Johnston, R.D., eds. Casuarina ecology, management and utilization: Proceedings of a workshop; 1981 August 17-21; Canberra, Australia. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 138-157.
113. Yadav, J.S.P.; Banerjee, S.P.; Bandola, K.C. 1977. Soil characteristics of coastal alluvium supporting *Casuarina equisetifolia* in Maharashtra and Gujarat. Fertilizer Technology (India). 14(3): 208-213.
114. Yantasath, K.; Supatanakul, W.; Ungvichian, I. [y otros]. 1985. I: Species trials of NFT. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 3: 48-49.
115. Yantasath, K.; Supatanakul, W.; Ungvichian, I. [y otros]. 1985. II: Spacing trials of NFT. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 3: 49-50.
116. Yantasath, K.; Supatanakul, W.; Ungvichian, I. [y otros]. 1985. III: Determination of biomass production of NFT using allometric regression equation. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 3: 51-53.
117. Yantasath, K.; Supatanakul, W.; Ungvichian, I. [y otros]. 1985. IV: Tissue analysis and heating parameters of NFT. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 3: 53-54.
118. Yantasath, K.; Supatanakul, W.; Ungvichian, I. [y otros]. 1985. V: Pulp and papermaking characteristics of fast growing trees. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 3: 54-56.
119. Ye, M.F. 1984. Effects of plant growth regulators on rooting of cuttings of several tree species. Plant Physiology Communications. 4: 28-29.
120. Ying, S.L.; Chien, C.Y.; Davidson, R.W. 1976. Root rot of *Acacia confusa*. Quarterly Journal of Chinese Forestry. 9(1): 17-21.
121. Zhong, Chonglu. 1990. Casuarina species and provenance trial on Hainan Island, China. En: El-Lakany, M.H.; Turnbull, J.W.; Brewbaker, J.L., eds. Advances in casuarina research and development: Proceedings of a workshop; 1990 January 15-20; Cairo, Egypt. Cairo: Desert Development Center, American University in Cairo: 32-39.

Catalpa longissima (Jacq.) Dum. Cours.

Bignoniaceae Familia de las bignonias

John K. Francis

Catalpa longissima (Jacq.) Dum.-Cours., conocida comúnmente como roble de olor (República Dominicana), yokewood (Jamaica) y chenn (Haití) (12, 14), es un árbol de gran tamaño (fig. 1) que crece al pie de los cerros y en las planicies costeras. La especie se planta en la región como ornamental, por su sombra y para madera. El roble de olor produce una madera valiosa que, debido a la presente falta de extensos rodales maduros, se encuentra sólo en pequeñas cantidades.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El roble de olor es indígena a las islas de Española y Jamaica (1, 15), las cuales se encuentran entre las latitudes 17.5° y 20° N. (fig. 2). La especie crece también en Martinique, Guadeloupe y las Grenadinas (10, 12, 20); no es claro si la especie es o no nativa a estos tres sitios. El roble de olor se planta a través de las Indias Occidentales, en Florida y en Hawaii con propósitos forestales y ornamentales (2, 13, 15).



Figura 1.—Árbol de roble de olor, *Catalpa longissima*, de gran tamaño creciendo en Haití.

Roble de olor

Clima

El roble de olor es una especie de gran resistencia. En la isla de Española crece en áreas en donde la precipitación anual promedio (PAP) varía entre 500 y 2000 mm (24). Los árboles plantados en Puerto Rico han prosperado en áreas que reciben hasta 2500 mm de PAP. La especie puede también soportar períodos sin lluvia de 2 a 3 meses.¹ A pesar de que el roble de olor crece con lentitud en sitios altos secos (9), se han establecido plantaciones con un éxito considerable en áreas que reciben menos de 1000 mm de PAP (23). Las temperaturas promedio durante enero en áreas en donde es nativo fluctúan entre 22.5 y 25.0 °C, y las temperaturas promedio durante julio fluctúan entre 27 y 30 °C (19). No ocurren heladas en su área de distribución natural.

Suelos y Topografía

Los mejores rodales y la reproducción más vigorosa del roble de olor se encuentran en planicies inundables ribereñas arenosas o con arena gruesa en áreas secas (23). El roble de olor tolera las inundaciones estacionales. Los suelos arenosos calcáreos profundos son probablemente los mejores, aunque la especie tolera las arcillas, las áreas rocosas y las tierras erosionadas—prácticamente todos los sitios a excepción de

¹Jenkins, Michael B. 1988. The useful trees of Haiti: a selected review. New Haven, CN. 238 p. Borrador del manuscrito archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

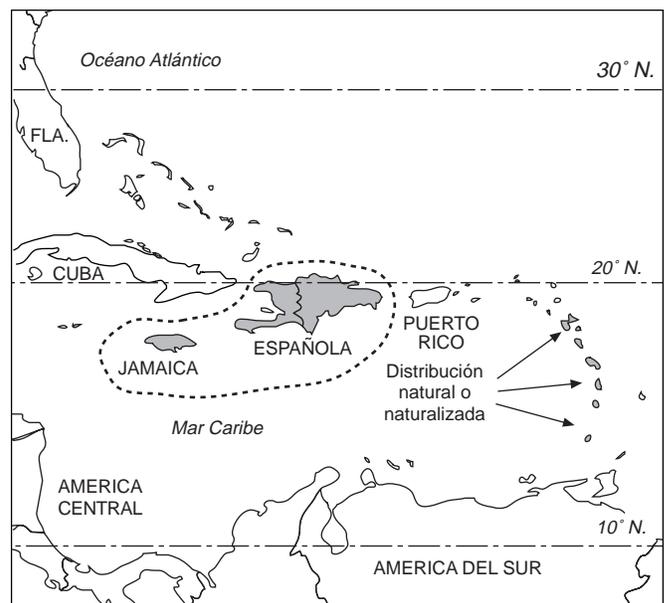


Figura 2.—Distribución geográfica del roble de olor, *Catalpa longissima*, en las Indias Occidentales.

los más rigurosos (11, 18, 20). En Jamaica, los rodales de roble de olor se encuentran asociados con suelos con arena gruesa (1), por lo común cerca de la costa (22). Mientras que los sitios de poca elevación son los más favorables, la especie crece bien a elevaciones de hasta 1,000 m. Tanto los cerros como los llanos se ven colonizados (12).

Cobertura Forestal Asociada

El bosque subtropical húmedo de la República Dominicana sobrevive tan solo como remanentes dispersos, más que nada en terrenos escarpados y remotos. Las especies dominantes asociadas son *Swietenia mahagoni* Jacq. y *Cedrela odorata* L., con individuos dispersos de *Petitita domingensis* Jacq., y *Juglans jamaicensis* C. DC. (24).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores del roble de olor son de 25 a 30 mm de ancho, de 30 a 34 mm de largo y aparecen en panículas terminales (12, 13). Varían en color desde blanco con un rosado pálido en los lóbulos hasta un rosa sólido.² La especie florece de manera irregular a través de todo el año. Las flores son polinizadas por los insectos. Las plántulas a menudo florecen a los 6 meses de edad y producen semillas en abundancia a los 18 meses.² Se han obtenido cosechas múltiples de semillas del mismo árbol en 1 año. Se forma una fruta por cada agrupación de flores (14). Las frutas de color pardo oscuro tienen 4 mm de ancho y de 35 a 75 mm de largo. Cuando maduras y secas, se rajan y liberan docenas de semillas muy pequeñas (1 por 8 mm) con un penacho de fibras como de algodón en cada extremo. Los árboles de buen tamaño pueden a veces tener una apariencia vellosa debido a las muchas frutas y vainas viejas colgando de sus copas.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Los árboles vigorosos producen un gran número de semillas que pueden ser acarreadas por grandes distancias por el viento.¹ Un lote de semillas en Puerto Rico promedió 600,000 ± 18,000 semillas por kilogramo (observación personal del autor). Las frutas maduras pueden ser cortadas de las ramas inferiores de los árboles de tamaño pequeño o mediano, o recolectadas de árboles derribados durante operaciones madereras. Después de que las vainas han sido secadas al aire, las semillas se separan y se almacenan en contenedores sellados en una refrigeradora hasta el momento de ser sembradas (9). Las semillas se pueden almacenar por 2 meses a temperatura ambiente y por 1 año si refrigeradas en bolsas plásticas selladas.¹

Desarrollo de las Plántulas.—El roble de olor se propaga fácilmente por medio de semillas. Las semillas pueden ser germinadas mediante el esparcirlas en una capa delgada en un semillero de tierra o arena húmeda esterilizada y cubriéndolas ligeramente con arena (15).¹ Alternativamente, se pueden sembrar directamente en bolsas de vivero (de cinco a siete por bolsa).² No se necesita de ningún

tratamiento pre-germinativo. La germinación, la cual es epigea, comienza después de alrededor de 10 días. En una prueba en Puerto Rico se obtuvo una germinación del 40 por ciento (observación personal del autor). Sin embargo, la germinación exhibe una gran variación entre lotes de semillas.² Después de 2 a 3 semanas, cuando las plántulas tienen de 2 a 3 cm de alto, éstas pueden ser transplantadas a contenedores de vivero. Alrededor de una semana más tarde, las plántulas deberán ser expuestas al sol pleno o casi pleno. Las plántulas se encuentran listas para el trasplante al campo de 10 a 14 semanas después de la siembra.¹ Por lo normal, las plantaciones son establecidas usando plántulas sembradas en contenedores. Las plántulas silvestres (plántulas regeneradas de manera natural) sembradas con la parte superior removida han sido usadas con éxito en sitios empobrecidos (23). Se ha reportado también la siembra directa de semillas como un método para plantar (12).

Reproducción Vegetativa.—Las estacas leñosas sin tratar se pueden usar para reproducir el roble de olor (18). La tendencia para el arraigamiento es tan fuerte que el pie de los maderos tirados en el suelo en sitios húmedos producen masas de raíces a partir del cámbium (observación personal del autor). Los árboles jóvenes rebrotan con facilidad al ser cortados; incluso los árboles maduros rebrotan al cortarlos en sitios húmedos.²

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El roble de olor crece por lo general a una tasa moderada. Parcelas tratadas y parcelas de control en una prueba de fertilización en Jamaica alcanzaron una altura promedio de 1 m en 4 años (7). El roble de olor alcanzó unas alturas promedio de 2.5 m en 2 años, 6 m en 7 años y 7.5 m en 10 años en pruebas de especies en Haití (3, 6). En otro sitio en Haití, las plántulas de roble de olor promediaron 2 m a una edad de 1 año.² Las plántulas tienen una tendencia a ser muy arbustivas, pero eventualmente desarrollan un líder y un fuste con buena forma (23). Tallos dominantes y codominantes en otra plantación en Puerto Rico con suelo arcilloso, en un área recibiendo alrededor de 2500 mm PAP, crecieron 14 m en altura en 13 años.³ Los dominantes y codominantes en otra plantación en Puerto Rico sobre suelo arcilloso, en un área recibiendo alrededor de 1500 mm PAP, promediaron 20 m de altura y 21 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) después de 37 años (observación personal del autor). Este rodal produjo un promedio de cerca de 4.5 m³/ha/año durante su vida. Se han publicado ecuaciones predictivas y tablas usando el d.a.p. para el volumen de madera del fuste y la biomasa total verde y seca para árboles individuales en Haití (8). Se han reportado árboles de roble de olor de 30 m de altura y 1 m en d.a.p. en Guadalupe y Jamaica (10, 22).

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen una raíz pivotante vigorosa que a menudo se ramifica y que pronto produce muchas raíces laterales fibrosas. Los árboles de mayor edad producen un contrafuerte pequeño; se observa un aspecto sulcado en más o menos el primer metro de algunos tallos.

Reacción a la Competencia.—El roble de olor es intolerante a la sombra. Las plántulas no se establecen en

²Comunicación personal, Joel Timyan, Haiti Agroforestry Research Project, Berthé, Pétion-Ville, Haiti, archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

³Información inédita, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000

sotobosques oscuros, y los árboles suprimidos mueren en unos pocos años. Una plantación en Puerto Rico promedió 21.2 m²/ha en área basal, de las cuales 16.0 m²/ha fueron de roble de olor. La relación de copa (diámetro de copa/d.a.p.) de 25 árboles en esta plantación en Puerto Rico, cuyos d.a.p. variaron entre 12 y 37 cm, promedió 25.1 ± 1.1 (observación personal del autor). La relación de copa de 31 árboles seleccionados por sus cualidades fenotípicas superiores en Haití, variando en d.a.p. entre 22 y 67 cm en d.a.p., promedió 18.6 ± 1.8.² Si se hace una proyección a partir de los valores obtenidos en Puerto Rico, una plantación de árboles de roble de olor podría teóricamente tener todavía 81 árboles por hectárea al alcanzar 50 cm en d.a.p., el cual constituye un tamaño cosechable, si la plantación tuviera una provisión máxima y las copas apenas se tocaran unas con otras.

En Haití, el roble de olor en contextos agroforestales tradicionalmente se poda de una manera intensa con el objeto de permitir una penetración mayor de luz y lluvia para las siembras de los estratos inferiores. La especie tolera bien la poda.²

Agentes Dañinos.—Los hongos que manchan las hojas (*Alternaria* sp., *Botrytis* sp. y *Cercospora* sp.) y un hongo de la antracnosis (*Collectotrichum* sp.) se encontraron asociados con hojas de plántulas pero sin causar un daño severo (17). El único enemigo serio de los árboles de buen tamaño registrado en la literatura es una oruga conocida como “choni”, la cual es común en Haití y es capaz de causar la defoliación.¹ Las termitas de la madera húmeda, *Nasutitermes* spp., consumen las ramas muertas y a veces los fustes de los árboles muertos caídos o todavía en pie en Puerto Rico. La termita de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker), puede dañar estructuras y muebles construidos con el duramen del roble de olor (26). Otra fuente lista la madera como resistente a los insectos (18); sin embargo, puede ser que esto solamente signifique que la madera es resistente al ataque del escarabajo de polvo de salvadera (*Lyctus* spp.). La madera del roble de olor es durable, en especial cuando usada en condiciones expuestas arriba de la superficie del suelo (14, 18).

USOS

El duramen del roble de olor es de pardo claro a pardo oscuro grisáceo, pardo rosáceo o pardo claro, lo que contrasta con la albura de color de moreno claro a moreno grisáceo (13, 14). Esta madera posee por lo general una fibra recta, una textura de mediana a tosca y un alto lustre (14). El peso específico de la madera secada al aire varía entre 0.60 y 0.80 g/cm³ (14). Es de una dureza mediana y elástica. El roble de olor se aserra (23) y se cepilla con facilidad.

El roble de olor se utiliza para muebles, balaustres, molduras interiores y exteriores, marcos, antepechos, pisos, tejamaniles, maderos para puentes, postes, pilotes, estacas y para la construcción de botes y carretas (4, 14, 23, 25). En un programa agroforestal en la América Central se recomendó para leña (16). Las ramas y los árboles no mercantiles se usan para leña y carbón en Haití. La biomasa verde leñosa tiene un contenido de humedad del 50.5 por ciento (peso del agua/peso de una muestra fresca) y un peso específico de 0.55 g por cm³ cuando secada al horno (8).

Los árboles de roble de olor desarrollan una copa rala que permite una penetración alta de luz a los estratos inferiores.

Esta característica los hace atractivos como una especie de sombra agroforestal.¹ El follaje ralo, el color verde pálido de las hojas y el inconspicuo despliegue floral detrae un poco de su atractivo como una especie de sombra y ornamental en áreas urbanas (5). Sin embargo, el roble de olor ha sido plantado extensamente, en especial a lo largo de avenidas y de caminos rurales (12). La corteza del roble de olor se usa en la medicina popular como un astringente, para reducir la fiebre y para el tratamiento de la disentería y hemorroides (25).

GENETICA

Hay 10 especies de *Catalpa* en la América del Norte, China y las Indias Occidentales (21). El roble de olor se ha conocido por el sinónimo botánico *Macrocatalpa longissima* (Jacq.) Britton (13).

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Barnett, Mary Franklin. 1956. Common exotic trees of south Florida. Gainesville, FL: University of Florida Press. 414 p.
3. Bihun, Yuriy M. 1982. Seven year old results from two FAO agroforestry species trials in the Cul-de-Sac area of Haiti. Port-au-Prince, Haiti: USAID/Haiti. 25 p.
4. Burns, L.V. 1942. Roofing shingles in Jamaica. Caribbean Forester. 4(1): 9-15.
5. Department of Agriculture and Vocational Education. 1926. Report on the soil survey of the Artribonite Plain. Bull. 5. Port-au-Prince, Haiti: Republic of Haiti, Department of Agriculture and Vocational Education. 210 p.
6. Dupuis, R.A. 1986. An evaluation of current USAID Agroforestry Outreach Project, FAO, and World Bank species trials in Haiti. Orono, ME: University of Maine. 72 p.
7. Dyer, D.F. 1967. Annual report 1966-1967. Kingston, Jamaica: Forestry Department, Ministry of Agriculture and Lands. 40 p.
8. Ehrlich, Marko; Schmitt, David J.; Mavindi, Solo D. 1986. Biomass and yield tables for *Casuarina equisetifolia* and *Catalpa longissima* in Haiti. Orono, ME: University of Maine. 25 p.
9. Fougere, William. 1978. Reforestation techniques for northwest Haiti. Port-au-Prince, Haiti: Haitian-American Community Help Organization. 64 p.
10. Fournet, Jacques. 1978. Flore illustrée des phanerogames de Guadeloupe et de Martinique. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique. 1654 p.
11. Lantagne, Douglas O.; Smith, David W.; Johnson, John R.; Gregory, Jimmy D. 1979. Recommendations for species selection in the Jean Rabel area of northwest Haiti. Port-au-Prince, Haiti: Haitian-American Community Help Organization. 22 p.
12. Liogier, Alain Henri. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
13. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O.; Wadsworth, Frank H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1024 p. Vol. 2.

14. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. Agric. Handb. 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
15. Neal, Marie C. 1948. In gardens of Hawaii. Publicación Especial 40. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum Press. 895 p.
16. Oficina Forestal. 1986. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica: Organización para Estudios Tropicales, y Centro de Agronomico y Enseñanza. 818 p.
17. Runion, G.B.; Reid, R.K.; Kelley, W.D. 1990. Pathology of nursery seedlings in Haiti: diseases, their etiology and control. Bérthe, Pétion-Ville, Haiti: South-east Consortium for International Development and Auburn University. 29 p.
18. Schiffino, José. 1945. Riqueza forestal dominicana. Trujillo, República Dominicana: Secretaría de Estado de Agricultura, Industria y Trabajo. 291 p. Vol. 1.
19. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartographia. 30 maps.
20. Stelé, Henri. 1947. Liste complementaire des arbres et arbustes des Petites Antilles. Caribbean Forester. 8(2): 91-123.
21. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 765 p.
22. Swabey, Christopher. 1941. The principal timbers of Jamaica. Bull. 29 (New Series). Kingston, Jamaica: Department of Science and Agriculture. 37 p.
23. Swabey, Christopher. 1945. Forestry in Jamaica. Forestry Bull. 1. Kingston, Jamaica: Forest Department of Jamaica. 44 p.
24. Tasaico, Humberto. 1966. Ecology of Dominican Republic. Memo. Turrialba, Costa Rica: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1. [s.p.]
25. van Paussen, Marianne. 1986. Guía para especies arbóreas y arbustivas del bosque seco en la República Dominicana. Santiago de los Caballeros, República Dominicana: Instituto Superior de Agricultura. 234 p.
26. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.

Susan R. Silander y Ariel E. Lugo

Cecropia schreberiana Miq., conocido como yagrumo hembra en español y como "trumpet-tree" en inglés, es un árbol del neotrópico de rápido crecimiento y una especie secundaria importante que es común en Puerto Rico. Es un invasor temprano de las áreas forestadas sujetas a las perturbaciones naturales o humanas y sobresale debido a su copa esparcida y sus grandes hojas peltadas de 30 a 50 cm de diámetro, con unas superficies inferiores de un blanco plateado.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El yagrumo hembra (fig. 1) es también nativo a través de las Antillas Mayores y Menore. Una especie similar y estrechamente relacionado, *C. peltata* L. crece en la América Central desde Yucatán, México, hasta Costa Rica. En la América del Sur se le ha reportado en Venezuela, Colombia, Brasil y las Guayanas (19).



Figura 1.—Una vista total del yagrumo hembra, *Cecropia schreberiana*, en la Sierra de Luquillo de Puerto Rico.

Clima

En Puerto Rico, el yagrumo hembra se encuentra con mayor frecuencia en las zonas de vida más húmedas: en el bosque subtropical húmedo, con una precipitación anual de 990 a 2010 mm; en el bosque subtropical muy húmedo, con una precipitación anual de 2010 a 3990 mm; el bosque subtropical pluvial, con una precipitación de más de 3810 mm al año; el bosque subtropical montano bajo pluvial, con una precipitación anual de 2010 a 3990 mm, y el bosque subtropical montano bajo muy húmedo, con una precipitación anual de más de 3810 mm. Las temperaturas anuales promedio en las zonas de vida montanas bajas varían entre 12 y 18° C, mientras que en las zonas de vida a una menor elevación varían entre 18 y 24° C. La especie es rara o se encuentra ausente en la zona de vida subtropical seca.

Suelos y Topografía

El yagrumo hembra crece en los Ultisoles de las montañas centrales y orientales de Puerto Rico, en los Molisoles y Alfisoles de los cerros de piedra caliza del noroeste, en los Oxisoles de las montañas occidentales con unas capas internas de serpentina y también en los Molisoles e Inceptisoles de la planicie costera hacia el norte. Se le encuentra a unas elevaciones de 50 a 1,300 m en cimas, pendientes y llanos, pero parece encontrarse en su óptimo en las ensenadas y en las áreas protegidas. Se le encuentra a menudo en las pendientes escarpadas en donde han caído árboles o en donde han ocurrido unos deslicamientos de tierra, y en estas áreas sus raíces puntales pueden ser prominentes. El yagrumo hembra crece en los suelos aluviales, coluviales y residuales de una naturaleza de neutral a acídica. Estos suelos pueden derivarse de tufos, de rocas volcánicas de una composición de andesita o diorita, de piedra caliza o serpentina. La textura del suelo puede ser de arcillas densas hasta arenas, pero las arcillas margosas son lo ideal.

Cobertura Forestal Asociada

Como una especie secundaria, el yagrumo hembra frecuentemente invade los claros o aperturas en el bosque, la orilla de los caminos y carreteras, las márgenes de las corrientes de agua y los deslicamientos de tierra en las zonas de vida húmeda, muy húmeda y pluvial de Puerto Rico. En Sierra de Luquillo al este de Puerto Rico y en la Sierra Central se encuentra ampliamente distribuido en el bosque montano bajo, el bosque montano pluvial y las formaciones boscosas tipo Elfin (enanas) de esas zonas de vida (1). En las áreas boscosas tipo Elfin presenta una corta estatura y un aspecto nudoso y retorcido, al igual que sus especies asociadas en esta formación.

El yagrumo hembra se encuentra frecuentemente asocia-

do con otras especies secundarias, tales como el yagrumo macho (*Schefflera morototoni*) y el guano (*Ochroma pyramidale*). La presencia ocasional de esta especie secundaria entre unas especies más características de un rodal maduro indica la ocurrencia en el pasado de una perturbación, tal como la caída de árboles, el daño por las tormentas o los deslizamientos de tierra. Aunque inicialmente dependientes del tamaño de los claros, los rodales densos y puros de yagrumo hembra, una vez establecidos, pueden persistir por varios años después de la perturbación. La especie se puede también encontrar asociada, en una posición de dosel dominante o codominante, con unas especies primarias tales como el tabonuco (*Dacryodes excelsa*), el motillo (*Sloanea berteriana*), y el ausubo (*Manilkara bidentata*) en el bosque montano bajo pluvial; el palo colorado (*Cyrtilla racemiflora*), el caitillo (*Micropholis chrysophylloides*) y el camasey jusillo (*Calycogonium squamulosum*) en el bosque montano pluvial, y el roble de sierra (*Tabebuia rigida*) y la nemoca (*Ocotea spathulata*) en las áreas boscosas tipo Elfin.

El yagrumo hembra es menos común en las tierras bajas más calientes de Puerto Rico. En esas áreas puede ser un componente poco frecuente de la sucesión más que nada en los sitios más húmedos después de las operaciones de cultivo, asociado con las especies secundarias arriba listadas, a la vez que con muchas especies introducidas. En los mogotes o cerros de piedra caliza del noroeste de Puerto Rico, el yagrumo hembra esta asociado con aquellas especies secundarias previamente descritas, a la vez que con otras, tales como el ucar (*Bucida buceras*), el almácigo (*Bursera simaruba*) y el espino rubial (*Zanthoxylum martinicense*).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El yagrumo hembra es dioico, con unas flores estaminadas que aparecen en amentos delgados y peciolados, de 5 a 6 cm de largo y dispuestas en agrupaciones de hasta 15 flores, y unas flores pistiladas en unos amentos más gruesos y sin pecíolos, en agrupaciones de solamente 2 a 5 flores. Tanto los arboles estaminados y pistilados se pueden observar produciendo flores y fruto a través de todo el año; sin embargo, un período máximo de florecencia y producción de frutos ocurre en Puerto Rico durante los meses de enero a marzo, que es la temporada más seca. Este es también el período con las temperaturas mínimas y con los días de menor duración, (8, 26). Se ha observado un máximo invernal en la florecencia y la producción de frutas en el yagrumo hembra en San Pedro de Montes de Oca (a una elevación de 1,200 m) en Costa Rica (9).

A la madurez, la fruta múltiple y ligeramente carnosa es de un color verde grisáceo y puede tener 10 cm de largo y 15 mm de diámetro. Esta compuesta de numerosas frutas individuales de forma pentangular o hexangular, cada una de las cuales contiene una semilla de color pardo de alrededor de 2 mm de largo. Existen 2,500 semillas por gramo, secadas al aire. El factor de extracción de las semillas es de un 20 por ciento, debido al material gomoso que rodea a cada semilla (16). La maduración, desde la aparición de la inflorescencia de la yema terminal hasta la maduración completa, toma de 3.5 a 4 meses. Las inflorescencias estaminadas permanecen

en el árbol por solamente 1.5 meses y producen una abundante cantidad de polen acarreado por el viento, aproximadamente de 1 a 1.5 meses después de la aparición a partir de la yema terminal (26).

Producción de Semillas y su Diseminación.—A pesar de que se pueden producir hasta 15,000 flores por inflorescencia, el número de semillas que alcanzan la plena madurez puede ser tan baja como del 18 por ciento, o 2,725 semillas viables por inflorescencia. La producción de semillas por un árbol maduro durante un año reproductivo ha sido estimada como de hasta 1 millón (13, 26). La producción de semillas, sin embargo, depende de el tamaño o la edad y aumenta a través de la vida del árbol. En un período de vida estimado en 30 años, un solo árbol puede producir hasta 6 ó 7 millones de semillas. La madurez reproductiva en los árboles pistilados se alcanza más temprano, a una edad de 3 ó 4 años, comparada con una madurez a los 4 ó 5 años en los árboles estaminados. La edad reproductiva puede depender de la necesidad de asignar los recursos a un rápido crecimiento inicial en la altura y por lo tanto de la altura y la proximidad de la vegetación circundante. Los árboles a la orilla de los caminos, en un ambiente más abierto, alcanzaron una madurez reproductiva más temprano (a los 3 ó 4 años) que los árboles en los claros en el bosque (a los 5 ó 6 años) (26). La producción de semillas probablemente decrece a medida que el árbol se acerca a la senectud. En este estado parece existir un incremento en la pérdida de las ramas.

Las semillas son dispersadas primariamente por los murciélagos y las aves (3, 7, 11, 18, 24); las semillas pasan a través de los sistemas digestivos sin sufrir daño alguno (24). En Puerto Rico, se han reportado 15 especies de aves y murciélagos alimentándose de la fruta madura del yagrumo hembra. Entre las especies más comunes reportadas se encuentran el murciélago frugívoro de Jamaica, renita de la banana, el zorzal pardo, el tordo de pates colorados y la reina mora (18, 26).

Estas especies frecuentan tanto las áreas abiertas como las forestadas, de manera que las semillas son ampliamente dispersadas y se encuentran disponibles en el suelo forestal perturbado (12). Se han reportado hasta 398 semillas por metro cuadrado presentes en el suelo de los bosques montano bajos pluviales sin perturbar, (2, 26). Blum (3) reportó que las plántulas del yagrumo hembra crecieron en 4 de diez muestras de suelo tomadas de bosques maduros en Panamá. Otras especies secundarias, tales como el yagrumo macho, el cachimbo común, (*Psychotria berteriana*) y el guano se encontraron también presentes en estos suelos.

Las semillas pueden también ser dispersadas cuando la agrupación de frutas total cae al suelo a la madurez, pero estas semillas muestran una viabilidad reducida, ya que los embriones se ven dañados por los hongos y los insectos de la familia Nitidulidae. Las semillas almacenadas en el laboratorio retuvieron su viabilidad por un mínimo de 6 meses, mientras que las semillas almacenadas en el suelo forestal retuvieron su viabilidad por solamente de 2 a 3 meses. Esta reducida viabilidad bajo condiciones naturales indica que es necesaria una constante adición de semillas al banco de semillas en el suelo forestal para la colonización rápida y exitosa de un bosque.

Desarrollo de las Plántulas.—Las semillas requieren de sol pleno para la germinación exitosa. De esta manera, las semillas presentes en el suelo de los bosques cerrados

germinan sólo cuando ocurre algún tipo de apertura en el dosel. Bajo sol pleno, la germinación puede ser de hasta el 80 o el 90 por ciento (3, 16, 26). La germinación es epigea y se demostró que se ve reducida a campo abierto debido a la presencia de una capa de hojarasca. Otros factores que pueden actuar junto con un aumento en la intensidad de la luz en la promoción de la germinación son las mayores temperaturas del suelo superficial, las fluctuaciones en la temperatura del aire y los cambios en la humedad del suelo. Con la disminución de la intensidad de la luz bajo el dosel forestal cerrado, la composición espectral (un aumento en la proporción de la luz infrarroja) puede convertirse en un factor crítico para la germinación (26). Se ha demostrado que una disminución en la relación de la luz infrarroja a la luz roja inhibe la germinación de las especies sucesionales. En los campos abiertos se encontró una menor germinación de las semillas del yagrumo hembra que la observada en los claros no masivos. Esto puede resultar de las extremadamente altas y fluctuantes temperaturas de la superficie del suelo o de la fluctuante y frecuentemente baja humedad del suelo, o de ambas (tabla 1).

En el vivero, las semillas se germinan bajo una sombra ligera en un semillero preparado con partes iguales de arcilla, arena y costra producida bajo presión en filtros. La sombra ligera se mantiene hasta que las plántulas sombreen el medio de la germinación (16).

Las hojas de las plántulas son diferentes de las de la planta madura. Son vellosas en ambas superficies, lanceoladas, no lobuladas y finamente serradas. En la etapa temprana de brinzal, de 0.5 m de alto, las hojas comienzan a mostrar un indicio de lobulación, hasta que las hojas nuevas muestran de 7 a 11 lóbulos palmados y se asemejan a las de la planta madura, de un color verde oscuro y ásperas en su parte superior y cubiertas con una capa densa de vellos blancos en la superficie inferior. Las plántulas crecen en altura con rapidez, alcanzando de 10.0 a 15.0 cm en 10 semanas (16) y hasta 2.1 m durante el primer año (21). La relación de la fotosíntesis a la respiración de las plántulas de yagrumo hembra se ha reportado como mucho mayor que 1 (20).

Bajo condiciones naturales, la mortalidad de las plántulas puede ser extremadamente alta. En un claro en el bosque, el 99 por ciento de las plántulas que germinan pueden morir durante el primer año (fig. 2) Esta es la etapa de vida

Tabla 1.—Factores microclimáticos y físicos de ambientes selectos (26)

Factor	Ambiente*		
	Campo abierto	Bosque	Claro
Temperatura, °C			
Promedio	25.4	22.7	23.2
Variación diaria	8.4	2.4	3.0
Superficie del terreno	30.2	22.3	24.8
Humedad relativa, porcentaje			
Promedio	77	94	85
Variación diaria	34.0	4.5	10.3
Humedad del suelo, % del peso seco			
	47.8	78.3	47.6

*Los valores representan promedios para todos los meses, desde agosto de 1977 hasta enero de 1978 (25).

durante la cual ocurre la más alta mortalidad. Durante pruebas de vivero, las plántulas voluntarias sufrieron una mortalidad del 45 por ciento durante los primeros 9 meses (10). Sin embargo, las plántulas transplantadas al campo al alcanzar una altura de entre 25.0 a 60.0 cm después de un período sombreado de 2 semanas y una disminución gradual de la sombra, mostraron una supervivencia de hasta el 80 por ciento. En 7 meses alcanzaron una altura de 2.0 m (16).

El crecimiento en altura es más rápido durante los primeros 4 a 5 años, pero el árbol crece relativamente poco en diámetro durante el mismo período (6). En la Sierra de Luquillo al este de Puerto Rico, el crecimiento máximo en altura de las plántulas bajo condiciones naturales fue de 1.14 m y el promedio fue de 0.73 m al año. El crecimiento máximo en el diámetro medido inmediatamente arriba del collar radical fue de 5 mm y el crecimiento promedio fue de 3.6 mm durante un período de 8 meses (26).

Las plántulas que se ven cubiertas por otra vegetación y por lo tanto sombreadas por un largo período no sobreviven por mucho tiempo. Las plántulas en tiestos transplantadas de un claro en el bosque a un bosque cerrado murieron después de varios meses y mostraron poco o ningún crecimiento. Las plántulas en tiestos que permanecieron en el claro mostraron una supervivencia del 100 por ciento, a la vez que incrementos en el diámetro y la altura. Un área perturbada que se ve invadida rápidamente por las gramíneas, los helechos o las enredaderas muestra una disminuida densidad de yagrumo hembra durante las etapas de plántula y brinzal (26).

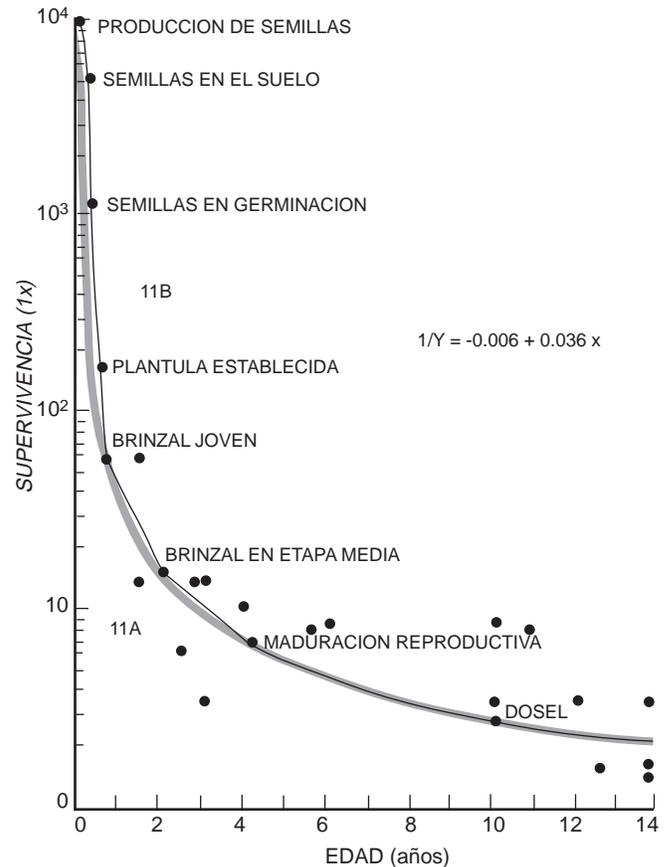


Figura 2.—Curva de supervivencia para el yagrumo hembra. A se basa en las áreas perturbadas; B se basa en las etapas del ciclo vital (26).

Reproducción Vegetativa.—El yagrumo hembra rebrota con facilidad.

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La etapa de brinzal comienza cuando la lobulación de las nuevas hojas aumenta. El crecimiento en el diámetro de los brinzales no suprimidos es significativamente más rápido que el de las plántulas. A una elevación de 400 m en las montañas al este de Puerto Rico, los brinzales crecen un máximo de 3.0 cm y un promedio de 6.5 mm en diámetro por año. El crecimiento promedio en el d.a.p., que se diferencia del crecimiento máximo en el d.a.p., es bajo debido a la presencia de numerosos brinzales suprimidos en los rodales densos que a menudo ocurren después de una perturbación. Estos brinzales crecen hasta 2.16 m en altura por año (26).

Se ha desarrollado un método para determinar la edad del yagrumo hembra basado en el crecimiento en altura en el pasado (6). El árbol posee unos anillos de crecimiento conspicuos y unas cicatrices foliares grandes y triangulares en cada nudo. Turrialba, en donde se efectuó el estudio, tiene una estación seca bien definida y los internudos se encuentran dispuestos en unas series cortas y largas. Los internudos cortos representan el crecimiento durante la estación más seca, mientras que los internudos largos representan el crecimiento durante la temporada más húmeda. Se encontró que el crecimiento anual en altura es más rápido en las áreas más húmedas (5.9 m y 7.6 m) que en las áreas más secas (1.9 m y 2.4 m). Debe de recalcarse que este método sólo es confiable para los árboles de menos de 5 años de edad, ya que el crecimiento en altura disminuye significativamente con la edad (6). Otro método para el yagrumo hembra de mayor edad está basado en las regresiones de la altura y el diámetro sobre la edad (fig. 3). Debido a que este método se desarrolló para árboles jóvenes y a que usa el d.a.p. y la altura promedios del rodal, puede ser que el cálculo resultante se aplique con mayor exactitud a la edad del rodal y no a los árboles individuales (26).

Se midió un crecimiento periódico en el diámetro de 5.1 para el yagrumo hembra (4). Las tasas de crecimiento fue-

ron de las más bajas medidas en la Sierra de Luquillo. Una tasa de crecimiento en el d.a.p. anual promedio de 2.0 mm se ha reportado para los árboles maduros de yagrumo hembra (23) y se midió una tasa de crecimiento anual en el diámetro de 6.4 mm en los árboles maduros dominantes (26). Una vez los árboles de yagrumo hembra alcanzan la madurez, el crecimiento en el diámetro parece disminuir. El crecimiento puede verse mejorado de manera significativa por una posición de copa dominante, pero existe poca diferencia entre los árboles codominantes, intermedios y suprimidos. Los árboles en las plantaciones alcanzan un diámetro de 25.0 cm y una altura de 14.0 m en 21 años (25). El crecimiento en altura en el yagrumo hembra predomina sobre el crecimiento en el diámetro (23). Este patrón se ajusta bien al papel ecológico del yagrumo hembra como una especie de los claros forestales.

En la Sierra de Luquillo, la densidad del yagrumo hembra en la asociación del bosque tabonuco (subtropical muy húmeda) es de 83 árboles por hectárea y a una mayor elevación en la asociación del bosque colorado (montana baja muy húmeda) es de 17 árboles por hectárea (28). El yagrumo hembra tuvo un área basal promedio de 18.3 a 22.9 m² por hectárea en el bosque tabonuco (16). En una muestra de 2 hectáreas de bosque tabonuco, aproximadamente el 25 por ciento de los árboles tuvo entre 10 y 15 cm de d.a.p., el 26 por ciento tuvo entre 15 y 20 cm, el 20 por ciento tuvo de 20 a 25 cm y el 13 por ciento tuvo de 25 a 30 cm. Sólo el 6 por ciento tuvo unos diámetros de más de 50 cm.

Los árboles alcanzan la altura del dosel aproximadamente a los 10 años de edad, para después sobrevivir en el dosel por 20 años más, aproximadamente. La expectativa de vida subsecuente promedio, de 10.25 años, es mayor a medida que el árbol se acerca a la altura del dosel. Una alta mortalidad ocurre entre la producción de semillas y el establecimiento de las plántulas (fig. 2).

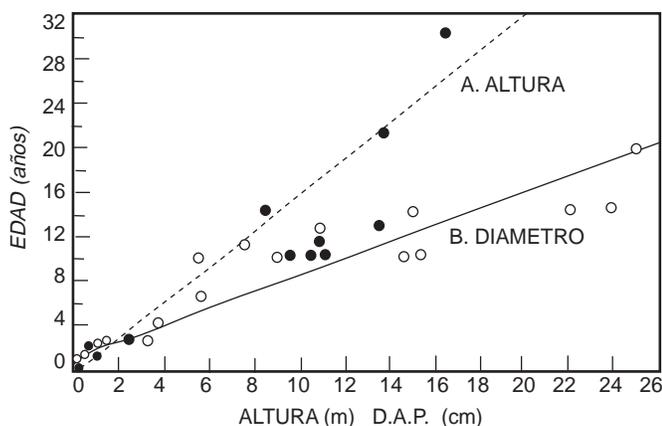
Comportamiento Radical.—El sistema radical del yagrumo hembra tiende a ser superficial y por lo tanto el árbol se ve desarraigado con facilidad, particularmente durante las etapas inmaduras. Las raíces puntales son un rasgo sobresaliente y a menudo alcanzan una altura de hasta 1.0 m.

Reacción a la Competencia.—La clasificación del yagrumo hembra es con mayor exactitud de intolerante a la sombra. Esto es especialmente cierto durante las etapas de plántula y brinzal. La competencia por la luz y el espacio durante estas etapas puede ser el factor principal que influye el crecimiento y la supervivencia.

Agentes Dañinos.—Durante las etapas de plántula y brinzal una de las causas principales de la mortalidad es la defoliación por la larva de los siguientes insectos: *Prepodes* spp., *Gynaecia dirce*, *Historis odius*, *Correbidia terminalis* y *Sylepta salicalis* (22). El áfido del algodón o el melón (*Aphis gossypii*) se observa también comúnmente en las hojas del yagrumo hembra.

Las especies anteriormente mencionadas causan a menudo un daño serio a las hojas de los árboles maduros. La estrangulación causada por las enredaderas, tales como las de las familias Leguminosae, Convolvulaceae y Malpighiaceae (27), a la vez que por muchas especies de *Philodendron*, es también una causa importante de la mortalidad, particularmente durante la etapa de brinzal. La mortalidad de los árboles maduros puede ser causada por el daño por las tormentas a las ramas que se quiebran con facilidad, por la edad

Figura 3.—Cálculo de la edad del yagrumo hembra a partir del diámetro y la altura, en donde A = regresión de la edad del área perturbada sobre la altura promedio (puntos sólidos). $Y = 0.91 + 1.3X$, $r^2 = 0.8$. B = regresión de la edad del área perturbada sobre el d.a.p. promedio (puntos abiertos). $Y = 0.90 + 0.86X$, $r^2 = 0.9$ (26).



avanzada o por los cambios ambientales, tales como la sombra y la competencia radical, causados por el reestablecimiento del bosque climax.

USOS

Siendo una especie secundaria dominante, el yagrumo hembra es de gran valor en la regeneración del bosque después de una perturbación. Ya que forma un rodal denso con rapidez, los nutrientes se retienen y conservan y el ambiente debajo se ve mejorado de manera suficiente como para permitir que las especies que caracterizan las etapas más tardías de la sucesión germinen y crezcan. De esta manera, el suelo puede verse estabilizado después de una perturbación tal como un deslucamiento de tierra. Su amplio dosel protege el suelo de la erosión excesiva y restablece las condiciones sombreadas en el suelo forestal.

Con un peso específico de 0.29, la madera del yagrumo hembra es tan solo un poco más pesada que la de la balsa local. La madera se usa en la manufactura del "cuatro portorriqueño", un instrumento musical local similar a la guitarra. Entre los usos principales de la madera en el pasado se encontraban las virutas para rellenos y empaques. La madera también se picaba y se mezclaba con cemento para hacer tablas para la construcción o para el aislamiento termal (5). En otras partes, el yagrumo hembra se usa para la producción de pulpa de papel. El rendimiento de fibra por cuerda de material fresco es bajo, pero se cocerá con rapidez, rindiendo una pulpa sin blanquear que se aproxima en calidad a las mejores pulpas de sulfito neutral de especies norteamericanas caducifolias, tal como el álamo temblón. Se ha estimado un rendimiento de 56 kg de pulpa por 100 kg de madera (17). La madera puede sustituir a la balsa del tipo más pesado en varios productos. Se usa también para cajas, jabas, y palillos de fósforos (19). Las ramas huecas a menudo se rajan y se usan como canales de desagüe y artesas y las ramas enteras se usan como flotadores de cañerías, salvavidas y pandereatas.

Se han extraído varias sustancias del yagrumo hembra para usos medicinales (19), incluyendo una que aumenta las contracciones del músculo cardíaco y actúa en los riñones como un diurético. Se dice que una sustancia extraída de las raíces sana las heridas y las hojas a menudo se usan como una cataplasma para reducir la inflamación y como una sustancia raspante (27).

GENÉTICA

La morfología vegetativa del yagrumo hembra a través de las islas del Caribe difiere de la de los representativos de *S. peltata* en el continente (la América Central y del Sur). En el área continental, el yagrumo hembra mantiene una relación simbiótica con hormigas del género *Azteca*. Las especies *Azteca constrictor* y *A. alfaroi* se han reportado en Venezuela (27). En esa área el árbol también posee adaptaciones tales como triquillos o bases peciolares altamente modificadas que producen cuerpos de Muller o de almacenamiento de nutrientes ricos en glicógeno. Las hormigas, que son muy agresivas y muerden con facilidad, viven en los internodos huecos y se alimentan del glicógeno producido por el árbol. Tan-

to las adaptaciones como las hormigas se encuentran ausentes en los árboles en Puerto Rico. En las islas del Caribe desde Trinidad a Puerto Rico, existe una pérdida progresiva de estas adaptaciones relacionadas a las hormigas (25). Los individuos en el continente mantienen sus triquillos en el invernadero; estos parecen ser un carácter genético y no dependen de la estimulación por las hormigas para su desarrollo (14, 25).

Se han descrito aproximadamente 80 especies del género *Cecropia*; sin embargo, se encuentra sólo una especie en las islas del Caribe. Se ha reportado un número cromosómico de $2N = 28$ (27). Velázquez (27) consolidó tres especies venezolanas de *Cecropia* en una variedad de *C. peltata*: *Cecropia peltata* L. var. *candida*.

Recientemente, Howard (14) describe a la especie en Puerto Rico como *Cecropia schreberiana* en vez de *C. peltata*, manifestando que esta última está restringida al área continental de la América Central y del Sur y a Jamaica. *C. schreberiana* se menciona como ocurriendo a través del resto de las Antillas Mayores y Menores. Algunos la colocan en su propia familia, Cecropiaceae, usando al género *Cecropia* como el género tipo.

LITERATURA CITADA

1. Beard, J.S. 1944. Climax vegetation in tropical America. *Ecology* 25:127-158.
2. Bell, C.R. 1970. Seed distribution and germination experiment. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: D177-D182.
3. Blum, Kurt. 1969. Contributions toward an understanding of vegetational development in the Pacific lowland of Panama. Tallahassee, FL: Florida State University. Disertación doctoral.
4. Crow, T.R.; Weaver, P.L. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. Res. Pap. IFT-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
5. Chalmers, W.S. 1958. Observations on some Caribbean forests. *Caribbean Forester*. 19(12): 30-42.
6. Davis, R.B. 1970. Seasonal differences in internodal lengths in *Cecropia* trees: a suggested method for measurement of past growth in height. *Turrialba*. 20: 100-104.
7. Eisenmann, E. 1961. Favorite foods of neotropical birds: flying termites and *Cecropia* catkins. *Auk*. 78: 636-638.
8. Estrada, Pinto, Alejo. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: D237-D269.
9. Fournier, Luis A. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba*. 26: 54-59.
10. García, Miguel H. 1977. Nursery trails in the concession, Bajo calima, during 1975-1976. Res. Rep. 22. Cali: Investigación Forestal, Cartón de Colombia. 5 p.

11. Gardner, A.L. 1977. Feeding habits. En: Baher, R.J.; Jones, J.K., Jr.; Carter, D.C., eds. Biology of bats of the new world family Phyllostomidae. Special Museum Pub. 13. Lubbock, TX: Texas Tech University: 293-350.
12. Guevaras, Sergio; Gomez-Pompa, Arturo. 1972. Seeds from the surface soils in tropical region of Veracruz, Mexico. Journal of the Arnold Arboretum. 53: 312-335.
13. Harcombe, Paul A. 1968. Observations on *Cecropia* reproduction in Puerto Rico. Unpublished report. Durham, NC: Organization of Tropical Studies, Duke University.
14. Howard, R.A. 1988. Flora of the Lesser Antilles. Jamaica Plains, MA: Arnold Arboretum. 673 p. Vol. 4.
15. Janzen, Daniel H. 1973. Dissolution of mutualism between *Cecropia* and its *Azteca* ants. Biotropica. 5: 15-28.
16. Institute of Tropical Forestry 1958. Annual report 1958. Caribbean Forester. 20(1-2): 2-4.
17. Keller, E.L.; Kingsbury, R.M.; Fahey, D.J. 1958. Neutral sulfite semichemical pulping of guaba (*Inga vera*), yagrumo hembra (*Cecropia peltata*) and eucalyptus (*Eucalyptus robusta*) from Puerto Rico. Rep. 2127. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 7 p.
18. Leck, Charles F. 1972. Observations of birds at *Cecropia* trees in Puerto Rico. The Wilson Bulletin. 84: 498-500.
19. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
20. Lugo, Ariel E. 1970. Photosynthetic studies of four species of rain forest seedlings. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: I-81-102.
21. Marrero, José. 1954. Regeneration: seed studies. *Cecropia peltata*. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 4 p.
22. Martorell, Luis F. 1945. A survey of forest insects of Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 29: 69-208.
23. Murphy, Peter G. 1970. Tree growth at El Verde and the effects of ionizing radiation. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: D141-D171.
24. Olson, Storrs L.; Blum, Kurt E. 1968. Avian dispersal of plants in Panama. Ecology. 49: 565-566.
25. Rickson, Fred R. 1977. Progressive loss of ant related traits of *Cecropia peltata* on selected Caribbean islands. American Journal of Botany. 64: 585-592.
26. Silander, Susan R. 1979. A study of the ecological life history of *Cecropia peltata* L., an early secondary successional species in the rain forest of Puerto Rico. Knoxville, TN: University of Tennessee. 94 p. Tesis de M.S.
27. Velazquez, Justiniano. 1971. Contribución al conocimiento de las especies del género *Cecropia* L. Moraceae—"Yagrumbos" de Venezuela. Acta Botánica Venezolana. 6: 25-64.
28. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. I. Setting. Caribbean Forester. 12: 93-114.

Previamente publicado en inglés: Silander, Susan R.; Lugo, Ariel E. 1990. *Cecropia peltata* L. Yagrumo hembra, Trumpet-tree. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 250-257.

Cedrela odorata L.

Cedro, spanish-cedar

Meliaceae

Familia de la caoba

Barbara B. Cintrón

Cedrela odorata L., conocido como cedro o cedro hembra en español, es la especie del género *Cedrela* de mayor importancia comercial y de mayor extensión. La aromática madera, conocida como "spanish-cedar" en las esferas comerciales en inglés, posee una alta demanda en los trópicos americanos debido a que es naturalmente resistente a las termitas y a la pudrición. El cedro tiene una gran extensión, pero no es nunca muy común a través de los bosques tropicales americanos; su número se ve constantemente reducido debido a la explotación sin una regeneración exitosa. Es necesario el conocer sus estrictos requisitos en cuanto a las características del sitio e investigar el daño causado por los insectos con el objeto de establecer plantaciones productivas.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El cedro es un árbol del Neotrópico, encontrándose en los bosques de las zonas de vida subtropical o tropical húmedas o estacionalmente secas (24), desde la latitud 26° N. en la costa pacífica de México, a través de la América Central y las Indias Occidentales, hasta las tierras bajas y el pie de los cerros de la mayoría de la América del Sur hasta una elevación de 1,200 m, con su límite sureño alrededor de la latitud 28° S. en Argentina (12, 55). El cedro se puede encontrar siempre de manera natural en los suelos bien drenados, a menudo pero no de manera exclusiva en piedra caliza y tolera una larga temporada seca pero no prospera en las áreas con una precipitación de más de 3000 mm o en los sitios con suelos densos o anegados (5, 34, 40, 66). Los árboles individuales se encuentran por lo general esparcidos en los bosques mixtos semi-siempreverdes o semi-caducifolios dominados por otras especies (11, 23, 25, 28) (fig. 1).

Clima

El cedro es una especie generalista en cuanto al clima, encontrándose sobre una vasta distribución geográfica de fajas latitudinales cálidas, desde el bosque subtropical seco (en la parte transicional húmeda) en México y en parte de las Indias Occidentales, a través del bosque subtropical húmedo hasta el bosque subtropical muy húmedo en las Indias Occidentales y la América Central, hasta las zonas de vida tropical húmeda y muy húmeda y tropical premontana húmeda y muy húmeda en la región ecuatorial (24). Es más abundante en las tierras bajas y el pie de los cerros (viéndose reemplazada por especies tales como *C. montana* y *C. lilloi* a mayores elevaciones) en los bosques húmedos. Su distribución se encuentra en su mayor parte dentro de los trópicos libres de heladas, aunque se le ha encontrado en las latitudes 26° N. y 28° S., en donde se pueden esperar unas heladas ligeras

ocasionales (26, 55). Unas temperaturas promedio de 23 a 26 °C se pueden encontrar en la parte caribeña de su distribución; en la región tropical de la América del Sur, la temperatura promedio es un tanto mayor: de 28 °C, con una temperatura mínima promedio de 23 °C y una temperatura máxima promedio de 32 °C. En el extremo sur de su distribución en Argentina, la temperatura promedio es de 24 °C, la temperatura máxima promedio es de 30 °C y la mínima promedio de 18 °C (16, 34, 60).

El cedro se desarrolla de mejor manera en los climas estacionalmente secos, como lo refleja su hábito caducifolio y la formación de anillos de crecimiento (presumiblemente anuales). Alcanza su mayor prominencia bajo una precipitación anual de 1200 a 2400 mm, con una estación seca de 2 a 5 meses de duración. Tanto el crecimiento del árbol como su reproducción se ven sincronizados con el comienzo de las lluvias (40, 53). El cedro sobrevive en las



Figura 1.—Un árbol de cedro, *Cedrela odorata*, en un bosque mixto.

áreas con una menor precipitación (hasta de aproximadamente 1000 mm anuales), pero crece con lentitud y muestra una forma achaparrada (41, 59). Crece también de manera esporádica en las áreas que reciben hasta 3500 mm de precipitación, pero solamente en los sitios muy bien drenados (23, 52). En la América Central y del Sur, en las áreas con una precipitación anual de menos de 2000 mm y en los suelos derivados de piedra caliza, el cedro se puede convertir en la especie localmente dominante (34, 57).

Suelos y Topografía

El cedro puede ser muy demandante en cuanto a sus requisitos de suelo, pero hasta ahora estos requisitos no se entienden con exactitud. En las Indias Occidentales se le puede encontrar de manera más común en las arcillas derivadas de piedra caliza (23, 36, 47), pero crece también en los sitios bien drenados sobre suelos ácidos derivados de rocas volcánicas (Ultisoles). El denominador común parece ser el drenaje y la aireación del suelo (24, 52, 62) y no su pH (40, 64, 65). En Trinidad, el único factor común a todos los sitios mostrando un buen crecimiento fue el buen drenaje de la superficie (10, 40). De igual manera, en México y la América Central, el cedro es común en los suelos y las ruinas bien drenados (48). La fertilidad del suelo puede ser también importante, ya que en algunas pruebas el cedro creció de mejor manera en los suelos enriquecidos con los restos quemados del bosque secundario (10, 58). No se han efectuado estudios definitivos sobre los requisitos de nutrientes más allá de la etapa de plántula (5, 62). Los síntomas de estrés ocasionado por los suelos pobres son: una apariencia quemada de las raíces, el desarrollo de una forma de "sauce llorón" en los brinzales (las hojas se vuelven delgadas y pendientes) o la pérdida de hojas a intervalos irregulares durante la temporada lluviosa.

Cobertura Forestal Asociada

En Puerto Rico, el cedro se encuentra en las zonas de vida subtropical húmeda y subtropical muy húmeda, pero es más común en la zona de vida subtropical húmeda en los suelos derivados de piedra caliza (16, 36). Otras especies comúnmente encontradas en la capa arbórea de esta asociación en Puerto Rico son: el tortugo amarillo (*Sideroxylon foetidissimum*), la sanguinaria (*Sideroxylon salicifolia*), la moca (*Andira inermis*), el aquilón (*Terebraria resinosa*), el ucar (*Bucida buceras*), el cupey (*Clusia rosea*), el guano (*Ochroma pyramidale*), la maga (*Thespesia grandiflora*), la uvilla (*Coccoloba diversifolia*), el espinillo rubial (*Zanthoxylum martinicense*), el almácigo (*Bursera simaruba*) y el cedro macho (*Hyeronima clusioides*). Sin embargo, casi todas estas especies tienen una distribución local más extensa y una mayor abundancia que el cedro. En la parte continental de su distribución, el cedro se ve a menudo asociado con la caoba (*Swietenia* spp.) en los bosques húmedos y muy húmedos, pero la caoba se encuentra usualmente presente en mucha más abundancia (52). Si se compara el cedro con las caobas, con las que se encuentra estrechamente relacionado, el cedro es mucho más demandante en cuanto a los requisitos del sitio, especialmente en cuanto al drenaje. En las áreas de su distribución que se encuentran en el extremo superior del espectro de precipitación, el cedro invariablemente se encuentra en las cimas, el aspecto supe-

rior de las pendientes, las ruinas de viejos edificios y la orilla de los caminos y carreteras o en otras áreas con un suelo usualmente bien aireado (23).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El ciclo reproductivo del cedro está sincronizado con la temporada de crecimiento del sitio; a través de su distribución florece al comienzo de la temporada lluviosa: de mayo a agosto en México, las Indias Occidentales y el norte de la América del Sur (4, 30, 48) y de septiembre a octubre en Argentina (34). La florescencia comienza cuando las nuevas hojas comienzan a expandirse. Las inflorescencias, de gran tamaño y muy ramificadas, presentan numerosas flores pequeñas, de cinco partes, simétricas y de color blanco verdusco. Los árboles son monoicos; las flores masculinas y femeninas aparecen en la misma inflorescencia, pero la especie es proterógina (las flores femeninas se abren primero). El desarrollo de las frutas toma aproximadamente de 9 a 10 meses y las frutas maduran durante la siguiente temporada seca. Los árboles comienzan a producir fruta a una edad de 10 a 12 años. La fruta, que consiste de una cápsula leñosa de buen tamaño, aparece cerca de la punta de las ramas. Las frutas maduran, se rajan y liberan las semillas cuando aún en el árbol materno.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las frutas, cuando maduras, se abren desde arriba hacia abajo para liberar de 40 a 50 semillas aladas. El peso de las semillas es de alrededor del 8 al 10 por ciento del peso seco de la fruta. Un kilogramo contiene de 20,000 a 50,000 semillas. Las semillas tienen de 20 a 25 mm de largo incluyendo el ala y son dispersadas por el viento. Se producen unas cosechas de semillas abundantes de manera anual en algunas áreas y de manera bienal o irregular en otras áreas (41, 59). Las semillas se liberan durante la temporada seca. Pierden su viabilidad rápidamente si no se almacenan bajo condiciones muy secas y a una temperatura reducida (12, 37, 38). La germinación comienza con el inicio de la temporada lluviosa y es epigea. Lo normal es la germinación vigorosa y se reporta que la viabilidad de las semillas es de hasta el 90 por ciento (40). No se conoce de la existencia de una etapa inactiva en la semilla. La germinación es rápida y usualmente se completa en un período de 2 a 4 semanas (37, 38).

Desarrollo de las Plántulas.—El desarrollo inicial de las plántulas es rápido siempre que la humedad y la luz sean adecuadas (5, 46, 63). Las plántulas cultivadas a la sombra se saturan fotosintéticamente a unas intensidades bajas y son tolerante a la sombra, pero las plántulas cultivadas bajo sol requieren de una intensidad de luz alta para su mejor crecimiento (27, 28, 29). Las plántulas cultivadas a la sombra son susceptibles a quemarse con el sol y al subsecuente ataque por los insectos cuando se mueven a un lugar soleado (43). Las pruebas con abonos mostraron un mejor crecimiento con un abono de 7-6-19 (7% de nitrógeno, 6% de fósforo, 19% de potasio) (6).

En el bosque natural, es común encontrar una alta densidad de plántulas cerca de los árboles productores de frutas poco después del comienzo de la temporada lluviosa, pero la mayoría de estas plántulas desaparece a la mitad de la temporada lluviosa o poco después; esta alta mortalidad

natural puede deberse a la sombra o la competencia, pero se cree que se debe en parte al mal del vivero ("damping off") o a otros problemas con las raíces (40). Las plántulas y los brinzales tienen unos sistemas radicales muy superficiales y son susceptibles a ser desarraigados o sufrir de un daño mecánico a las raíces (10). Las plántulas promedian 1 m en su crecimiento y desarrollan un diámetro de 10 mm o más durante el primer año bajo condiciones favorables (tabla 1). El crecimiento inicial es vigoroso bajo sombra parcial, cuando el ataque por *Hypsipyla grandella*, que taladra los vástagos, no es severo (8, 51, 63).

La regeneración natural del cedro a partir de semillas es buena en muchas partes de la América Central y del Sur, pero el buen crecimiento inicial es a menudo seguido de la muerte de terminales después de 2 ó 3 años. Este problema puede estar parcialmente relacionado a *Hypsipyla* y podría también reflejar la escasez de suelos apropiados, especialmente en algunas de las áreas sujetas a los estudios más intensos. La abundancia del nuevo crecimiento del cedro como rodales casi puros y aparentemente sin problemas de *Hypsipyla grandella* en ruinas antiguas y recientes de piedra caliza en áreas con una marcada estación seca (52) sugiere que el cedro podría ser calcífilo.

En algunas partes del neotrópico la remoción selectiva de los árboles productores de semillas ha dejado al bosque con una provisión insuficiente para la regeneración natural, incluso en los sitios más favorables. Se ha reportado un cierto grado de éxito con la regeneración natural usando el método taungya (un sistema que utiliza a los agricultores locales, los cuales plantan los árboles entremezclados con sus siembras alimenticias, para más tarde abandonar la siembra y devolverla al bosque, ahora enriquecido con la especie de plantación deseada); se usan también las siembras en hileras seguidas por la liberación natural (11, 42, 58). Se ha obtenido un establecimiento exitoso usando el método taungya en África, en donde existen unas áreas extensas de suelos bien drenados y el barrenador de los tallos local no ataca al cedro del Nuevo Mundo (34).

Reproducción Vegetativa.—El cedro no rebrota con facilidad al ser cortado y no produce vástagos radicales con facilidad; no es resistente a los incendios (5, 40). Es capaz de crecer nuevamente después del desmoche (un nuevo crecimiento terminal parcial después de un daño moderado por el viento o una muerte de terminales parcial) si el árbol

se encuentra bien establecido. Puede ser injertado y reproducido por acodos (34, 40, 56).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.— La información sobre el crecimiento para muchas plantaciones se puede encontrar en la tabla 2. Una vez superada la etapa vulnerable de brinzal temprano, el cedro es un árbol de crecimiento muy rápido, añadiendo 2.5 cm o más en diámetro y 2 m de altura al año bajo buenas condiciones. Las diferencias en las diferentes procedencias en cuanto al crecimiento en altura son más evidentes en África, en donde los ataques por los barrenadores de los vástagos no son un problema (44). Los brinzales de crecimiento rápido desarrollan fustes claros y rectos y unas copas estrechas y ralas. Los brinzales, con una alta demanda de luz, escapan el ataque por el barrenador después de 3 ó 4 años si son robustos y el crecimiento subsecuente es rápido en los sitios favorables (58). La corteza lisa y grisácea del brinzal desarrolla unas fisuras verticales de manera gradual a medida que el árbol madura y se vuelve un tanto parda. Los cedros de gran tamaño tienen un fuste recto y claro, a menudo de 15 a 20 m de largo hasta la primera rama y una base con contrafuertes estrechos. La altura máxima es de 30 a 40 m (34).

Los bosques naturales conteniendo cedros en México rindieron solamente 2,000 m³ por año en un área total de 460,000 hectáreas, resultando en un rendimiento anual de 0.004 m³ por hectárea. El rendimiento de la caoba para el mismo bosque fue ocho veces mayor. Esto sirve para ilustrar el bajo nivel de provisiones de cedro al presente en los bosques naturales, aunque la baja densidad se puede deber en parte a la explotación en el pasado y a la falta de una regeneración (52, 53). Como contraste, unas plantaciones de 40 años de edad en África rindieron 455 m³ por hectárea al final de la rotación y se calculó un rendimiento de 150 a 270 m³ por hectárea en una rotación de 35 años para cedros plantados en hileras en Surinam (34, 58). Web *et al.* (61) mencionó entre 11 y 22 m³ por hectárea por año para plantaciones de cedro bajo manejo a nivel mundial. Marshall (40) calculó el rendimiento del cedro por clases de acuerdo al diámetro en Trinidad; unas tablas de volumen han sido publicadas (9).

Comportamiento Radical.— Existe cierta confusión con respecto al comportamiento radical de los brinzales y los

Tabla 1.—Crecimiento inicial de plántulas de cedro, *Cedrela odorata*

País	Origen del material	Germinación	Crecimiento anual*		
			Altura	D.a.p.	Supervivencia
		Por ciento	cm	cm	Por ciento
Puerto Rico (63)					
Sol pleno	5 procedencias	10 a 62	26.2	8.4	98 a 100
St. Croix, VI (63)					
Sombra	5 procedencias	nd†	29.3	8.5	93 a 97
Venezuela (4)	Venezuela	85 a 90	120.0	nd	nd
Trinidad (39)	Trinidad	90	100.0	nd	"baja"
Nigeria (15, 44)	15 procedencias	nd	133.7	34.8	76
Uganda (30)	12 procedencias	"buena"	141.0	23.5	75 a 96
Tanzanía (48)	5 procedencias	nd	95.0	nd	75

* Toda la información sobre el crecimiento se convirtió a una base anual.

† No disponible.

árboles maduros de cedro. Mientras que todos los primeros investigadores reportaron un sistema radical muy superficial, la literatura reciente (34) sugiere que la especie puede desarrollar raíces profundas si el suelo es flojo y tosco o con fisuras. Esto es compatible con las observaciones previamente reportadas sobre el vigoroso crecimiento del cedro sobre los trabajos viejos de albañilería y en los suelos ligeros y bien aireados. Las plántulas, en todo caso, tienen unas raíces muy superficiales y pueden ser sensibles al daño mecánico causado por el desyerbado y por otras operaciones de preparación del suelo (10).

Reacción a la Competencia.—El cedro, aunque tolerante a las malas hierbas durante la etapa de plántula (62), se clasifica como intolerante a las malas hierbas y a la sombra durante la etapa de brinzal y después (34). Su copa rala y esparcida con un follaje verde claro sugiere una especie con una demanda de luz alta, al igual que su potencial para un crecimiento rápido y su aparición después de los incendios (34), en los cercos (40) y en las ruinas (48). La mejor descripción de la especie sería como una especie sucesional tardía y con una vida moderadamente larga. En Trinidad y en otras partes no es raro encontrar cedros con más de 100 anillos de crecimiento (1, 40).

Los intentos para cultivar *Cedrela* en sistemas de plantación en la América Latina fueron hasta hace poco un fracaso. Estos fracasos iniciales (10, 11, 17, 23, 39, 40, 51) se han atribuido a la mala selección de los sitios experimentales (demasiado húmedos, suelos no apropiados), a un mayor riesgo de ataque por los insectos en las poblaciones artificialmente densas (20) y a un concepto falso sobre sus requisitos de luz (58). Sin embargo, unos cuantos intentos

exitosos podrían señalar el camino a seguir para los experimentos productivos en el futuro. Bajo unas condiciones secas, el cedro se cultivó con éxito en unas plantaciones en Ecuador sin sombra alguna y sin ningún problema con *Hypsipyla* (59). Se han establecido unos plantíos en hileras con éxito en Surinam y se ha usado el método taungya en México (42, 58).

Agentes Dañinos.—El cedro puede tolerar hasta cierto grado el daño a la copa causado por los huracanes y rebrota a menudo. Las plántulas creciendo bajo sombra son sensibles a quemarse con el sol, después de lo cual se vuelven más vulnerables al ataque por los insectos. Los cedros de procedencias tropicales serán con toda probabilidad intolerantes a las heladas. Las procedencias que muestran una tolerancia a las heladas crecen con mayor lentitud que las procedencias tropicales (34, 44, 57).

Las plantaciones de cedro han sufrido un daño por los caracoles en Malasia y en África. Las babosas han ocasionado la muerte de parte de una provisión de vivero de una procedencia exótica en las Islas Vírgenes. El daño causado por los escarabajos es un problema en África, pero aparentemente no en el Nuevo Mundo (34, 44, 63).

La plaga de insectos más seria para el cedro es el barrenador de los vástagos de la caoba, *Hypsipyla grandella* (24). La larva de esta falena se alimenta del meollo justo detrás del meristemo de los vástagos con un rápido crecimiento, causando así la muerte del meristemo apical. Esto a su vez, frena el crecimiento de las plántulas y los brinzales y puede arruinar la forma del árbol, ya que a menudo los resultados son la presencia de líderes múltiples y una apariencia arbustiva. El ataque de *Hypsipyla* puede

Tabla 2.— Crecimiento del cedro, *Cedrela odorata*, en plantaciones

Localidad	Sitio de la plantación		Origen de la semilla	Plantación			Crecimiento anual	
	Precipitación	Suelo		Edad	Espaciamiento	D.a.p.	Altura	en d.a.p.
	mm			Años	m	cm	m	mm
Puerto Rico (64,65)	1900	Piedra caliza	6 procedencias	8.0	2.4	4.4	4.5	5.6
Isl. Vírgenes, USA (64,65)	1000 a 1200	Superficial, sobre arcillas esquistosas	5 procedencias	8.0	2.4	5.9	4.5	7.4
Costa de Marfil (13)	1300 a 1500	Marga arenosa derivada de granito	8 procedencias	7.5	nd*	18.2	13.7	24.3
Nigeria (Ore) (14,15)	1600 pH 5.5	Marga arenosa superficial	11 procedencias	7.5	3.6	23.9	14.8	31.9
Tanzania (35,50)	1450	“Bien drenado”	8 procedencias	5.6	4.0	16.1	12.5	28.8
México (59)	1200	Derivado de piedra caliza	México “mexicana”	8.0	0.5	12.0	10.0	15.0
Ecuador (59)	1200	Aluvial, arenoso	Cuba	6.0	2 por 4	24.0	18.0	40.0
Jamaica (59)	2500	Piedra caliza, arcilla liviana	Jamaica	5.0	2.5 (en líneas)	8.0	nr	16.0
México (59)	1100	Piedra caliza, arcilla delgada pedregosa	México	8.0	3	11.0	6.0	14.0
México (59)	900	Piedra caliza, arcilla arenosa	México	12.0	1	8.0	6.0	6.7
Panamá (59)	2600	Aluvial, bien drenado	Panamá	12.0	1.5 por 3	24.0	21.0	20.0
Honduras (59)	1800	Piedra caliza y volcánico	Honduras	13.0	1.5 por 3	28.0	15.0	21.5
Trinidad (59)	2400	Piedra caliza, bien drenado	Trinidad	15.0	nd	32.0	23.0	21.3
Ecuador (59)	1200	Aluvial	Cuba	18 a 20	3.0	50.0	25.0	25.0

* No disponible.

también contribuir a la mortalidad de las plántulas, especialmente en las poblaciones ya bajo estrés (3, 20). A pesar de que *Hypsipyla* ha sido extensamente estudiada (21, 49, 62), no se ha desarrollado aún un sistema de control integrado. Se ha observado que los ataques son menos frecuentes en los climas marcadamente estacionales, en donde el ciclo de reproducción de los insectos se rompe de manera natural por lo menos una vez al año (23, 62). El ataque es también menos frecuente en el bosque natural, en donde los árboles huéspedes son pocos y muy esparcidos, de manera que nunca se desarrolla una alta acumulación poblacional de los insectos; es también menos frecuente bajo sombra que bajo sol pleno y en las plántulas en etapa inactiva (20, 26, 63). Los experimentos con procedencias de cedro de una vasta región geográfica han mostrado que pueden variar en su respuesta al ataque (12) y la selección esmerada podría permitir el futuro desarrollo de variedades tolerantes. Se ha efectuado algún progreso en el desarrollo de las estrategias de control químico y biológico (2, 3, 18, 19, 22), pero el insecto podría desarrollarse, tarde o temprano, una resistencia a los agentes químicos, sin importar su naturaleza.

USOS

La madera del cedro tiene todavía una alta demanda en cualquier parte en donde se encuentra disponible en los trópicos americanos. La madera es atractiva, moderadamente liviana (con un peso específico de 0.4) y su uso primario es para artículos caseros usados para almacenar ropa. El duramen del cedro contiene una resina aromática y repelente a los insectos que es la fuente de sus nombres populares: cedro, cedro hembra y "spanish cedar" (su aroma es similar al de los verdaderos cedros, del género *Cedrus*). La madera, fácil de trabajar, es tanto resistente a la pudrición en contacto con el suelo como altamente resistente a las termitas, haciéndola adecuada para la construcción en el exterior. El cedro se trabaja con facilidad y se usa para un triplex y una chapa decorativa excelentes y tendría un mayor uso si se pudiera cultivar exitosamente en plantaciones (34, 36, 48, 52).

El cedro es un árbol de sombra y de ornamento urbano importante en las Indias Occidentales y en la América del Sur, a la vez que en las regiones en África en donde se ha importado. Se ha usado también con éxito en Trinidad como sombra en cafetales y en las plantaciones de cacao.

GENETICA

Diferencias Poblacionales

El género *Cedrela* ha sufrido dos importantes revisiones sistemáticas desde 1960. La revisión más reciente redujo el número de especies en el género a siete (53). El cedro común, *Cedrela odorata* L., abarca a otras 28 especies nombradas, incluyendo a *C. mexicana* M.J. Roem. La categoría taxonómica *C. angustifolia*, un tipo muy vigoroso con una alta demanda al presente debido a su aparente resistencia a *Hypsipyla*, se dejó en una condición indeterminada debido al insuficiente material en los herbarios. El resultado es que en su presente constitución taxonómica, *C. odorata* es una especie que muestra un alto grado de variación poblacional. El material

de las Indias Occidentales, sobre el cual se basó la descripción original de la especie, se caracteriza por un follaje liso con hojuelas sésiles, mientras que la variedad (anteriormente especie) "*mexicana*" de la América Central y del Sur posee diferentes grados de pubescencia, a la vez que unas hojas por lo general de mayor tamaño y con hojuelas pecioladas. Existen por supuesto variedades intermedias. Los experimentos de plantación iniciales indicaron que la variedad "*mexicana*" es de crecimiento más rápido que la raza de las Indias Occidentales (59).

Razas

Los experimentos recientemente completados con procedencias (7, 8, 12, 13, 14, 15, 26, 32, 33, 36, 44, 46, 50, 63, 65) sugieren la existencia de muchas razas ecológicas de cedro. Las diferencias en las procedencias se hicieron más evidentes en los experimentos africanos, en donde no se vieron oscurecidas por los efectos adversos de *Hypsipyla*. Existen al presente esfuerzos para expandir los experimentos con procedencias para incluir más fuentes de semillas de los tipos prometedores (12).

Híbridos

Smith (51) sugirió que las especies de cedro de amplia distribución, *C. odorata* y *C. fissilis*, a la vez que la dudosa especie *C. angustifolia* (que él reconoció como una especie separada) producen híbridos entre ellas con facilidad y que los híbridos podrían explicar la gran variabilidad fenotípica en esta categoría taxonómica. Desafortunadamente no existe aún ninguna evidencia experimental para apoyar o descontar la hipótesis sobre la existencia de híbridos. Unos estudios citológicos recientes han mostrado que ocurren por lo menos dos números de cromosomas diploides básicos separados (2N=50 y 56) en *C. odorata*; Esta presencia de diferentes razas cromosómicas intraespecíficas parece ser común en las meliáceas y puede inhibir la producción libre de híbridos (54, 56).

LITERATURA CITADA

1. Acosta-Solís, M. 1960. Maderas económicas del Ecuador y sus usos. Quito: Casa de la Cultura Ecuatoriana. [s.p.].
2. Allan, G.G.; Gara, R.I.; Wilkins, R.M. 1970. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. III. The evolution of some systemic insecticides for the control of larvae in *Cedrela odorata* L. Turrialba. 20(4): 478-487.
3. Allan, G.G.; Gara, R.I.; Wilkins, R.M. 1973. Phytotoxicity of some systemic insecticides to Spanish cedar. International Pest Control. 15(1): 4-7.
4. Bascopé, R.; Bernardi, L.; Lamprecht, H.; Martínez, P. 1957. El género *Cedrela* en América. Descripciones de Árboles Forestales 2. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. [s.p.].
5. Beard, J.S. 1942. Summary of silvicultural experience with cedar, *Cedrela mexicana* Roem. in Trinidad and Tobago. Caribbean Forester. 3(3): 91-102.
6. Belanger, R.P.; Briscoe, C.B. 1963. Effects of irrigating tree seedlings with a nutrient solution. Caribbean Forester. 24(2): 87-90.

7. Burley, J. 1973. Sources and distribution of seedlots in the C.F.I. international provenance trial of *Cedrela odorata* (including *C. mexicana* and *C. tubiflora*). En: Burley, J.; Nikles, D.G., eds. Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 234-240.
8. Burley, Jeffery; Lamb, Alan F.A. 1971. Status of the C.F.I. international provenance trial of *Cedrela odorata* (including *C. mexicana* and *C. tubiflora*). Commonwealth Forestry Review. 50(3): 145, 234-237.
9. Caballero-Deloya, M. 1970. Empleo de coeficientes m3rficos en la elaboraci3n de tablas de vol3menes de cedro rojo. Bol. Divulgativo 26-B. Ciudad de M3xico, M3xico: Secretaria de Agricultura y Ganader3a, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 27 p.
10. Cater, John C. 1945. The silviculture of *Cedrela mexicana*. Caribbean Forester. 6(3): 89-100.
11. Combe, Jean; Gewald, Nico J. 1979. Gu3a de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Centro Agron3mico Tropical de Investigaci3n y Ense3anza, Programa de Recursos Naturales Renovables. [s.p.].
12. Chaplin, G.E. 1980. Progress with provenance exploration and seed collection of *Cedrela* spp. En: Proceedings, Commonwealth Forestry Conference; 1980 September; Port-of-Spain, Trinidad. [Lugar de su publicaci3n desconocido]: [Editor desconocido].
13. Delaunay, J. 1978. Results of an international provenance trial of *Cedrela odorata* L. seven and a half years after its inception in Ivory Coast. En: Nikles, D.G.; Burley, J.; Barnes, R.D., eds. Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 886-890.
14. Egenti, L.C. 1978. The international provenance trial of *Cedrela odorata* L. Field performance at age seven and a half years in Nigeria. En: Nikles, D.G.; Burley, J.; Barnes, R.D., eds. Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 891-897.
15. Egenti, Levi C. 1973. Progress report on four-year-old *Cedrela* international trial in Nigeria. En: Burley, J.; Nikles, D.G., eds. Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 255-261.
16. Ewel, J.J.; Whitmore, J.L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. R3o Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
17. Fors, Alberto J. 1944. Notas sobre la silvicultura del cedro, *Cedrela mexicana* Roem. Caribbean Forester. 5(3): 115-117.
18. Grijpma, Pieter. 1970. Immunity of *Toona ciliata* M. Roem. var. *australis* (F. v. M.) DC. and *Khaya ivorensis* A. Chev. to attacks of *Hypsipyla grandella* Zeller in Turrialba. Turrialba. 20(1): 85-93.
19. Grijpma, Pieter. 1973. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. Records of two parasites new to Puerto Rico. Turrialba. 23(2): 235-236.
20. Grijpma, Pieter. 1976. Resistance of Meliaceae against the shootborer *Hypsipyla* with particular reference to *Toona ciliata* M. J. Roem. var. *australis* (F. v. M.) DC. En: Burley, J.; Styles, B.T., eds. Tropical trees. Variation breeding and conservation. Oxford, UK: Academic Press: 69-79.
21. Grijpma, Pieter; Styles, B.T., comps. 1973. Bibliograf3a selectiva sobre meli3ceas. Turrialba, Costa Rica: Centro Interamericano de Documentaci3n e Informaci3n Agr3cola—IICA-CIDIA. 143 p.
22. Hidalgo-Salvatierra, Oscar. 1970. *Trichograma* sp., an egg parasite of *Hypsipyla grandella* Zeller. Turrialba. 20(4): 513.
23. Holdridge, L.R. 1943. Comments on the silviculture of *Cedrela*. Caribbean Forester. 4(2): 77-80.
24. Holdridge, L.R. 1976. Ecolog3a de las Meli3ceas latinoamericanas. En: Whitmore, J.L., ed. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. Misc. Pub. 1. Turrialba, Costa Rica: Centro Agron3mico Tropical de Investigaci3n y Ense3anza: 7. Vol. 3.
25. Holdridge, L.R.; Grenke, W.C.; Hatheway, W.H.; [y otros]. 1971. Forest environments in tropical life zones, a pilot study. Oxford: Pergamon Press. [s.p.].
26. Inoue, Mario Takao. 1973. Ensayo de procedencia de *Cedrela* en Santo Antonio de Platina Pr. Floresta. 4: 49-57.
27. Inoue, Mario Takao. 1977. A auto-ecolog3a do genero *Cedrela*; efeitos na fisiolog3a do crescimento no estagio juvenil em funcao da intensidade luminosa. Floresta. 8(2): 58-61.
28. Inoue, Mario Takao. 1977. Wachstumverhalten von *Cedrela odorata* L. und *C. fissilis* Vell. (Meliaceae) im Jugendstadium in Abh3ngigkeit von Umweltfaktore. Weltforstwirtschaft. Reinbeck: Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt f3r Forst und Holzwirtschaft. 115: 1-100.
29. Inoue, Mario Takao. 1980. Photosynthesis and transpiration in *Cedrela fissilis* Vell. seedlings in relation to light intensity and temperature. Turrialba. 30(3): 280-283.
30. Karani, P.K. 1973. International provenance trials in Uganda. Progress report on *Cedrela*. En: Burley, J.; Nikles, D.G., eds. Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 241-249.
31. Kaumi, S.Y. S. 1978. *Cedrela* international provenance trials. En: Nikles, D.G.; Burley, J.; Barnes, R.D., eds. Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 905-909.
32. Lamb, A.F.A. 1968. *Cedrela odorata*. Fast growing timber trees of the lowland tropics 2. Oxford: Commonwealth Forestry Institute. 46 p.
33. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
34. Malimbwi, R.E. 1978. *Cedrela* species international provenance trial (CFI at Kwamsambia, Tanzania). En: Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 910.
35. Marrero, Jos3. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest: past experience as a guide for the future. Caribbean Forester. 9(2): 85-146.
36. Marrero, Jos3. 1948. A seed storage study of some tropical hardwoods. Caribbean Forester. 4(3): 99-105.
37. Marrero, Jos3. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10(1): 11-30.
38. Marshall, R.C. 1930. Notes on the silviculture of the more important timber trees of Trinidad and Tobago. Port-of-Spain, Trinidad and Tobago: Trinidad Forestry Department and Government Printing Office. 47 p.

39. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
40. Más Porrás, J.; Luyano, G. Boria. 1974. ¿Es posible mediante el sistema taungya aumentar la productividad de los bosques tropicales? Forestales Bol. Téc. 39. Ciudad de México, México: Secretaría de Agricultura y Ganadería. 47 p.
41. Miller, J.J.; Perry, Jr., J.P.; Borlaug, N.E. 1957. Control of sunscald and subsequent Buprestid damage in Spanish cedar plantations in Yucatan. Journal of Forestry. 55: 185-188.
42. Nikles, D.G.; Burley, J.; Barnes, R.D., eds. 1978. Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford: Commonwealth Forestry Institute. 1066 p.
43. Omoyiola, B.O. 1972. Initial observations on a *Cedrela* provenance trial in Nigeria. Res. Pap. 2 (Forest Series). Ibadan, Nigeria: Federal Department of Forest Research. 10 p.
44. Omoyiola, B.O. 1973. Initial observation on *Cedrela odorata* provenance trial in Nigeria. En: Burley, J.; Nikles, D.G., eds. Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 250-254.
45. Organization of American States. 1967. Reconocimiento y evaluación de los recursos naturales de la República Dominicana. Washington, DC: Secretaría General, Organización de Estados Americanos (OEA). 193 p.
46. Pennington, T.D.; Surukhan, José. 1968. Árboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. 413 p.
47. Ramírez Sánchez, J. 1964. Investigación preliminar sobre biología ecológica y control de *Hypsipyla grandella* Zeller. Bol. 16. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. [s.p.].
48. Raunio, A-L. 1973. *Cedrela* spp. international provenance trial planted in 1971 at Longuza, Tanga region, Tanzania. En: Burley, J.; Nikles, D.G., eds. Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute: 262-265.
49. Reyna-Jaimes, Enrique. 1960. La repoblación del cedro rojo (*Cedrela mexicana* M.J. Roem.) por diseminación artificial—ventajas sobre el método de plantaciones. En: Proceedings, 5th World Forestry Conference; 1960 August 29-September 10; Seattle, WA. [Lugar de su publicación desconocido]; [Editor desconocido]: 603-606.
50. Rosero, P. 1976. Zonificación y silvicultura de Meliaceas. En: Whitmore, J.L., ed. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. Misc. Pub. 1. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: 21-25. Vol. 3.
51. Smith, C. Earle, Jr. 1960. A revision of *Cedrela* (Meliaceae). Fieldiana. 29(5): 295-341.
52. Styles, B.T. 1972. The flower biology of the Meliaceae and its bearing on tree breeding. Silvae Genetica. 21: 175-183.
53. Styles, B.T. 1981. Subfamily Swietenioideae. En: Meliaceae. Flora neotropica. New York: New York Botanical Garden: 359-418. Vol. 28.
54. Styles, B.T.; Khosla, P.K. 1976. Cytology and reproductive biology of Meliaceae. En: Tropical trees, variation, breeding and conservation. London: Academic Press: 61-68.
55. Tosi, Joseph A., Jr. 1960. Zonas de vida natural en el Perú. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico del Perú. Bol. Téc. 5. Lima, Perú: Instituto Interamericano de las Ciencias Agrícolas de la E.E.A. 271 p.
56. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. [s.f.]. Records of flowering and fruiting dates of Puerto Rican trees. *Cedrela odorata*, 1943-1946. Unpublished. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. [s.p.].
57. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 1963. Silvics questionnaire. Unpublished. Briscoe, C.B., comp. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. [s.p.].
58. Vega, L. 1974. Influencia de la silvicultura sobre el comportamiento de *Cedrela* en Surinam. Bol. 46-48. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. [s.p.].
59. Wadsworth, Frank H., comp. 1960. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales y Centro y Sur América. Segundo informe anual de la Sección de Forestación, Comité Regional sobre Investigación Forestal, Comisión Forestal Latinoamericana, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Caribbean Forester. 21 (supplement). 273 p.
60. Walter, Heinrich; Harnickell, Elisabeth; Mueller-Dombois, Dieter. 1975. Climate diagram maps of the individual continents and the ecological climate regions of the earth. Vegetation Monographs (supplement). Berlin: Springer-Verlag. Mapa 2, South America.
61. Webb, Derek E.; Wood, Peter J.; Smith, Julie. 1980. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. Tropical Forestry Pap. 15. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute. 342 p.
62. Whitmore, J.L. 1976. Myths regarding *Hypsipyla* and its host plants. En: Whitmore, J.L., ed. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. Misc. Pub. 1. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: 54-55. Vol. 3.
63. Whitmore, Jacob L. 1971. *Cedrela* provenance trial in Puerto Rico and St. Croix; nursery phase assessment. Turrialba. 21(3): 343-349.
64. Whitmore, Jacob L. 1978. *Cedrela* provenance trial in Puerto Rico and St. Croix; establishment phase. Res. Note ITF-16. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 11 p.
65. Whitmore, Jacob L. 1979. *Cedrela* provenance trials in Puerto Rico. Unpublished report. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 5 p.
66. Whitmore, Jacob L.; Hartshorn, G.S.; Rivera, Z.E. *Cedrela*. En: Literature review of 28 tropical tree species. Unpublished report. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. [s.p.].

Previamente publicado en inglés: Cintron, Barbara B. 1990. *Cedrela odorata* L. Cedro hembra, Spanish cedar. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 250-257.

Ceiba pentandra (L.) Gaertn.

Ceiba, kapok

Bombacaceae

Familia de las bombaxes

Jesús Danilo China-Rivera

Ceiba pentandra (L.) Gaertn., conocido como ceiba y en Brasil como sumauma y en México como pochote, es el árbol de mayor tamaño del Africa Occidental tropical y uno de los árboles más grandes y de más rápido crecimiento de la América tropical (fig.1). La ceiba puede alcanzar una altura de más de 50 m, un d.a.p. de 2 m o más y una copa extensa; el tallo desarrolla unas espinas robustas y unos contrafuertes prominentes. Aunque tiene una gran variedad de usos, la ceiba es mejor conocida por su producción de lana, conocida también como kapok.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

A pesar de que el género *Ceiba* se considera como de origen americano, *C. pentandra* crece de manera natural en las áreas tropicales húmedas y subhúmedas de América y Africa (fig. 2). Se creía que era nativa al sureste de Asia, en donde se le ha encontrado presente desde el siglo X después de Cristo (36), pero la evidencia genética sugiere que fue introducida de Africa (33).

Clima

Durante sus estudios de las zonas de vida de Costa Rica, Holdridge *et al* (14) encontraron a la ceiba en las zonas de vida tropicales seca, húmeda y muy húmeda y en las tropicales premontana húmedas y muy húmedas. La ceiba se encontró presente en los sitios que tuvieron una precipitación anual promedio de entre 1525 y 5700 mm, unas temperaturas de entre 23.3 y 27.7 °C, una estación seca de 0 a 6 meses de duración y que no se vieron afectados por las heladas. La ceiba crece de manera natural a unas elevaciones



Figura 1.—Arboles de ceiba, *Ceiba pentandra*, después de la caída de las hojas.

de hasta 1,220 m, pero su productividad es óptima hasta aproximadamente unos 460 m (8, 26). Las condiciones climáticas óptimas consisten de una ausencia de vientos fuertes, una precipitación abundante durante la temporada de crecimiento y un período seco desde el momento en que aparecen las flores hasta que las vainas se maduran (36). En nueve plantaciones de prueba en Costa Rica, los mejores resultados se obtuvieron en dos sitios por debajo de los 310 m de elevación, en donde la precipitación fue de entre 3000 y 3400 mm y las temperaturas anuales promedio de entre 24 y 26 °C (13). Las temperaturas nocturnas de menos de 16 °C inhiben la fertilización (35).

Suelos y Topografía

Los árboles de ceiba crecen en los suelos con un pH de entre 4.7 y 6.9 y con unas texturas de arenosas a arcillosas (14), pero están mejor adaptados a las margas bien drenadas con un subsuelo profundo (26, 34). En Puerto Rico, los árboles de ceiba crecen en los suelos secos costeros en donde el pH es de alrededor de 8.0.¹

¹Comunicación personal con John K. Francis y Frank H. Wadsworth, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

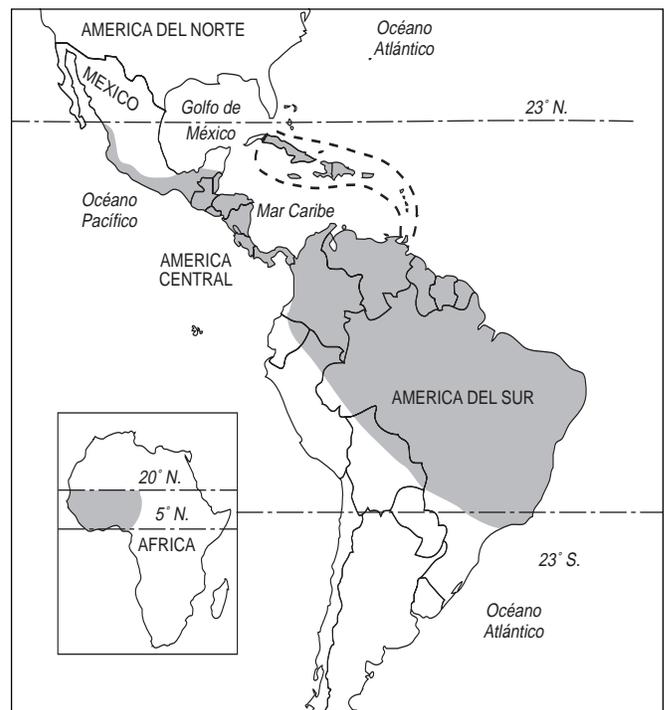


Figura 2.—El área sombreada representa la distribución natural de la ceiba, *Ceiba pentandra*.

Cobertura Forestal Asociada

Debido a su alta demanda de luz (2), la ceiba es más común en los hábitats abiertos, tales como las orillas de los ríos, las pendientes deforestadas, las tierras agrícolas abandonadas, los claros en el bosque y la vegetación secundaria (8, 17, 30, 35), pero se encuentra también presente en los bosques naturales cerrados. En Trinidad, la ceiba se encuentra en la asociación *Carapa guianensis* Aubl.-*Eschweilera subglandulosa* (Steud.) Miers del bosque siempreverde estacional, en la asociación *Peltogyne porphyrocardia* Griseb. y en la asociación *Trichilia smithii* C. DC.-*Brosimum alicastrum* Sw. del bosque semisempreverde y en la asociación *Bursera simaruba* (L.) Sarg.-*Lonchocarpus* spp. del bosque caducifolio estacional (3). En la Costa de Oro se le encuentra en el bosque preclímax *Triplochiton* sp.-*Piptadenia* sp. y en las unidades edáficas arriba de la vegetación de los manglares (6). En Puerto Rico, la ceiba se puede encontrar también como un miembro de la asociación *Dacryodes excelsa* Vahl-*Sloanea berteriana* Choisy.²

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La florescencia comienza por lo general cuando los árboles tienen de 5 a 6 años de edad (19). Los árboles producen muchas vistosas flores hermafroditas, por lo usual durante el período afoliar (18, 35). La temporada para la florescencia varía de manera geográfica: en Java, la florescencia tiene lugar durante el mes de mayo (36); en México, la florescencia ocurre de enero a marzo (32); en Puerto Rico y la República Dominicana las flores aparecen entre diciembre y febrero (17, 18) y en África Occidental la florescencia tiene lugar de diciembre a enero (8, 35). A pesar de que las aves, los insectos y los mamíferos han sido observados visitando las flores de la ceiba (32), algunos investigadores han concluido que son polinizadas por las aves y los murciélagos solamente (32, 35). Sin embargo, Serville reportó un incremento del doble en la producción de las vainas con semillas cuando se mantuvieron colmenas de abejas en la cercanía de los árboles (28). Las frutas maduran en 2 a 3 meses (16, 19, 30, 35).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas tienen aproximadamente 6 mm de largo y existen de 7,000 (18) a 45,000 semillas por kilogramo (34). Un árbol puede producir hasta 1 kg de semillas (16). Debido a su pequeño tamaño y a la seda adherida a ellas, las semillas se ven dispersadas extensamente por el viento.

Desarrollo de las Plántulas.—Las semillas no requieren de una estratificación y se sabe que pierden su viabilidad después de un año (26). La germinación, la cual es epigea (35), tiene lugar aproximadamente 12 días después de la siembra (30). La tasa de germinación varía entre el 50 y el 85 por ciento (34). El crecimiento es muy rápido y se compara de manera favorable con otras especies pioneras africanas, tales como *Musanga cecropioides* Br., *Chlorophora*

excelsa Benth. & Hook y *Terminalia ivorensis* A. Chev. (23) y con varias otras especies centroamericanas (2). Las plántulas pueden alcanzar una altura de 23 cm después de 8 semanas en el vivero, estando entonces listas para ser transplantadas. Las hojas deberán ser removidas de las plántulas antes del transplante (26).

Reproducción Vegetativa.—El árbol rebrota bien al ser cortado y es fácil el cultivarlo a partir de estacas de las ramas (17, 19, 35). Sin embargo, los rebrotes produjeron unas plantas de menor tamaño y vigor que las plantas reproducidas a partir de semillas (24).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La ceiba ha sido más estudiada por su producción de lana que por su producción de madera y la mayoría de la información procede de las plantaciones productoras de lana. El plantado de las plántulas en hileras con una separación de 8 a 10 m ha resultado en un crecimiento en altura de 5 m en 5 años (19). En otro estudio en donde el plantado tuvo lugar en hileras con una separación de 5.5 m el crecimiento en altura fue de 1.2 m en 6 meses (26). Después de 37 meses en nueve pruebas en Costa Rica, la supervivencia fue del 82 al 94 por ciento, el crecimiento en el d.a.p. fue de 3.2 cm por año y el incremento en la altura de 1.6 m por año (13). En los lugares en donde la luz fue abundante se reportaron unos incrementos de 2 m o más por año en la altura de los brinzales (30).

Comportamiento Radical.—Las raíces tienden a rajar las calles y los edificios (35). Los árboles más viejos en Puerto Rico son notorios por sus grandes contrafuertes y grandes raíces superficiales.

Reacción a la Competencia.—Siendo una especie con una alta demanda de luz (2, 23), la ceiba no resiste la sombra inicial. En Puerto Rico, los fracasos en varias plantaciones han sido atribuidos a la competencia con la vegetación herbácea.³

Agentes Dañinos.—Se han reportado a varios insectos atacando diferentes partes del árbol. Por ejemplo, *Pericallia ricini* Fabr. (31), *Oiketicus kirbiyi* Guilding, *Bucculatrix* spp., *Eulepidotis modestula* (Herrich-Schaeffer), *Ephyriades arcas* (Drury) y *Diaprepes abbreviatus* (L.) han sido reportados como defoliadores (20); *Dysdercus andreae* (L.) (20) y *D. bimaculatus* (10) alimentándose de las semillas, y *Analeptes trifasciata* Fabr. y *Paranaleptes reticulata* Thoms. (15) como anilladores del árbol. Entre otras plagas se encuentran *Mudaria variabilis* Rpk., *Alcides leeuwenii* Heller y *Nisotra javana* Motschulsky (36). La madera se ve atacada por un hongo de la mancha sin identificar (18, 35) y por *Corticium* sp., *Ramularia* sp. y *Fomes* sp. (36). La ceiba es un huésped alterno del virus que produce la inflamación de los vástagos en el cacao y la mancha del algodón (30). Es también un huésped para unas plantas parasíticas del género *Loranthus* (36).

Las hojas de la ceiba son consumidas ávidamente por el ganado vacuno, las cabras y las ovejas (5, 8), de manera que no se deberá permitir la presencia de animales de pasto en las plantaciones hasta que los árboles hayan crecido hasta

²Comunicación personal con Frank H. Wadsworth, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

³Información tomada de memorandums en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR, escritos por Frank H. Wadsworth y José Marrero.

una altura suficiente como para evitar esta defoliación potencial (26). Los árboles de ceiba no son resistentes a los incendios (8, 28).

USOS

La madera de la ceiba varía en su color, desde blanco (8) hasta un pardo claro, pero su color se puede ver oscurecido por los hongos que manchan la savia (18, 35). La madera es muy liviana, con un peso específico de 0.25 g por cm³ (7). La tasa del secado al aire y la cantidad de degradación son moderadas. La madera se trabaja a máquina con facilidad, pero no satisfactoriamente. Las características del trabajo a máquina son como sigue: un cepillado, lijado y resistencia a rajarse con tornillos excelentes, pero el modelado y el taladrado son pobres; el torneado es muy pobre y el escoplado es moderado (18, 7). Los troncos y los maderos son muy susceptibles al ataque por los insectos y los hongos, pero el tratamiento con preservativos es fácil, existiendo una buena absorción y penetración con el uso ya sea de sistemas de presión y al vacío o de métodos con tanques abiertos. La madera es fácil de pelar para la manufactura de chapas. Las propiedades mecánicas a un contenido de humedad del 12 por ciento incluyen: una resistencia al doblado de 31 MPa, un módulo de elasticidad de 3,723 MPa y una resistencia máxima a la compresión de 16 Mpa (7).

Los usos reportados para la madera de ceiba incluyen el triplex, material de empaque, capas interiores de laminados, la construcción liviana, los productos de pulpa y papel, canoas y balsas, implementos agrícolas, muebles, fósforos y leña (4, 7, 8, 18, 34). En un estudio de las características de la fibra de la madera de 13 especies diferentes, la ceiba ocupó el primer lugar para la producción de papel de acuerdo a la longitud de la fibra, su flexibilidad, su poco grosor y la relación de Runkel (29). Se han obtenido unos rendimientos de pulpa del 33 al 37 por ciento con un 95 por ciento de alfa celulosa (1). Los contrafuertes han sido también usados para mesas, puertas, platos y bandejas (8).

La lana, usualmente llamada kapok, la cual se obtiene de las fibras del fruto de la ceiba, es el producto más importante derivado de este árbol. Las fibras representan el 21.1 por ciento del peso en seco del fruto (16) y se usan en almohadas, colchones, cinturones salvavidas (de 200 a 300 gramos son suficientes para mantener a flote a una persona) y textiles (8, 18, 19, 35). Las técnicas para el cultivo y procesamiento de la lana de la ceiba han sido descritas (26, 36). La primera cosecha de kapok ocurre durante el tercer año (25, 36) y la producción alcanza un máximo (hasta 600 vainas o aproximadamente 2.7 kg por árbol) en el noveno o décimo año (25, 26, 36). Los árboles continúan produciendo lana hasta una edad de 50 años o más (19).

La ceiba es uno de los árboles sagrados en el Africa Occidental y en las culturas Maya y Taina (8, 12, 22). Se le usa como un árbol ornamental y como un árbol de sombra (17, 22, 27). La corteza rinde una fibra de color rojo usada para cuerdas y papel en la India y la corteza se usa también como una medicina para las heridas y las enfermedades intestinales (22); las hojas tienen unas propiedades emolientes y una decocción de las flores se usa para la constipación (8). El néctar de las flores de la ceiba sirve como una fuente de miel (17, 28). El aceite obtenido de las semillas (que constituye entre el 22 y el 25 por ciento del peso de las

semillas) ha sido usado como un lubricante, para lámparas, propósitos culinarios y la manufactura de jabones y pinturas (8).

La ceiba se usa como forraje para el ganado vacuno, las cabras y las ovejas (5, 8) y sus flores y semillas son también ingeridas por el ganado (5, 22). Sus hojas contienen un 24 por ciento de proteína cuando tiernas y un 14 por ciento cuando maduras (N x 6.25) (21). En Indonesia se le considera como "la especie agroforestal más prometedoras cuando existe una escasez de forraje" (11).

GENETICA

Existen aproximadamente 10 especies en este género y todas son endémicas a la América del Sur. Entre los sinónimos botánicos se encuentran *Bombax pentandrum* L., *Eriodendron anfructuosum* DC., *B. guineense* Thonn., *E. guineense* (Thonn.) G. Don., *C. thoningii* A. Chev. y *C. guineense* (Thonn.) A. Chev. (35).

El número diploide de cromosomas de la ceiba ha sido reportado como de 72 y 80 para las variedades africanas y del sureste de Asia y de 88 para las variedades de *C. indica*, *C. pentandra* v. *caribaea* y *C. occidentale* (9). Las provisiones genéticas del sureste de Asia han sido reportadas como muy uniformes, la mayoría de los caracteres siendo recesivos, mientras que las provisiones americanas y africanas son más variables, siendo la mayoría de los caracteres dominantes (33). En el Africa Occidental tropical los árboles crecen con o sin espinas, produciendo tanto frutas deshiscentes como no dehiscentes, y con unos tallos de tamaños y formas variados y con un patrón de ramificación diferente. Sin embargo, estos rasgos podrían ser una respuesta a las condiciones locales de crecimiento y no hereditarias (8).

LITERATURA CITADA

1. Agra, I.B.; Warnijati, S.; Hanafi, H. 1970. Nitric acid pulping of kapok (*Ceiba pentandra*) wood [Resumen]. Research Journal. Dir. Gen. Higher Education. [Indonesia]. 3: 1-9. En: Forestry Abstracts. 36: 5964.
2. Augspurger, C.K. 1984. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. Journal of Ecology. 72: 777-795.
3. Beard, J.S. 1946. The natural vegetation of Trinidad. Oxford, UK. Oxford University Press. 152 p.
4. Chacón, J.F. 1964. Las características de algunas especies forestales con miras a su utilización en la industria fosforera. Turrialba. 14(1): 38-39.
5. Chandrasekhara, S.N.; Venkatarama, T. 1942. Some common fodder-yielding trees in the Madras presidency-I. Indian Forester. 68: 435-446.
6. Chipp, M.C. 1927. The Gold Coast forest: a study in synecology. Oxford Forestry Memoirs, No. 7. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]. [s.p.].
7. Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 464 p.
8. Dalziel, J.M. 1937. The useful plants of west tropical Africa. London, UK: Crown Agents for Overseas Governments. 612 p.

9. Darlington, C.D.; Wiley, A.P. 1956. Chromosome atlas of flowering plants. New York: NY: The Macmillan Co. 519 p.
10. Derr, J.A. 1980. Coevolution of the life history of a tropical seed-feeding insect and its food plants. *Ecology*. 61(4): 881-891.
11. Fandeli, C. 1980. Agroforestry, a multipurpose technology for farm forests [Resumen]. En: Experiences with agroforestry on Java, Indonesia. Forest Faculty. Yogyakarta, Indonesia: Gadjah Mada University. 207 p. En: *Forestry Abstracts*. 42: 5007.
12. García Goyco, O. 1984. Influencias Mayas y Aztecas en los tainos de las antillas mayores. San Juan, Puerto Rico: Ediciones Xibalbay. 130 p.
13. Gonzalez Meza, R. 1983. Resumen dasométrico de las parcelas experimentales. Informe Técnico 11. [Lugar de su publicación desconocido]: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General Forestal. 29 p.
14. Holdridge, L.R.; Grenke, W.C.; Hatheway, W.H.; [y otros]. 1971. Forest environments in tropical life zones: a pilot study. New York: NY: Pergamon Press. 747 p.
15. Jones, T. 1961. A note on *Analeptes trifasciata* Fabr. and *Paranaleptes reticulata* Thoms. (Coleop. Lamiinae), two tree girdling beetles of the tropical Africa. *Journal of East African Agriculture and Forestry*. 27(1): 36-39.
16. Kamaluddin, M.; Banik, R.L. 1985. A study on some phenological characters of silk-cotton tree. *Bano Biggyan Patrika*. 14(1/2): 49-51.
17. Liogier, A.H. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana. 220 p.
18. Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 548 p.
19. Martínez, M. 1936. Plantas útiles de México. Ciudad de México, México: Ediciones Botas. 415 p.
20. Martorell, L.F. 1976. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR.: Agricultural Experimental Station, Department of Entomology, University of Puerto Rico. 303 p.
21. Milton, K.; Dintzis, F.R. 1981. Nitrogen to protein conversion factors for tropical plant samples. *Biotropica*. 13(3): 177-181.
22. Neal, M.C. 1965. In gardens of Hawaii. *Publicación Especial* 50. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum. 805 p.
23. Okali, D.U.U. 1971. Rates of dry matter production in some tropical forest-tree seedlings. *Annals of Botany*. 35: 87-97.
24. Pacumbaba, P.O. 1939-40. Comparative studies on the planting of budded and seedling kapok. *The Phillipine Agriculturalist*. 28: 816-828.
25. Record, S.J.; Hess, R.W. 1943. *Timbers of the new world*. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
26. Sankaram, A. 1948. A note on the cultivation of kapok. *Indian Forester*. 74: 383-385.
27. Schubert, T.H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. S0-27. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 90 p.
28. Serville, R. 1948. Le kapokier en A.O.F. [Resumen]. *Rev. int. Prod. colon.* 23(229): 171-174. En: *Forestry Abstracts*. 10:2189.
29. Subramanyam, S.V. 1987. Assessment of utility of some pulp wood species of Kerala State based on fibre quality. *Indian Forester*. 113: 427-433.
30. Taylor, C.J. 1960. *Synecology and silviculture in Ghana*. Edinburg: Thomas Nelson and Sons Ltd. 418 p.
31. Thakur, M.L.; Pillai, S.R.M. 1984. A new defoliator of *Ceiba pentandra* from Tamil Nadu, India. *Indian Forester*. 110(6): 558-560.
32. Toledo, V.M. 1977. Pollination of some rain forest plants by non-hovering birds in Veracruz, Mexico. *Biotropica*. 9(4): 262-267.
33. Toxopeus, H.J. 1948. On the origin of the kapok tree, *Ceiba pentandra*. *Medelingen van het algemeen Proefstation voor de Landbow, Buitenzorg*. 56/59: 3-19 p.
34. Von Carlowitz, P.G. 1986. Multipurpose tree and shrub seed directory. Nairobi, Kenya: International Council for Research in Agroforestry. 265 p.
35. Voorhoeve, A.G. 1965. *Liberian high forest trees*. Wageningen, Neth.: Center for Agricultural Publications and Documentation. 416 p.
36. Zand, S.J. 1941. Kapok: a survey of its history, cultivation and uses. Forest Hills, NY: [Editor desconocido]. 119 p.

Previamente publicado en inglés: Chinea-Rivera, Jesús Danilo. 1990. *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. Ceiba, kapok, silk cotton tree. SO-ITF-SM-29. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.

Citharexylum fruticosum L.

Péndula, fiddlewood

Verbenaceae

Familia de las verbenas

John K. Francis

Citharexylum fruticosum L., conocido comúnmente como péndula, péndola, palo de guitarra, café-marrón en español y como fiddlewood y old woman's bitter en inglés (17), es un árbol de tamaño de pequeño a mediano en bosques y cercas vivientes en las Indias Occidentales (fig. 1). Además de proveer sombra para el ganado y alimento para los animales silvestres, la madera de este árbol es útil para postes de cerca y otro tipo de construcciones toscas en las cuales se necesite de resistencia a las termitas y a la descomposición.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural de la péndula se extiende desde el sur de la Florida y las Bahamas a través de las Antillas Mayores y Menores hasta Venezuela y las Guayanas en la costa norte de la América del Sur, extendiéndose desde la latitud 27° N. hasta la 5° N. (fig. 2) (2, 8, 9, 15, 22). No existe evidencia en la literatura de introducciones o naturalizaciones exitosas fuera de su área de distribución natural.

Clima

La péndula soporta grandes fluctuaciones de temperatura en el extremo norte de su distribución. En el sur de la Florida, la temperatura promedio para el mes de julio es de alrededor de 27.5 °C; las temperaturas en enero promedian 16 °C, con heladas ligeras ocurriendo ocasionalmente (18). En el otro extremo, la temperatura anual promedio en el hábitat del norte de la América del Sur es de 27.5 °C, con muy poca

variación en la temperatura a través del año (5). La precipitación anual promedio varía entre 1000 y 2000 mm (5, 18). La precipitación en algunas partes de su distribución se encuentra distribuida de manera más o menos uniforme; en otras partes existe una corta temporada seca de 2 a 3 meses.

Suelos y Topografía

La péndula prospera en la mayoría de los suelos de tierras bien drenadas. Los Entisoles, Inceptisoles, Alfisoles, Ultisoles y Oxisoles se encuentran todos representados. Los suelos en donde el pH oscila entre 5.0 y 8.0 y en donde las texturas van de arenas a arcillas son adecuados. Los suelos esqueléticos (muy llenos de grava) y los superficiales sobre piedra caliza porosa constituyen hábitats de importancia. La especie crece ocasionalmente en sitios con un drenaje un tanto pobre. La péndula es común en áreas costeras, islas de tamaño pequeño, cerros de piedra caliza, montañas secas y al pie de cerros húmedos. La péndula puede crecer desde el nivel del mar hasta una elevación de 900 m (14).

Cobertura Forestal Asociada

En Puerto Rico, la péndula es más conspicua a lo largo de las cercas vivientes de siembras y pastizales. Sus asociados incluyen por lo común a *Ficus citrifolia* Mill., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Spondias mombin* L. y *Mangifera indica* L. En la Florida, la péndula es una especie pionera en pinares recién quemados y forma parte de las comunidades clímax en terrenos arenosos elevados en áreas libres de incendios (19). En Cuba, la especie crece en bosques secos y semi-caducifolios (2). En los cerros de piedra caliza (bosque



Figura 1.—Un árbol de péndula, *Citharexylum fruticosum*, creciendo en Puerto Rico.



Figura 2.—El área de distribución aproximada de la péndula, *Citharexylum fruticosum*, en el Neotrópico.

subtropical húmedo) de Puerto Rico, las pendientes sostuvieron los siguientes socios de la péndula (listados en orden descendiente con respecto a su área basal total): *Tetrazygia elaeagnoides* (Sw.) DC., *Sabina florida* (Vahl) DC., *Ardisia obovata* Desv., *Margaritaria nobilis* L.F., *Thouinia striata* Radlk., *Coccoloba diversifolia* Jacq., *Guettarda scabra* (L.) Vent. y *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K. (21). Las cimas en el mismo bosque tuvieron los siguientes socios importantes: *C. diversifolia*, *Ardisia obovata*, *Sideroxylon salicifolia* (L.) Lam., *Terebraria resinosa* (Vahl) Sprague, *Eugenia rhombea* (Berg) Krug & Urban y *Bursera simaruba* L. Sarg. En otro sitio con material de origen ígneo en el bosque subtropical húmedo de Puerto Rico, los siguientes árboles socios fueron observados: *Inga fagifolia* (L.) Willd., *Ocotea leucoxylon* (Sw.) Mez, *O. coriacea* (Sw.) Britt., *Byrsonima spicata* (Cav.) H.B.K., *Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze y *Casearia arborea* (L.C. Rich.) Urban (21).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las pequeñas flores, fragantes y de color blanco, aparecen en espigas axilares o terminales (3, 7, 22). Se ha reportado o dado a entender que las flores de la péndula son perfectas (partes femeninas y masculinas funcionales en la misma flor) (3, 22). Sin embargo, en la Florida la planta es dioica (flores femeninas y masculinas en plantas diferentes), con flores femeninas y masculinas de aspecto casi idéntico; los árboles masculinos se pueden identificar después de la florescencia por sus espigas vacías que no producen fruta alguna (19). Se han también observado espigas vacías en parte de los árboles en Puerto Rico (observación personal del autor). En la mayoría de su área de distribución, la péndula florece y produce fruto a través del año entero (10). Este no es el caso en la Florida (19), en donde la mayoría de los árboles que florecen lo hacen en la primavera (de marzo a mayo) y la fruta se madura al final del verano o en el otoño. Las flores y las frutas ocurren por primera vez antes de los 10 años de edad en el caso de árboles creciendo a campo abierto. Las frutas son redondas, de marrón-rojizas a negras, de 6 a 10 mm de diámetro y de sabor dulce (7, 10). Una muestra de fruta fresca en Puerto Rico promedió 0.28 g por fruta. Cada fruta contiene dos nuececillas de dos semillas cada una (3).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Una muestra de semillas de péndula secadas al aire, procedentes de Puerto Rico, rindió $20,600 \pm 20$ semillas por kilogramo (observación personal del autor). La producción de semillas por parte de un árbol creciendo a campo abierto puede ser muy alta, pero fluctúa año con año. Las semillas se pueden recolectar con facilidad mediante el corte de las ramas, para luego arrancar de ellas las frutas maduras. Las frutas deben de ser molidas y lavadas para remover la pulpa azucarada. Después del secado, las semillas se pueden separar del desperdicio. Las aves aparentemente dispersan las semillas, como lo muestra la abundancia de plántulas que aparecen bajo rodales usados como perchas para dormir.¹

¹Comunicación personal con John Parrotta, Centro para Estudios Energéticos y Ambientales, Río Piedras, PR.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de la péndula es epigea. Las semillas sin escarificar sembradas en un medio para la siembra húmedo comenzaron a germinar en un período de 13 días. Las plántulas se transplantaron a bolsas de vivero cuando alcanzaron cerca de 5 cm de alto (1 mes después de la germinación) y se movieron a un lugar con un 25 por ciento de sombra. Cuatro meses después de la siembra las plántulas tuvieron 42 ± 1 cm de alto y se encontraron listas para el transplante al campo (observación personal del autor). Las plántulas cultivadas en otra prueba en Puerto Rico² crecieron mejor bajo el sol pleno que bajo sombra. A los cuatro meses después de la siembra, las plántulas bajo sol promediaron 73 cm de alto, mientras que las plántulas bajo sombra promediaron 38 cm. El crecimiento es continuo. Las plántulas son un tanto resistentes a la desecación. La supervivencia de plántulas con las raíces desnudas en siembras experimentales en Puerto Rico se reportó como alta, pero el crecimiento fue lento en los sitios pobres que fueron usados.³ Estas plántulas, medidas a los 7 u 8 años de edad, promediaron sólo de 1 a 8 m de alto, dependiendo de la calidad del sitio.

Reproducción Vegetativa.—Los árboles jóvenes rebrotan con vigor al ser cortados, pero los árboles de mayor edad rebrotan con debilidad. Se desconoce si las estacas se pueden arraigar.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La péndula no se ha cultivado hasta la madurez en plantaciones. La péndula, en su mayoría como codominante y constituyendo alrededor del 1 por ciento del área basal en un sitio en el bosque subtropical húmedo (en un suelo de arcilla superficial sobre piedra caliza porosa en una ladera) en Puerto Rico, creció 0.15 cm por año en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) en un período de 6 años (21). En otro bosque en la misma zona de vida pero con una precipitación un tanto mayor y un suelo de arcilla más profundo sobre roca ígnea, la péndula constituyó el 0.5 por ciento del área basal y creció 0.12 cm por año en d.a.p. La información anterior y las observaciones de campo indican que las tasas de crecimiento para los árboles creciendo a campo abierto son moderadas, y el crecimiento en rodales cerrados es lento.

Los árboles individuales en la República Dominicana se reportan alcanzando una altura de 9 m y un d.a.p. de 38 cm (1). La péndula de mayor tamaño en Puerto Rico conocida por el autor es un árbol a la orilla de la carretera de 22 metros de alto y 86 cm en d.a.p.

Comportamiento Radical.—Las plántulas de péndula extienden una raíz pivotante fibrosa con rapidez durante las primeras semanas de crecimiento. Subsecuentemente, el sistema radical lateral se desarrolla gradualmente. Eventualmente se forma un contrafuerte de tamaño pequeño. Las raíces no ocasionan daño a las aceras o a los cimientos.

Reacción a la Competencia.—La péndula es intolerante a la sombra. Las plántulas requieren por lo general de sol pleno o casi pleno para el crecimiento. Sin

²Información archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

³Memorandum (1953) en los archivos del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

embargo, los arbolitos de péndula han sido observados en rodales de *Albizia lebbek* (L.) Benth., la cual permite que una gran cantidad de sol alcance el estrato inferior. En los bosques secos y húmedos, la especie asume una temprana posición dominante o codominante y la mantiene por una o dos décadas. A excepción de en cimas de cerros muy rocosas, en donde tiene una ventaja competitiva, la péndula se ve cubierta por otras especies que crecen a una altura mayor. En estos casos, la péndula sobrevive por lo usual en una posición de dosel intermedia por otros 10 a 20 años. En la Florida, la péndula es capaz de sobrevivir como un miembro de la comunidad clímax en protuberancias arenosas de poca altura en llanos pantanosos en áreas libres de incendios (11, 19). Se midieron unas áreas basales de 12 a 15 m² por ha en tres sitios sosteniendo un componente de péndula en Puerto Rico (21).

No hay reglas disponibles a seguir con respecto al espaciamiento y manejo. Debido a su crecimiento lento, es poco probable que la péndula sea plantada con fines madereros; sin embargo, las plantaciones para leña, postes, alimento para la vida silvestre y la reforestación de tierras degradadas son una posibilidad. Las plantaciones puras para tallos de diámetro pequeño o para la reforestación deberán ocurrir a un espaciamiento de entre 2 por 2 m y 3 por 3 m. Alternativamente, la péndula podría ser plantada con escaso espaciamiento entre árboles madereros con un espaciamiento amplio. La péndula plantada para proveer de alimento a los animales silvestres deberá ser plantada en cercas vivientes o en claros a un espaciamiento amplio. En los bosques naturales, los árboles de péndula con una buena forma deben ser mantenidos como árboles cosechables siempre que no interfieran con árboles más valiosos de otras especies. Deberá de proveerse de un amplio espacio libre para la copa con el objeto de evitar una tasa de crecimiento muy lenta. Se requieren de más de 50 años para producir un árbol de tamaño mínimo aserrable.

Agentes Dañinos.—Se han reportado insectos de los órdenes Homoptera, Isoptera y Lepidoptera alimentándose de la péndula en Puerto Rico (12). La única plaga importante probablemente es *Pyrausta certata* (F.) del orden Lepidoptera, la cual causa una defoliación limitada ocasionalmente en las elevaciones medianas de la isla. El ataque por la termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren), es extremadamente raro. En una prueba de postes de cerca sin tratar en Puerto Rico, de un total de 32 especies la péndula fue una de las 5 libres de daño por las termitas (20). Sin embargo, la madera de la péndula es susceptible al ataque por la termita de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker) (23). La madera, como postes y tablas, tiene a nivel local la reputación de ser resistente a la descomposición cuando en condiciones expuestas o en contacto con el suelo. Los árboles viejos, sin embargo, pueden ser atacados por los hongos que ocasionan la pudrición del duramen. El muérdago es común en las copas de la péndula en Puerto Rico.

USOS

La péndula ha sido plantada extensamente como una ornamental (7). Mientras que su tamaño compacto, sus flores fragantes y su resistencia son todas características positivas, su apariencia tosca e irregular menoscaban considerablemente su valor para este propósito (22). Los

árboles de péndula sirven con frecuencia como postes vivientes alrededor de pastizales y siembras. La especie es probablemente importante como una fuente de alimento para las aves. Las frutas son también comestibles (7), aunque son rara vez consumidas por los seres humanos. El árbol es una buena fuente de néctar (10).

Existe cierta confusión en cuanto al color de la madera de la péndula. Se reporta que la albura es de color amarillo, gris o blanco; delgada o gruesa (4, 16, 17); con una transición gradual al duramen rojo o marrón claro (6, 16). La madera de tres árboles de buen tamaño cortados en Puerto Rico fue de color marfil a moreno claro, sin ninguna diferenciación obvia entre la albura y el duramen (observación personal del autor). La madera de la péndula es de una fibra estrecha, dura y fuerte, con un peso específico de 0.65 a 0.95 g por cm³ (4, 16, 17). Un árbol de 19 cm en d.a.p. cortado de un rodal en Puerto Rico tuvo un 49 por ciento de su peso en seco como madera de fuste y un contenido de humedad del 56 por ciento (agua en el fuste/peso del fuste seco).⁴ La madera alcanza un acabado fino con el lijado (17) y se usa localmente para muebles, molduras, partes para guitarras, construcción rural tosca, postes y carbón (4, 7, 10).

GENETICA

El género *Citharexylum* contiene alrededor de 130 especies, variedades e híbridos naturales (13). Además del típico *C. fruticosum*, se reconocen una forma y tres variedades (14). El nombre en inglés, “fiddlewood”, que significa “madera de violín” (de allí *Citharexylum*) es una corrupción del nombre francés “bois fidèle” (madera confiable) (3, 16).

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Bisse, Johannes. 1988. Árboles de Cuba. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 384 p.
3. Britton, Nathaniel; Millspaugh, Charles F. 1920. The Bahama flora. New York: Nathaniel Lord Britton and Charles F. Millspaugh. 695 p.
4. Cook, O.F.; Collins, G.N. 1903. Economic plants of Puerto Rico. Contributions from the United States National Herbarium. Washington, DC: Smithsonian Institution. 269 p. Vol. 8, Pt. 2.
5. Hoffmann, A.J. 1975. Climatic atlas of South America. Budapest, Hungary: Unesco Cartographia. [s.p.].
6. Lamb, George N. 1956. Foreign woods: fiddlewood, *Citharexylum fruticosum*, Verbenaceae (Verbena) family. Wood and Wood Products. 61(17): 12.
7. Liogier, Alain H. 1978. Árboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 221 p.
8. Liogier, Henri A.; Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
9. Little, Elbert L., Jr. 1978. Atlas of United States trees. Vol. 5: Florida. Misc. Pub. 1361. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 22 p., 268 mapas.

⁴Comunicación personal con Peter Weaver, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

10. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
11. Long, Robert W.; Lakela, Olga. 1971. A flora of tropical Florida. Coral Gables, FL: University of Miami Press. 962 p.
12. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
13. Moldenke, Harold N. 1958. Materials toward a monograph of the genus *Citharexylum*. I. Phytologia. 6(4): 242-256.
14. Moldenke, Harold N. 1966. Additional notes on the genus *Citharexylum*. II. Phytologia. 13(4): 227-304.
15. Pulle, A. 1938. Flora of Suriname. Amsterdam, Netherlands: Kon. Ver. Koloniaal Institute of Amsterdam. 256 p. Vol. 4, Pt. 2.
16. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the world. New Haven, CN: Yale University Press. 640 p.
17. Shiffino, José. 1945. Riqueza forestal dominicana. Trujillo: República Dominicana: Editorial Montalvo. 291 p. Vol. 1.
18. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: Unesco Cartographia. [s.p.].
19. Tomlinson, P.B.; Faweett, Pricilla. 1972. Dioecism in *Citharexylum* (Verbenaceae). Journal of the Arnold Arboretum. 53: 286-389.
20. Tropical Forest Experiment Station. 1950. Five post species resist termites two years. Caribbean Forester. 11(2): 79-80.
21. Weaver, Peter L. 1987. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
22. West, Erdman; Arnold, Lillian E. 1952. The native trees of Florida. Gainesville, FL: University of Florida Press. 212 p.
23. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian drywood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1990. *Citharexylum fruticosum* L. Pendula, fiddlewood. SO-ITF-SM-34. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.

***Clusia rosea* Jacq. Cupey**

Clusiaceae Familia del cupey

John K. Francis

Clusia rosea Jacq., conocido comúnmente como cupey (en español), pitch-apple (en inglés) y figu mawon¹ (en criollo) (9, 17), es un árbol de tamaño mediano con unas hojas gruesas y de color verde oscuro y numerosas raíces aéreas y puntales (fig. 1). El cupey, una especie caribeña, desarrolla un comportamiento de enredadera en los acantilados y un comportamiento como el del baniano (la higuera de la India) en las áreas abiertas (fig. 2). Los árboles que tienen un comienzo epífita pueden estrangular o sofocar a sus huéspedes en un período de muchos años. La madera tiene poco uso, pero la especie es importante como ornamento y como una fuente de alimento para los animales silvestres. Provee también una cobertura forestal en los acantilados y en las salientes rocosas.



Figura 1.—El tronco y las raíces aéreas de un árbol de cupey, *Clusia rosea*, creciendo en un bosque húmedo en Puerto Rico.

¹Jenkins, Michael B. 1988. The useful trees of Haiti: a selected review. 238 p. Manuscrito inédito archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del cupey (fig. 3) incluye a los Cayos de la Florida, las islas de Andros, New Providence, Inagua y Caicos del Este en las Bahamas, las Antillas Mayores, St. Thomas, St. John y Tortola en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos, Anguilla y St. Martin en las Antillas Menores (4, 9, 10, 11). El cupey fue observado en el pasado en St. Croix, pero no se le ha reportado allí recientemente (11). Han habido reportes del cupey creciendo en la América Central y del Sur. Sin embargo, una examinación de especímenes de herbarios de la América Central y del Sur y Trinidad mostraron que estos eran en realidad otras especies del género *Clusia* (9).

Clima

El clima marítimo del Caribe, en donde se encuentra el cupey, es cálido y húmedo. En Puerto Rico, el cupey crece en los bosques que reciben desde alrededor de 750 mm hasta 3000 mm de precipitación anual promedio. En Haití se reporta a la especie creciendo en áreas que reciben de 600 a 1250 mm de precipitación anual.¹ En las áreas con una precipitación más baja, el cupey tiende a crecer cerca de los arroyos, los arroyos intermitentes y las entradas húmedas entre montañas. Ocurre una temporada seca de 2 a 3 meses de duración en la mayoría de su distribución natural. Las temperaturas anuales promedio cerca del nivel del mar varían entre alrededor de 24.5 °C en los Cayos de la Florida hasta alrededor de 27.0 °C en St. Martin (19). No ocurren heladas en su área de distribución natural.

Suelos y Topografía

El cupey no parece ser sensible a las variaciones en las



Figura 2.—Un árbol de cupey, *Clusia rosea*, creciendo a campo abierto y mostrando su comportamiento tipo baniano.

propiedades del suelo. Los árboles de cupey se pueden encontrar creciendo en los Inceptisoles cerca del mar que tienen unos pH de 8.0 y en los Ultisoles y los Oxisoles que pueden tener un pH de menos de 5.0 (observación personal del autor). Las texturas del suelo pueden también variar entre arenas hasta arcillas. El árbol se puede ver con mayor frecuencia en los suelos rocosos y poco profundos en las áreas húmedas.¹ El cupey es resistente al rocío salino ligero (11). Los árboles observados por el autor con los tallos mejor desarrollados crecieron en la parte media de las pendientes de los cerros húmedos de piedra caliza. El cupey crece en todas las pendientes, desde el aspecto vertical de los acantilados hasta los llanos costeros. La elevación varía entre el nivel del mar hasta una altura de 1,200 m en Haití.¹

Cobertura Forestal Asociada

Se encontró al cupey creciendo en una altiplanicie seca de piedra caliza en Cuba en asociación con *Dendrocereus nudiflorus* (Engelm.) Britt. & Rose, *Guaiacum sanctum* L., *Lysiloma latisiliqua* A. Gray ex Sauv. y *Phyllostylon brasiliensis* Capanema (14). En las paredes de los acantilados en los cerros de piedra caliza húmedos, el cupey compite con *Ficus citrifolia* Mill., *F. crassinervia* Desf. y *F. stahlii* Warb. (5). Un bosque pantanoso costero en Puerto Rico que mostró cierta evidencia de haber sufrido cortas en el pasado se vio dominado por el cupey (el 81 por ciento del área basal) y contuvo también un área basal significativa de *Syzygium jambos* (L.) Alst. y *Ocotea leucoxylo* (Sw.) Mez (7).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La florescencia ocurre solamente en los árboles de cupey dominantes o codominantes. A pesar de que la producción de flores y frutos está sincronizada en los árboles individuales, los árboles esparcidos y por sí solos se pueden encontrar floreciendo a cualquier momento durante el año (11). Los pétalos de las flores, grandes y vistosos, son

blancos con matices rosados. Las frutas, que tienen una reputación de ser venenosas para los seres humanos (16), son consumidas por los murciélagos (11). Una muestra de 58 frutas recolectada en Puerto Rico tuvo un peso promedio de 71 g por fruta.² La cubierta exterior de la fruta se raja desde la punta hasta la mitad, en dirección del pedúnculo, a lo largo de 8 a 10 líneas y se abre como una flor para poner al descubierto el área central, con entre 7 y 9 surcos llenos de semillas. Cada surco puede contener hasta 12 semillas de color amarillo, cubiertas de una pulpa (arila) de color rojo naranja.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Los árboles de cupey con fruta producen semillas en grandes cantidades. Una recolección de semillas en Puerto Rico promedió 84,000 semillas por kilogramo (observación personal del autor). Las semillas se ven dispersadas por la fuerza de la gravedad y las aves (observación personal del autor).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea y puede tener lugar dentro o sobre la fruta caída, pero es mucho más exitosa si las semillas se ven dispersadas a otros substratos. Las semillas colocadas en una turba húmeda tuvieron una germinación del 85 por ciento, mientras que solamente el 2 por ciento de las semillas colocadas sobre fruta de cupey en proceso de pudrición germinó (observación personal del autor).

Un grupo de 14 plántulas promedió 26 cm de altura después de 1 año y 43 cm después de 15 meses a partir de la fecha de la siembra (observación personal del autor). Las plántulas de cupey se pueden cultivar bajo sol pleno o una sombra ligera y se pueden transplantar al exterior a cualquier etapa de crecimiento. La sequía ocasional en los semilleros del vivero o en los contenedores no es dañina. Las plántulas, los brinzales e incluso los árboles pequeños pueden ser transplantados con una mortalidad mínima (2). Debido a que las plántulas de cupey crecen de manera lenta, una de las consideraciones principales en las nuevas plantaciones deberá ser el control de las malas hierbas. Mientras que los planteles de ornamento son comunes, no se sabe de plantaciones forestales. Las plántulas naturales del cupey se pueden establecer en por lo menos tres tipos de substrato: en el suelo sobre la superficie del bosque, como una epífita en las copas de otros árboles y en las rocas y las paredes de los acantilados. Debido a su tasa moderada de crecimiento, la falta de mercados comerciales para la madera del cupey y la frecuencia de las plántulas de cupey silvestres, es probablemente adecuado el confiar en la reproducción natural para la regeneración de la especie.

Reproducción Vegetativa.—Debido a que las ramas producen raíces aéreas que se convierten en tallos si se les permite crecer por suficiente tiempo, los árboles de cupey pueden formar rodales clonales de la misma manera que muchos higos tropicales (*Ficus* spp.). La competencia con los árboles contiguos previene por lo usual esta condición en los bosques naturales, pero ha sido observada en los árboles creciendo en terreno abierto. Un árbol de cupey de 40 años de edad en el terreno del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR, cubre aproximadamente 0.06 ha y

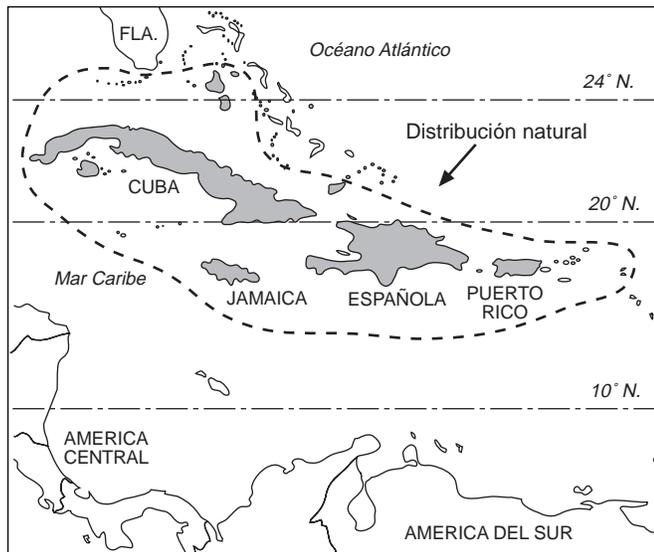


Figura 3.—La distribución natural del cupey, *Clusia rosea*, en el Caribe, indicada por el área sombreada.

²Wadsworth, Frank H. 1945. Report on preliminary seed weighing of cupey. Final report 646, archivado en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

tiene 155 tallos de más de 2 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) (observación personal del autor).

El cupey joven rebrota al ser cortado. Las raíces aéreas y puntales brotan ocasionalmente con hojas al ser cortadas, permaneciendo de esta manera como plantas clonales. Los acodos formados por las ramas que tocan el suelo son comunes. El 26 por ciento de las estacas de ramas sin tratar y presentando una hoja y colocadas en tiestos se arraigaron en un período de alrededor de 6 meses; los segmentos de raíces aéreas que se sometieron a una prueba similar no se arraigaron (observación personal del autor).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Se sabe muy poco acerca de la tasa de crecimiento del cupey, excepto que parece tener una tasa intermedia para los árboles tropicales (2). El árbol de cupey de ornamento, creciendo a campo abierto en los terrenos del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, produjo muchos tallos, pero el tallo más grande midió solamente 32 cm en d.a.p. Los árboles de cupey en los buenos sitios en los bosques altos tienen ocasionalmente un solo tallo bien formado que alcanza hasta 0.5 m en d.a.p. (observación personal del autor). A juzgar por la edad de los bosques secundarios húmedos en donde se pueden encontrar los árboles de cupey en Puerto Rico, los árboles de este tamaño tomarían alrededor de 60 años en crecer a ese diámetro. El cupey, el cual formó una pequeña parte de un bosque seco de crecimiento lento en St. John, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, aumentó 0.07 cm por año en d.a.p. en un período de 5 años (21).

El metabolismo del cupey es inusual en el sentido que es capaz de ir de la fotosíntesis ordinaria de C³ al metabolismo del ácido Crassuláceo y viceversa, dependiendo de la cantidad de humedad disponible (18). Esta característica aparentemente permite al cupey el crecer de una manera igual a la de otras plantas basadas en C³ bajo las condiciones húmedas y continuar creciendo como otras plantas suculentas durante las sequías.

El cupey tiene la reputación de estrangular a su árbol huésped (11, 14, 17). El proceso definitivamente tiene lugar (la referencia 14 muestra una prueba fotográfica), pero de los miles de árboles de cupey observados por el autor, solamente uno había desarrollado las raíces especializadas para estrangular a su huésped. Es mucho más común que el cupey simplemente sofoque a los árboles en donde crecen a medida que los árboles huéspedes de mayor edad declinan y los árboles jóvenes de cupey aumentan de tamaño. En las áreas rocosas, el método común para su establecimiento es el de enviar raíces aéreas hasta alcanzar el suelo a partir de las rocas o los acantilados en donde las plántulas de cupey han germinado (5). Las plántulas que tienen su inicio en el suelo forestal alcanzan el dosel ocasionalmente, especialmente en los bosques secos, si se ven ayudados por las perturbaciones.

Comportamiento Radical.—Las primeras raíces de las plántulas pierden su geotropismo con rapidez y se vuelven indistinguibles de las raíces laterales iniciales. Los árboles de cupey adultos no se arraigan profundamente (2) y probablemente carecen de raíces pivotantes. No existen los contrafuertes, pero las raíces puntales y las raíces que descienden de las ramas principales son típicas. El tallo y el sistema radical originales se ven suplementados y a veces

suplantados por los sistemas radicales que se desarrollan de las raíces aéreas que se han convertido en tallos (observación personal del autor).

Las plántulas que germinan en las horquillas de los árboles o en las rocas, comienzan a lanzar una raíz aérea hacia el suelo después de producir aproximadamente seis hojas. Debido a que esta distancia es a menudo de 20 m o más, puede tomar varios años para que la raíz alcance el suelo. Estas raíces en forma de cuerdas mantienen un diámetro considerablemente constante de 6 a 8 mm hasta que alcanzan el suelo y comienzan a desarrollarse en tallos. Son de un color anaranjado rojizo cerca de la punta y adquieren gradualmente una superficie similar a la corteza, un color gris pardo y lenticulas sobresalientes (observación personal del autor).

Reacción a la Competencia.—El cupey es moderadamente tolerante a la sombra. Las plántulas y los brinzales sobreviven por muchos años en el sotobosque de los bosques húmedos secundarios. Sin embargo, el crecimiento es tan lento que muy pocos alcanzan el estrato superior. El método más común para el establecimiento en los bosques cerrados es como una epífita. Los árboles de cupey confrontan muy poca competencia en las salientes rocosas desnudas, al igual que en las paredes rocosas. Debido a la frecuencia con que ocurren los acantilados y las salientes rocosas en los cerros húmedos de piedra caliza en Puerto Rico, el cupey es más abundante en esos lugares que en otras áreas de la isla (observación personal del autor).

Cuatro parcelas de muestra en tres rodales forestales húmedos que contuvieron cupey en Puerto Rico promediaron 25 m² por ha, de lo cual el cupey contribuyó 8 m² por ha, incluyendo las raíces aéreas convertidas en tallos. Del promedio total de 2,300 tallos por hectárea, 255 fueron de cupey. Por supuesto, no todos los rodales contuvieron cupey. En un censo de la cobertura forestal en un bosque secundario en una propiedad privada en el centro de Puerto Rico, el cupey constituyó el 0.8 por ciento del área basal, ocupando el lugar número 26 en orden de importancia específica en cuanto al área basal (3). El área basal de los tallos de cupey bajo un árbol de gran tamaño ocupando 0.06 ha fue de 28 m² por ha (observación personal del autor). Las copas del cupey lanzan una sombra tan densa que muy pocas plántulas de árboles sobreviven por mucho tiempo bajo ellos.

Agentes Dañinos.—A pesar de que se han recolectado varias especies de insectos en el cupey, no se observó a ninguna de ellas causando un daño significativo (15). Las termitas de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren), con frecuencia construyen nidos y senderos cubiertos hacia la copa del cupey y se alimentan de las ramas, ramitas y hojas muertas (15; observación personal del autor). La madera es muy susceptible al ataque por los escarabajos de la ambrosía (de una especie sin identificar) (12) y las termitas de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker) (22). La madera no se ve atacada por los hongos que manchan la albura durante el secado (12).

El cupey es susceptible a ser volcado (20) y quebrado por el viento (observación personal del autor) durante los huracanes, aparentemente porque no pierde sus hojas y por lo tanto debe soportar la fuerza plena de los vientos. La mortalidad de los árboles volcados y quebrados con severidad es alta, y la recuperación de los árboles moderadamente dañados es lenta (observación personal del autor). Los huracanes y su baja tasa de crecimiento son probablemente

los factores limitantes que previenen que el cupey domine muchos de los sitios en los bosques húmedos.

La capacidad limitada del cupey para recuperarse del daño sugiere que la corta o el anillado de los árboles sería suficiente para eliminarlos de los rodales forestales durante las operaciones de limpieza. Sin embargo, la corta de las raíces tipo enredadera de los brinzales epifíticos de cupey fracasará en matarlos.

USOS

Debido a su aspecto recto, las raíces aéreas del cupey fueron usadas por las tribus indígenas como varas para lanzas (6). Los primeros colonizadores españoles, aislados de las fuentes externas de cartón y papel, usaron en su vez las hojas del cupey. Hicieron naipes y escribieron mensajes en las hojas verdes del cupey, las imágenes y la escritura permaneciendo después del secado de las hojas (11). Se usaron varias preparaciones a partir del cupey en la medicina popular para el tratamiento de una variedad de condiciones (16). Sin embargo, no existen reportes de pruebas científicas sobre las propiedades farmacológicas del cupey.

La madera del cupey es pesada, dura y fuerte. El duramen tiene una fibra recta, carente de anillos o de otras características sobresalientes; es de color de pardo rojizo a moreno oscuro. La albura es más liviana y se une de manera gradual con el duramen (12). El duramen es pesado y duro, con una densidad (secada al aire) de 0.74 g por cm² (observación personal del autor). Unas muestras de una raíz area convertida en tallo promediaron 0.68 g por cm² (observación personal del autor). La madera del cupey se seca a una tasa moderada, con un degradación moderada debido a la torcedura y la cuartedura de las superficies. El encogimiento es del 2.1 por ciento radial y del 4.7 por ciento tangencial al secarse a un nivel de humedad del 15 por ciento. La madera es moderadamente difícil de aserrar y de trabajar a máquina y acepta los tornillos sin rajarse. Los usos de la madera del cupey se ven por lo general limitados a la leña, el carbón, los postes para cercas y la construcción rural (12). La madera es adecuada para muchos propósitos que requieren de una madera fuerte y pesada, pero la escasez relativa de los maderos aserrables de buena calidad y las dificultades moderadas para el secado y el trabajo a máquina probablemente evitarán el uso comercial de esta especie.

La pulpa anaranjada que rodea a las semillas es un alimento para las aves, mientras que las frutas son ingeridas por los murciélagos (1). El cupey contribuye a la variedad florística de los bosques húmedos y provee de una cobertura forestal, en particular en las salientes rocosas y las paredes de los acantilados. La especie frecuentemente se usa como ornamento, como un arbusto estético y como un árbol en el paraje en los espacios grandes y abiertos. El crecimiento lento, la producción de muy poca hojarasca y la forma y el color poco usuales de sus hojas contribuyen a su atractividad. Las flores son grandes y atractivas, pero se producen solamente después de que la planta ha alcanzado un tamaño de árbol.

GENETICA

El cupey es funcionalmente apomítico; produce solamente flores pistiladas, las cuales no requieren de la polinización

para el desarrollo de las frutas y las semillas (9, 13). La variación genética en el cupey es evidente por las diferencias en la morfología de las hojas y de los tallos. Una variedad variegada, "aureo-variegada", se cultiva como ornamento (8). *Clusia* es un género de más de 150 especies de árboles, arbustos y enredaderas con una distribución a través de las Antillas, la América Central y del Sur (9). El género no ha sido estudiado de manera adecuada; existen probablemente varias especies y variedades por identificar.

LITERATURA CITADA

1. Angleró, José L. 1959. Información sobre árboles ornamentales y de sombra. Río Piedras, PR: Universidad de Puerto Rico, Servicio de Extensión Agrícola. [s.p.].
2. Aristeguieta, Leandro. 1962. Árboles ornamentales de Caracas. Caracas, Venezuela: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela. 218 p.
3. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
4. Britton, Nathaniel Lord; Millspaugh, Charles Frederick. 1920. The Bahama flora. New York: Nathaniel Lord Britton and Charles Fredrick Millspaugh. 695 p.
5. Chinae, Jesús Danilo. 1980. The forest vegetation of the limestone hills of northern Puerto Rico. Ithaca, NY: Cornell University. 70 p. Tesis de M.S.
6. Domínguez Cristóbal, Carlos M. 1989. La situación forestal pre-hispánica de Puerto Rico. Acta Científica. 3(2-3): 63-66.
7. Figueroa, Julio C.; Totti, Luis; Lugo, Ariel E.; Woodbury, Roy O. 1984. Structure and composition of moist coastal forests in Dorado, Puerto Rico. Res. Pap. SO-202. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 11 p.
8. Graf, Alfred Byrd. 1959. Exotica 2. Rutherford, NJ: Roehrs Company. 1146 p.
9. Howard, Richard A. 1989. Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 604 p. Vol. 5.
10. Little, Elbert L., Jr. 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized). Agric. Handb. 541. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 375 p.
11. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
12. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
13. Maguire, B. 1976. Apomixis in the genus *Clusia* (Clusiaceae).—A preliminary report. Taxon. 25(2/3): 241-244.
14. Marie-Victorin, Frere; Leon, Frere. 1942. Itinéraires botaniques dans l'île de Cuba. Contrib. 41. Montreal, Canada: Institut Botanique de l'Université de Montreal. 227 p.
15. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.

16. Roig y Mesa, Juan Tomás. 1945. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Habana, Cuba: Ministerio de Agricultura, Servicio de Publicidad y Divulgación. 872 p.
17. Schiffino, José. 1945. Riqueza forestal dominicana. Trujillo, República Dominicana: Editora Montalvo. 291 p. Vol. 1.
18. Scmitt, A.K.; Lee, H.S.J.; Luttge, U. 1988. The response of the C3-CAM tree, *Clusia rosea*, to light and water stress. 1: Gas exchange characteristics. *Journal of Experimental Botany*. 39(208): 1581-1590.
19. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartographia. 31 mapas.
20. Wadsworth, Frank H.; Englerth, George H. 1959. Effects of the 1956 hurricane on forests of Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 20(3/4): 38-51.
21. Weaver, Peter L. 1990. Tree diameter growth rates in Cinnamon Bay Watershed, St. John, U.S. Virgin Islands. *Caribbean Journal of Science*. 26(1/2): 1-6.
22. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). *Caribbean Forester*. 7(4): 329-334.

Coccoloba uvifera (L.) L. Uva de playa, sea grape

Polygonaceae Familia de los polígonos

John A. Parrotta

Coccoloba uvifera (L.) L., conocida comúnmente como uva de playa o uvero en español, sea grape en inglés y raisin bord-de-mer en francés, es un árbol o arbusto pequeño y con ramificaciones a un nivel bajo que crece hasta los 15 m de altura. Posee unas ramas gruesas y lisas y un tronco robusto que alcanza hasta los 70 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.). La uva de playa, muy común en las dunas costeras y las costas rocosas dentro de su distribución natural en el Caribe, se puede reconocer con facilidad por sus hojas grandes, gruesas y casi circulares y los racimos en forma de uvas comestibles (fig. 1). Su madera es de poco valor en Puerto Rico, excepto para postes y combustible, aunque es adecuada para artesanías, muebles y ebanistería.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La uva de playa es nativa a las costas del sur de la Florida, Bermuda, las Bahamas, las Indias Occidentales, el norte y el este de la América del Sur hasta Brasil, México, la América Central y la costa pacífica de la América del sur hacia el sur hasta Perú (25, 26) (fig. 2). Fue introducido a las Filipinas y Zanzibar durante la década de 1940 y se le ha plantado como un rompevientos costero en Hawaii (25).

Clima

La distribución natural de la uva de playa incluye las zonas de vida forestales tropical muy seca, seca y subtropical húmeda (*sensu* Holdridge, 11). Dentro de esta distribución, la precipitación anual promedio varía entre aproximadamente 500 y 1600 mm sin una estación seca o



Figura 1.—Uva de playa, *Coccoloba uvifera*, creciendo a lo largo de la costa en Puerto Rico.

con una estación seca de hasta 8 meses de duración (32). Las temperaturas anuales promedio durante los meses más cálidos promedian alrededor de 28 °C a través de su distribución. Durante los meses más fríos, las temperaturas promedio varían entre 18 °C en el norte hasta 26 °C en el sur (10, 28). En el sur de la Florida, la uva de playa se ve sujeta a heladas muy ocasionales (25).

Suelos y Topografía

La uva de playa es una de las primeras especies en colonizar las costas rocosas y arenosas. Es muy tolerante a la sal (22) y crece bien en las arenas casi puras y en los substratos rocosos a lo largo de la costa. Puede sobrevivir en los suelos calcáreos, incluyendo la piedra caliza oolítica, y en los suelos secos o muy húmedos derivados de rocas ígneas, siempre que estos sitios tengan un buen drenaje (7, 25). Crece de mejor manera en las arenas margosas bien drenadas con unos valores de pH de más de 7.5 (2, 32).

La uva de playa por lo usual se ve limitada a las áreas costeras y rara vez se le encuentra en los bosques tierra adentro (1, 8, 18). En Cuba y Jamaica, en donde la uva de playa muestra el mejor crecimiento, se le encuentra en los bosques húmedos hasta una elevación de 150 m (26).

Cobertura Forestal Asociada

En los bosques en las dunas costeras en Puerto Rico, la uva de playa se encuentra típicamente asociada con



Figura 2.—La distribución natural de la uva de playa, *Coccoloba uvifera*, indicada por las áreas sombreadas a lo largo de las costas.

Chrysobalanus icaco L., *Cocos nucifera* L., *Suriana maritima* L., *Terminalia catappa* L., *Thespesia populnea* (L.) Soland ex Correa y con arbustos del sotobosque tales como *Dalbergia ecastaphylla* (L.) Taubert, *Opuntia* spp. y *Scaveola plumieri* (L.) Vahl (4). En Jamaica crece en formaciones litorales junto con *Borrhchia arborescens* (L.) DC., *Scaveola plumieri*, *Suriana maritima* y *Tourrefortia gnaphalodes* (L.) R.Br. (29).

En Bermuda, la uva de playa crece en rodales de baja estatura (de 4 a 7 m de altura) junto con *Conocarpus erectus* L. a lo largo de la costa; tierra adentro, su socio principal es *Sabal blackburnianum* Glazebrook en rodales de hasta 12 m de altura (15).

En Barbados, la uva de playa es la especie más abundante en las formaciones arbustivas en las dunas, en donde crece en asociación con *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb., *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f., *Chrysobalanus icaco*, *Hippomane mancinella* L. y *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton. Se le encuentra también en arboledas costeras en asociación con *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Cordia obliqua* Willd., *C. sebastena* L., *Ficus citrifolia* P. Miller, *H. mancinella*, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *T. heterophylla*, *Terminalia catappa* y *Thespesia populnea* (8). En las Islas de Sotavento crece en las arboledas costeras en una posición codominante junto con *T. populnea* y en las Islas de Barlovento en asociación con *Calophyllum brasiliense* Jacq., *Conocarpus erectus*, *Erithalis fruticosa* L., *Guapira fragrans* (Dum.-Cours.) Little y *Tabebuia heterophylla* (29). En Trinidad y Tobago, la uva de playa se encuentra típicamente asociada con *Hibiscus tiliaceus* L. en las formaciones sucesionales tempranas a lo largo de la costa (21).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La uva de playa es dioica, con flores femeninas y masculinas apareciendo en árboles separados. Las inflorescencias racimosas terminales y laterales que presentan numerosas flores pequeñas y fragantes tienen una longitud de entre 10 y 23 cm (fig. 3). Las flores individuales son blanquecinas o blanco verduscas y miden 5 mm de diámetro. Las flores masculinas tienen un tubo basal (el hipantio) de 1.5 mm de largo que presenta cinco lóbulos del cáliz blancos, redondeados y esparcidos, ocho estambres unidos en su base y un pistilo rudimentario. Las flores femeninas consisten de un pistilo de mayor tamaño con un ovario de una sola célula, tres estilos y estambres no funcionales (estamenodios) (7, 18).

Las frutas elípticas u ovaladas se encuentran en agrupaciones que se asemejan a los racimos de uvas. Las frutas individuales miden alrededor de 2 cm de diámetro y son de un color morado cuando maduras. Están compuestas de una sola semilla elíptica (aquenio) de alrededor de 1 cm de largo, rodeada por una pulpa comestible de sabor agridulce y una cubierta delgada y carnosa. El peso promedio para una muestra de frutas maduras recolectada en Puerto Rico fue de 4.75 g por fruta (observación personal del autor). La uva de playa produce flores y frutos a través de todo el año en Puerto Rico (18). En Jamaica, la floración ocurre más que nada entre enero y agosto, mientras que la fruta ocurre entre marzo y octubre (1).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Los

árboles formados a partir de semillas comienzan a florecer y a dar fruto por lo usual entre los 6 y 8 años (25). En pruebas efectuadas en Puerto Rico, los pesos promedios de las semillas para dos muestras de 50 semillas frescas con un contenido de humedad del 38 y el 47 por ciento, respectivamente, fueron de 0.72 ± 0.03 y 0.96 ± 0.02 g por semilla, o entre 1,040 y 1,400 semillas por kilogramo (observación personal del autor). Expresándolo en base al peso secado al horno, hay entre 1,980 y 2,260 semillas por kilogramo. Las semillas son dispersadas por las aves que se alimentan de frutas.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en la uva de playa es epigea. No se requiere de tratamiento previo alguno. Las semillas deberán sembrarse sobre o cerca de la superficie en unos suelos de textura ligera y bien drenados. La germinación en las semillas frescas es de entre el 60 y el 80 por ciento y tiene lugar entre 18 y 50 días después de la siembra (20; observación personal del autor). Las plántulas desarrollan un sistema radical profundo y fibroso y alcanzan un tamaño plantable, de aproximadamente 15 cm de altura, entre 4 y 5 meses después de la siembra (observación personal del autor). Las plantaciones se pueden establecer mediante el uso de plántulas silvestres, aunque es más común usar plántulas cultivadas en el vivero y estacas arraigadas. La regeneración natural es abundante en la vecindad de los árboles maduros.

Reproducción Vegetativa.—La uva de playa se puede propagar de manera vegetativa mediante acodos, ya sea aéreos o terrestres, e injertos, aunque las estacas leñosas maduras se usan con mayor frecuencia para producir estacas arraigadas para la propagación masiva de árboles femeninos de variedades selectas (7, 25).

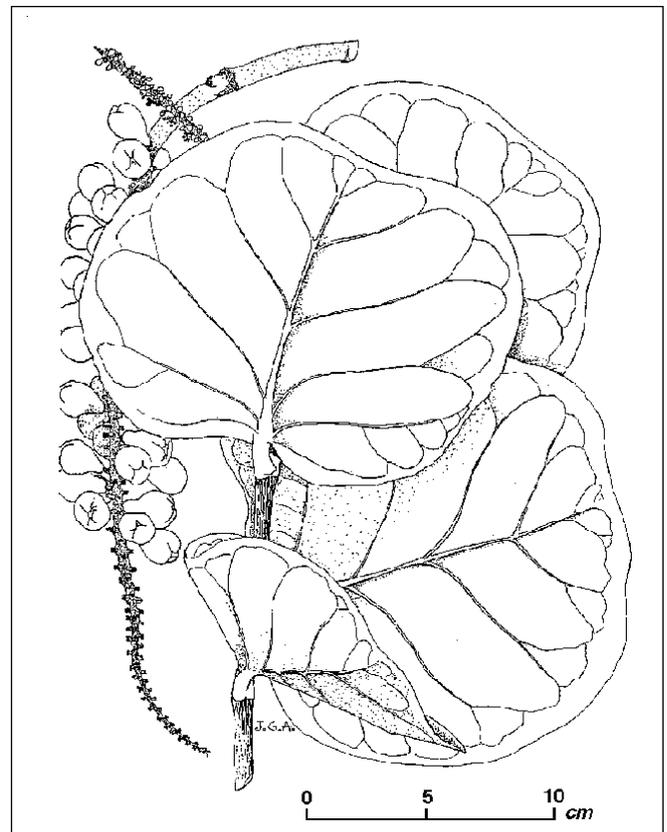


Figura 3.—Follaje y fruto de la uva de playa, *Coccoloba uvifera* (18).

Etapa de Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—En los límites de su distribución y en los sitios pobres, la uva de playa crece como un arbusto o como un árbol bajo y con un ramaje denso, con tallos con un d.a.p. de hasta 30 cm (7). El crecimiento en altura se ve grandemente influenciado por la exposición a los vientos; en los sitios expuestos, las alturas arbóreas típicamente aumentan de las orillas a barlovento a las orillas a sotavento de los rodales de uva de playa. En los mejores sitios crece a unas alturas máximas de entre 6 y 18 m, con unos d.a.p. de entre 45 y 60 cm (26). La uva de playa de mayor tamaño registrada en Puerto Rico mide 9.1 m de altura, con un d.a.p. de 40.1 cm.¹

En un sitio costero típico con suelos arenosos en el noreste de Puerto Rico, se registraron unas alturas promedio de 0.94 y 2.85 m para plantaciones de 1 y 3 años de edad bajo condiciones lluviosas (observación personal del autor). No existe información disponible sobre las tasas de crecimiento para los árboles de mayor edad.

Comportamiento Radical.—En los suelos arenosos, la uva de playa típicamente produce una raíz pivotante profunda y robusta y numerosas raíces laterales delgadas y alambrosas con raíces alimentarias abundantes y finas (observación personal del autor). Las raíces finas forman una asociación simbiótica con las micorrizas ectotróficas (3).

Reacción a la Competencia.—La uva de playa es una especie con una alta demanda de luz que no compete bien con las gramíneas, las hierbas u otros árboles durante la etapa de plántula. Las tasas de crecimiento de las plántulas y los brinzales son significativamente menores bajo sombra ligera que bajo pleno sol (observación personal del autor). Las plántulas deberán ser desyerbadas hasta que tengan una mayor altura que la vegetación en competencia.

Agentes Dañinos.—La uva de playa es un huésped para varias especies de insectos y patógenos potencialmente dañinos a través de su distribución natural, aunque estos agentes rara vez causan la muerte de los árboles maduros. Bajo condiciones adversas, las hojas son susceptibles al daño por ciertos patógenos (25). En el sur de la Florida, en Puerto Rico y en las Islas Vírgenes, estos patógenos incluyen a *Asterina coccolobae* Ferd. & Winge, *Lembosia tenella* Lév., *Pestalotia coccolobae* Ell. & Ev., *Phyllosticta coccolobae* Ell. & Ev., *Uredo coccolobae* P. Henn., *U. uviferae* Syd. y *Verticillium effusum* Earle (27, 30).

En Puerto Rico, la uva de playa se ha reportado como el huésped para más de 50 especies de insectos (23). Entre éstas se incluyen 24 especies de Homoptera, 14 especies de Coleoptera y un número menor de especies de Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera y Thysanoptera. A pesar de que la mayoría de estas especies no causan un daño serio, dos especies defoliadoras, *Euscelus coccolobae* (Wolcott) (Coleoptera: Curculionidae) y *Sericocerina krugii* (Cresson) (Hymenoptera: Argidae), se consideran como económicamente dañinas y como plagas extensamente diseminadas de la uva de playa en Puerto Rico. En el sur de la Florida se reportan 12 especies, incluyendo

insectos defoliadores, insectos que causan agallas, perforadores de ramitas, insectos cóccidos y chupadores de la savia, como causando un daño ya sea menor o sólo ocasionalmente serio a la uva de playa (5, 6, 9, 24). En las Islas Vírgenes de Gran Bretaña, el escarabajo buprestido *Polycesta porcata* (F.) se considera como una plaga de importancia económica (24). El daño a la albura causado por la termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren) ha sido observado en Puerto Rico. Se ha reportado que la uva de playa sirve como huésped para los nemátodos *Xiphinema machoni* n. sp. y *Longidorus edmundsi* n. sp. en las Islas a Barlovento de las Indias Occidentales (12, 13).

USOS

La madera de la uva de playa se diferencia entre una albura de color marrón claro y un duramen de color marrón rojizo a marrón oscuro. La madera es dura, de fibra estrecha y considerablemente pesada, con un peso específico de 0.7 g por cm³ secada al aire (18). Es muy susceptible al ataque por la termita de la madera seca de las Indias Occidentales, *Cryptotermes brevis* (Walker) (33). Toma un pulido fino y se usa para artículos torneados y ocasionalmente para muebles, trabajos de incrustaciones y ebanistería (8). A través de toda su distribución, la madera se usa regularmente como leña y para la manufactura de carbón.

Las frutas comestibles se pueden comer crudas o se pueden usar para hacer jaleas o fermentar como uvas para hacer vino (8). Sus flores rinden una abundante cantidad de néctar y la miel resultante es de buena calidad, de un color ámbar claro y de un sabor un tanto picante (8, 25). La corteza del tallo, las ramas y las raíces son ricas en tanino, mientras que la savia roja con propiedades astringentes que se extrae de la corteza, conocida comercialmente como “kino” de Jamaica o las Indias Occidentales, se exportó en el pasado a Europa, en donde se usaba para el curtido y el teñido (18, 26, 31). Las raíces y la corteza, con propiedades también astringentes, se han usado en la medicina tradicional en Puerto Rico y en otras partes del Caribe (16, 18).

La tolerancia de la uva de playa a los suelos salinos y al rocío del mar la hacen una especie excelente en las costas como barreras contra el viento y plantas de ornamento. Se poda bien y es una buena especie para usar en setos.

GENÉTICA

El género *Coccoloba* incluye aproximadamente 180 especies de arbustos y árboles tropicales y subtropicales que ocurren en las Indias Occidentales, el sur de la Florida, México, la América Central y del Sur hasta Paraguay (26). Además de *C. uvifera*, ocurren de manera natural en Puerto Rico otras 12 especies de *Coccoloba*, en su mayoría árboles de tamaño de pequeño a mediano, incluyendo a 4 especies endémicas: *C. pyrifolia* Desf., *C. rugosa* Desf., *C. sintenisii* Urban y *C. swartzii* f. *urbaniana* (Lindl.) Howard (17, 18, 19).

Entre los sinónimos botánicos de *C. uvifera* se encuentra *Coccolobis uvifera* Jacq. y *Polygonum uvifera* L. (25).

¹Registro de árboles campeones de Puerto Rico. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York: MacMillan and Company. 1200 p. Vol. 1.
3. Bisse, Johannes. 1981. Arboles de Cuba. Habana: Editorial Científico-Técnica. 384 p.
4. Craig, Robert M. 1984. Plants for coastal dunes of the Gulf and South Atlantic coasts and Puerto Rico. Agric. Info. Bull. 460. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 41 p.
5. Chellman, Charles W. 1978. Pests and problems of south Florida trees and palms. Tallahassee, FL: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Forestry. 103 p.
6. Cherry, R.H. 1980. Host plant preference of the whitefly, *Aleurodicus dispersus* Russell. Florida Entomologist. 63(2): 222-225.
7. Food and Agriculture Organization. 1982. Fruit-bearing forest trees: technical notes. FAO For. Pap. 34. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 177 p.
8. Gooding, E.G.B. 1974. The plant communities of Barbados. Bridgetown, Barbados: Government Printing Office. 243 p.
9. Grimes, L.R.; Neunzig, H.H. 1984. The larvae and pupae of three phycitine species (Lepidoptera: Pyralidae) that occur in Florida. Proceedings of the Entomological Society of Washington. 86(2): 411-421.
10. Hoffman, José A.J. 1975. Climatic atlas of South America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartografía. 6 p.
11. Holdridge, Leslie H. 1967. Life zone ecology. Ed. rev. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
12. Hunt, D.J. 1980. *Xiphinema machoni* n. sp. (Nematode: Longidoridae) from St. Lucia, West Indies. Revue de Nematologie. 3(1): 71-74.
13. Hunt, D.J.; Siddiqi, M.R. 1977. *Longidorus edmundsi* n. sp. (Dorylaimida: Longidoridae) from seagrape in the Windward Islands. Nematropica. 7(2): 32-35.
14. Ivie, M.A.; Miller, R.S. 1984. Buprestidae (Coleoptera) of the Virgin Islands. Florida Entomologist. 67(2): 288-300.
15. Knapp, R. 1980. The vegetation of the Bermudas. 2: Plant associations in forests, grasslands and vegetable plantations compared with corresponding associations in other areas. Phytocoenologia. 7(1): 475-491.
16. Liogier, Henri Alain. 1990. Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. San Juan, PR: Iberoamericana de Ediciones. 563 p.
17. Liogier, Henri Alain; Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
18. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
19. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O.; Wadsworth, Frank H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1024 p. Vol. 2.
20. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10(1): 11-30.
21. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
22. Martínez, E.; Noa, N.; González-Abreu, Ana; Renda, Y.A. 1991. Estudio del establecimiento de plantaciones experimentales de especies forestales en un suelo del Valle de Guantánamo. Revista Baracoa. 21(1): 29-36.
23. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
24. Mead, F.W. 1970. *Ctenodactylomyia watsoni* Felt, a gall midge of seagrape, *Coccoloba uvifera* L. in Florida (Diptera: Cecidomyiidae) Entomology Circular 97. Tallahassee, FL: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry. 2 p.
25. National Academy of Sciences. 1983. Firewood crops: shrub and tree species for energy production. BOSTID Rep. 40. Washington, DC: National Academy of Sciences. 92 p. Vol. 2.
26. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
27. Spaulding, Percy. 1961. Foreign diseases of forest trees of the world. Agric. Handb. 191. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 361 p.
28. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartografía. 8 p.
29. Stoffers, A.L. 1956. The vegetation of the Netherlands Antilles. 15: Studies on the flora of Curacao and other Caribbean islands. The Hague, Netherlands: Martinus Nijhoff. 142 p. Vol. 1.
30. U.S. Department of Agriculture. 1960. Index of plant diseases in the United States. Agric. Handb. 165. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 531 p.
31. Uphof, J.C.T. 1968. Dictionary of economic plants. New York: Verlag von J. Cramer. 591 p.
32. Von Carlowitz, Peter G. 1986. Multipurpose tree and shrub seed directory. Nairobi: International Council for Research Agroforestry. 265 p.
33. Wolcott, G.N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian drywood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.

John A. Parrotta

Cocos nucifera L., conocida comunmente como coco, palma de coco y coconut palm, es tal vez uno de los árboles de los Trópicos mejor reconocidos y uno de los más importantes económicamente. El coco crece a lo largo de las costas arenosas a través de los Trópicos y en la mayoría de las regiones subtropicales. El coco, una palma alta y erecta, usualmente de 10 a 20 m de altura, posee un tronco delgado, ya sea curvo o recto, a menudo ensanchado e inclinado en la base, con una corteza parda o gris ligeramente rajada (fig. 1). El coco se planta extensamente por su fruto y como una planta ornamental y se usa a través de su área de distribución como una fuente de alimento y bebida, aceite, fibra, combustible, madera y otros numerosos productos. Se usa también en el entechado y en otras aplicaciones como material de construcción.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

Los límites exactos del área de distribución natural del coco se desconocen, aunque la mayoría de las autoridades creen que se originó dentro de la región Indo-Malaya en el Pacífico Occidental (35) (fig. 2). Los rodales de coco establecidos a través de su distribución pantropical actual, probablemente son el resultado directo o indirecto de la cultivación humana (12). La presente opinión de que el coco es de origen insular asiático-pacífico y no de origen tropical americano, se basa en su alto grado de diversidad genética en la región asiática-pacífica relativo a la América tropical, la presencia de mamíferos depredadores altamente dañinos tales como monos, osos y roedores en áreas asiáticas de tierra

firme y la alta diversidad de insectos con un huésped específico asociados con el coco en Melanesia (12, 35). La evidencia que apoya la opinión de que el coco se originó en la región de Melanesia proviene del descubrimiento de fruta fósil del Mioceno de *C. zeylandia* en Nueva Zelandia, restos fósiles de *C. nucifera* en Nueva Guinea de más de 4,000 años de edad y restos fósiles en Vanatu de más de 5,000 años de edad (9).

El coco se ha cultivado y ha sido usado en la India y en el Asia continental del sudeste por lo menos por 3,000 años (5, 12). Antes de la colonización europea del Nuevo Mundo, el coco había sido introducido a sitios insulares y de tierra firme a lo largo de la costa pacífica de la América Central, como lo muestran los reportes del principio del siglo XVI sobre su uso por los indígenas de Panamá (14). Temprano en los períodos coloniales españoles y portugueses el coco se introdujo de Asia al Caribe, el noreste de la América del Sur y Brasil (12). Hoy en día, el coco es pantropical y crece en sitios apropiados entre las latitudes 26° N. y 26° S. Los límites del extremo norte y sur de su área de distribución introducida incluyen la Florida, el norte de la India y Madagascar, aunque el crecimiento en estas áreas no es lo suficientemente robusto como para impartir un valor industrial a la especie (3). Las regiones mundiales productoras de coco más importantes son el archipiélago Malayo, los países del sudeste del Asia, la India, Sri Lanka, las islas del Pacífico, África del este y países de la América Central y del Sur (35). El coco ha sido plantado a través del Caribe y se ha naturalizado a lo largo de costas arenosas. En Puerto Rico se han establecido plantaciones cubriendo un total de 4,000 ha, la mayoría a lo largo de costas arenosas y en la costa norte en especial (24).

Clima

Las áreas de distribución natural e introducida del coco se caracterizan por un clima tropical cálido y muy húmedo con una temperatura anual promedio de entre 27 y 35 °C y poca variación diurna (35). La precipitación anual en áreas con plantaciones productivas de coco por lo general varía entre 1200 y 2300 mm (33). El coco puede crecer bien en áreas que reciben entre 1000 y 5000 mm de precipitación, pero el exceso de humedad puede limitar la producción de fruta (46). En Puerto Rico, el coco crece en sitios que reciben entre 700 y 2500 mm de precipitación anual (16). Aunque el árbol puede soportar condiciones de sequía extrema por cortos períodos de tiempo, las estaciones secas de 5 a 6 meses de duración pueden afectar de manera negativa la producción de fruta por varios años después (3). En la mayoría de los sitios la producción de hojas, raíces, inflorescencias y frutas declinan a medida que la lluvia baja en frecuencia (12). Si existe suficiente humedad en el suelo para contrarrestar el efecto de las altas tasas de transpiración en el coco, un clima moderadamente seco es preferible a uno muy húmedo (46).

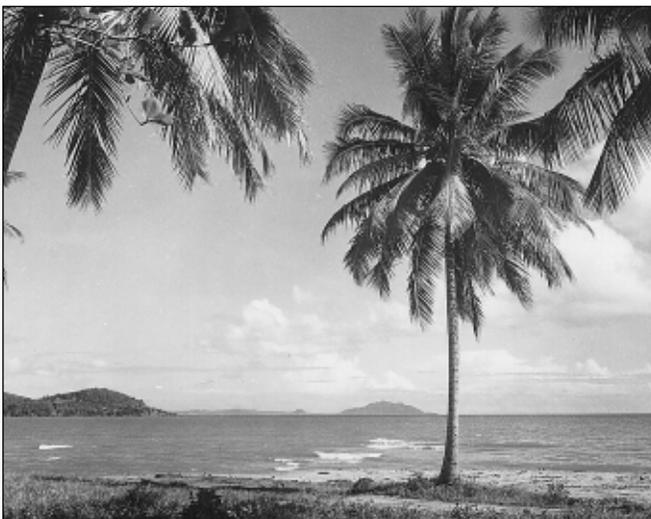


Figura 1.—Coco, *Cocos nucifera*, en Puerto Rico.

Suelos y Topografía

El coco crece mejor a lo largo de costas tropicales y subtropicales, en las márgenes de ríos, en planicies aluviales costeras y en la base de colinas con flujo de aguas subterráneas (33). El buen crecimiento requiere ya sea de un nivel de agua subterránea cercano a la superficie del terreno o un re-aprovisionamiento continuo de humedad superficial en el suelo. El crecimiento óptimo requiere por lo general de margas arenosas bien drenadas y profundas y con un alto contenido de materia orgánica, aunque en algunas áreas costeras en arenas pobres en nutrientes tiene lugar un buen crecimiento (35). El coco puede tolerar inundaciones de agua salada por cortos periodos de tiempo sin efectos adversos en el crecimiento (3). Los suelos empantanados son inapropiados (12).

El coco puede ser cultivado a elevaciones de hasta 1,200 m cerca de la línea ecuatorial y de hasta 900 m en mayores latitudes, aunque la formación de flores y fruto tiende a ser inhibida a medida que aumenta la altitud, tal vez debido al aumento de la irregularidad en la precipitación (12, 35). La producción comercial se encuentra por lo general limitada a sitios de menos de 600 m de altura (33). En Puerto Rico, el coco crece en áreas costeras y sitios montanos bajos con suelos húmedos y bien drenados con un pH variando entre 5.5 y 8.0 (16).

Cobertura Forestal Asociada

En la isla Samar, en las Filipinas, dentro del área de distribución natural de la especie, se han encontrado poblaciones de coco del tipo salvaje creciendo en bosques de mangle. En la porción más cerca del mar de estos bosques, el coco existe como un población dispersa en asociación con *Ceriops tagal* (Perr.) C.B. Rob., *Rhizophora apiculata* Bl., *R. mucronata* Lamk., *Brughiera sexangula* (Lour.) Poir., *B. gymnorrhiza* (L.) Lamk. y *B. cylindrica* (L.) Bl. Más adentro, el coco se encuentra asociado con rodales densos de *Nypa fruticans* Wurm. (19). En atolones en el Pacífico y en las Filipinas, las poblaciones salvajes de coco forman rodales

puros con una regeneración natural abundante a lo largo de las orillas de lagunas (38, 39).

En rodales de plantaciones abandonadas de 40 a 50 años de edad en Dorado, Puerto Rico, el coco se encuentra asociado con *Lonchocarpus latifolius* (Willd.) DC., *Amphyteca latifolia* (Miller) A.H. Gentry, *Cordia laevigata* Lam. y *Eugenia monticola* (Sw.) DC. (15). En otras partes en Puerto Rico, las especies voluntarias invadiendo plantaciones costeras de coco no sujetas al pastoreo incluyen *Terminalia catappa* L., *Calophyllum calaba* L. y *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K.¹ En Barbados, en donde el coco ha sido introducido en plantaciones y como una planta ornamental, se ha naturalizado en zonas boscosas en la costa, en asociación con *Coccoloba uvifera* (L.) L., *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton, *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa, *Terminalia catappa* L., *Cordia sebestena* L. y *C. obliqua* Willd. (17).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las copas maduras de las palmas de coco consisten de 25 a 36 hojas, o frondas, dependiendo de la variedad. Las frondas miden de 4.9 a 6.2 m de largo y poseen de 70 a 100 pares de hojuelas. Los árboles promedio producen 12 nuevas frondas cada año; la edad de un árbol se puede aproximar dividiendo el número de cicatrices anulares en el tallo entre 12 (12, 23, 35).

Bajo condiciones de crecimiento favorables, las palmas de coco (variedades altas) comienzan a florecer a los 6 años de edad, cuando tienen de 2.5 a 4.5 m de alto (12, 35). Los árboles maduros producen anualmente 40 o más frutas (23). La

¹Francis, John K. 1992. Comunicación personal. Archivado en: Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

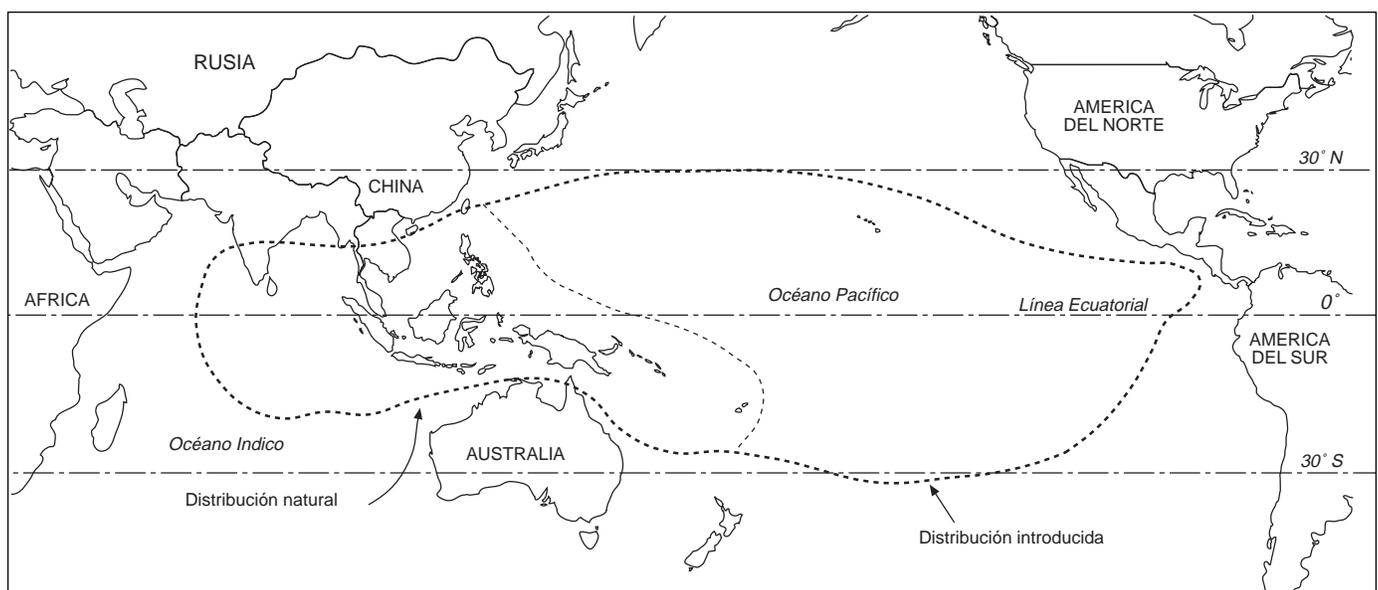


Figura 2.—Distribución natural y pre-colombina artificial del coco, *Cocos nucifera*. La región interna de menor tamaño representa el área de origen aparente; la región externa de mayor tamaño representa la distribución artificial antes de 1500 D.C.

florescencia ocurre durante todo el año y continúa hasta que el árbol alcanza una altura de 25 a 30 m, cuando la producción y el tamaño de las frutas comienza a declinar, usualmente a los 60 años de edad, aproximadamente (12, 35). Las variedades enanas e híbridas comienzan a florecer más temprano, usualmente a los 4 ó 5 años (12). Los árboles de coco son monoicos, su inflorescencia presentando tanto flores masculinas como femeninas. Una inflorescencia ramificada, de 0.9 a 1.2 m de largo, se produce en cada axila foliar y consiste de un eje principal y de 10 a 45 ramas laterales. Las flores femeninas están situadas en la base del eje principal o en hasta 5 de las ramas; las flores masculinas crecen en ramas laterales con hasta 200 flores por rama (35). Cada flor masculina presenta seis glándulas de néctar capaces de atraer agentes polinizadores (35). Las flores masculinas, de 3 a 6 mm de ancho, se abren entre las 6 y 8 a.m. y se desprenden en la tarde. Las flores femeninas, de mayor tamaño y de 30 a 35 mm de ancho, se abren aproximadamente 2 semanas después que las flores masculinas en la misma inflorescencia y permanecen receptivas por 2 a 4 días (12). La polinización en el coco es predominantemente cruzada (21). Los agentes polinizadores principales son el viento y los insectos, específicamente las abejas, avispa, escarabajos, hormigas y moscas (35).

La fruta, o nuez, es de forma ovoide o elíptica, con tres lados no bien definidos o casi redonda, con una cáscara fibrosa de color pardo claro, de 20 a 30 cm de largo (23). Las frutas crecen hasta casi su tamaño máximo en 5 a 6 meses y se maduran a los 10 ó 13 meses de edad. El aborto de las frutas inmaduras es común, a veces alcanzando del 65 al 70 por ciento (35). La fruta parda interna, de forma elíptica o casi redonda, es esencialmente una semilla de gran tamaño y hueca, con una cubierta interna vellosa. Cuando la fruta tiene sólo 8 cm de ancho, la cavidad hueca central comienza a desarrollarse y se llena de un jugo del saco embriónico acuoso que aumenta en cantidad hasta que el endosperma se encuentra casi totalmente desarrollado. El jugo luego disminuye en cantidad a medida que la fruta madura, pero no desaparece por completo hasta que la germinación se encuentra en camino (12). Dependiendo de la variedad de coco específica, las frutas maduras varían en color de verde a amarillo ocre y rojo naranja, pero se secan en el árbol a un color opaco antes de caer.

Producción de Semillas y su Diseminación.—La fruta madura puede flotar por entre 3 y 4 meses sin perder su viabilidad, y por lo tanto pueden ser dispersadas cientos de miles de millas por las corrientes oceánicas (12). Por lo menos por 3,000 años, los seres humanos han sido un agente importante para la dispersión de estas semillas. Para la producción en el vivero, las frutas deberán ser cosechadas cuando estén totalmente maduras (aproximadamente 12 meses después de la polinización) o alternativamente recolectadas del suelo después de su caída natural (35).

Desarrollo de las Plántulas.—Los cocos no poseen una etapa inactiva; las plántulas a veces comienzan a germinar cuando todavía están en el árbol (12). Sin embargo, en general, transcurren 4 meses desde la caída de la fruta madura hasta la emergencia de la plántula bajo condiciones naturales (12). La regeneración natural es abundante en rodales de plantación en Puerto Rico (16) (fig. 3).

Las frutas recién recolectadas deberán ser almacenadas a temperatura ambiente por 3 a 4 semanas antes de sembrarlas, para permitir que el embrión del coco tenga

suficiente tiempo para alcanzar la madurez (35). Después del almacenamiento, se pueden tratar las frutas con cualquiera o con ambos de los siguientes tratamientos para ayudar a la germinación: (1) remojo en agua por 1 a 2 semanas y/o (2) cortado del exocarpio y mesocarpio (cáscara) de la parte inferior de la fruta, evitando dañar la cubierta o endocarpio (35).

Los semilleros de coco son por lo usual estrechos, largos y profundos, con las frutas plantadas en hileras, con una separación de 20 a 30 cm entre frutas, y con una distancia de 20 cm entre hileras. Las frutas sometidas a tratamiento previo se depositan sin enterrarlas completamente en hoyos en la tierra, con el extremo de la fruta cortado ligeramente abajo del punto de inserción del pedicelo (35). Los semilleros deberán mantenerse húmedos y protegidos de la depredación por roedores. La germinación de las frutas totalmente maduras ocurre entre 8 y 10 semanas después de la siembra (35). El embrión del coco, situado bajo el botón suave incrustado en el endosperma, comienza la germinación mediante la elongación de la plúmula o yema primaria. La parte inferior del cotiledón se desarrolla en un órgano absorbente y esponjoso, la “manzana del coco” o haustorio, la cual crece lentamente hasta llenar la cavidad central. A medida que el haustorio crece, se desarrollan raíces adventicias en la base de la plúmula. Tanto la plúmula como las raíces adventicias crecen a través del botón suave



Figura 3.—Reproducción natural del coco, *Cocos nucifera*, en plantaciones abandonadas en Dorado, Puerto Rico.

mientras el haustorio absorbe y digiere nutrientes del endosperma para alimentar la plúmula y el sistema radical (35).

La plántula desarrolla de cuatro a cinco hojas-escama o vainas foliares sin hojas propias, seguidas primero por dos a seis hojas plegadas y, finalmente por las hojas pinadas típicas de los árboles maduros (12). Cuando las plántulas alcanzan la etapa de tres a cuatro hojas, están listas para ser transplantadas al campo, usualmente de 25 a 30 semanas después de la germinación (35). Las plántulas de mayor edad, de 1 a 2 años, se usan a veces para establecer plantaciones (46).

Las plántulas de coco se plantan por lo común en hoyos en la tierra de 60 cm de profundidad y 60 cm de diámetro a un espaciamiento triangular de 9 m. Las plántulas son muy susceptibles al daño por roedores durante los primeros años después del establecimiento y deberán ser protegidas mediante el cercado individual de los tallos (35).

Reproducción Vegetativa.—Los árboles de coco a veces producen pequeños bulbos vegetativos (bulbillos) en la inflorescencia, en vez de flores, y los árboles jóvenes producen ocasionalmente vástagos radicales (12). Se han producido con éxito plantitas en cultivos histológicos de numerosos cultivares usando embriones extirpados (2, 22). Se han producido embriones somáticos a partir de tejidos foliares usando técnicas de cultivo histológico (36).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Las plántulas de coco requieren de aproximadamente 5 años para formar un tronco basal (12). La tasa de crecimiento y rendimiento varía enormemente de acuerdo a la localidad y a las prácticas de cultivo y fertilizado. El crecimiento pobre en el coco se atribuye a menudo a deficiencias en nutrientes, tales como potasio, nitrógeno, fósforo, boro, hierro y magnesio (35). Se ha reportado que la cultivación, la adición de materia orgánica y el abonado dentro de un radio de 2 m a partir del tallo, a la vez que el establecimiento de una vegetación terrestre baja de legumbres, aumentan significativamente el crecimiento y rendimiento en las plantaciones, particularmente en suelos muy arenosos o deficientes en nutrientes (35, 46).

Comportamiento Radical.—Los árboles de coco producen raíces adventicias fibrosas a partir de la base ensanchada del tallo (35). El sistema radical consiste de un gran número de raíces adventicias radiando hacia afuera a una distancia de varios metros a partir de la porción del tallo bajo la superficie del terreno, con muchas raíces laterales emergiendo perpendicularmente a partir de las raíces principales (46).

Reacción a la Competencia.—El crecimiento óptimo y la producción de frutas en las plantaciones ocurre a una densidad máxima de cerca de 100 árboles por hectárea (20). Los árboles de coco son susceptibles a la competencia por las malas hierbas a la vez que por los cultivos interplantados y deberán mantenerse libres de vegetación en competencia en una radio de 2 m a partir del tronco a través de la vida productiva del árbol (35). El interplantado de cosechas anuales y perennes, incluyendo árboles frutales y cacao, se practica por lo común en plantaciones jóvenes de coco sin un impacto negativo aparente en el crecimiento de los árboles (1, 3, 25, 40, 41). Experimentos de co-cosechas en la Costa de

Marfil han demostrado efectos beneficiosos en el crecimiento temprano del coco; la co-cosecha con el ñame, la yuca o el maíz durante el primer año de crecimiento del coco, con el maíz y *Pueraria* spp. durante el segundo año, y solamente con *Pueraria* en el tercer año se recomendó como la secuencia a sembrar como resultado de estos experimentos (48). En la India, se han desarrollado sistemas de cosechas multiespecíficos de alta densidad en plantaciones de coco de 18 años de edad a un espaciamiento de 8 por 8 m, incluyendo bananas, papayas, ñames y piñas como cosechas del estrato inferior (4). En Panamá, el coco se planta por lo común en sistemas de cosechas perennes mixtas con bananas y plátanos (*Musa* spp.) y aguacates (*Persea americana* Mill.) (11).

Agentes Dañinos.—En Puerto Rico, un total de 26 especies de insectos, principalmente de los órdenes Coleoptera y Homoptera, han sido reportados atacando los árboles de coco (29). Las plagas más serias incluyen a *Strategus oblongus* (Palisot de Beauvois) (Coleoptera, familia Scarabaeidae), el cóccido *Aspidiotus destructor* Signoret (Homoptera, familia Diaspididae) y *Homaledra sabalella* (Chambers) (Lepidoptera, familia Cosmopterygidae), una plaga económicamente importante atacando las frondas de palmas que es particularmente seria en la República Dominicana, en donde comunmente mata árboles en asociación con *A. destructor*. El ácaro *Eriophyes guerreronis* Keifer, el cual a menudo infesta plantaciones en América y África, afecta negativamente el tamaño y el contenido de copra de las frutas del coco (28, 31).

La enfermedad más seria que afecta al coco en el Caribe es el amarillamiento letal ("lethal yellowing"), causada por organismos similares a micoplasmas transmitidos por el insecto *Myndus crudus* (30). La enfermedad se esparce con rapidez dentro de las plantaciones y mata los árboles dentro de un período de 5 meses después de la aparición de los síntomas. El amarillamiento letal (o una enfermedad muy similar) se reportó primero en Jamaica al final del siglo XIX, y a principios del siglo XX había afectado plantaciones en las Islas Caimán y Haití, así como Jamaica. Desde la década del 50, la enfermedad se ha esparcido al sur de la Florida, las Bahamas (isla de Nueva Providencia), Cuba, la costa norte de la República Dominicana, Jamaica, las Islas Caimán y la península de Yucatán, incluyendo Cozumel. La variedad alta de Jamaica, comunmente plantada, es muy susceptible a la enfermedad, mientras que la variedad enana de Malasia parece ser resistente.

Varias otras enfermedades de menor seriedad que afectan al coco se han reportado en Puerto Rico y en otras parte del Caribe (44, 47). Estas incluyen la enfermedad del anillo rojo *Aphelenhoides cocophilus* (Cobb) Goodey; una mancha de las hojas causada por *Diplodia epicocos* Cke.; la enfermedad de las hojas causada por *Endoconidiophora paradoxa* (Dade) Davidson; la mancha gris de las hojas, *Pestalotia palmarum* Cke. y una pudrición de las yemas causada por el hongo *Phytophthora palmivora* Butl. Un marchitamiento causado por la bacteria *Micrococcus roseus* y *Phytomonas* sp. y transmitido por los insectos *Oncopeltus cingulifera* y *Mecistorhinus picea* ha sido reportado en Trinidad (18).

En el sur de la Florida varias plagas de insectos se han reportado causando un daño al coco de menor a moderado. Estas incluyen insectos que taladran las ramitas, el tallo y las raíces, tal como el gorgojo gigante de las palmas *Rhyncophorus cruentatus* y el anillador negro de las ramas *Xylosandrus compactus*; insectos chupadores de la savia como

el pulgón de la palma *Cerataphis variabilis*, el insecto farinoso del coco *Nipaecoccus nipae*, y la mosca blanca *Aleurodicus dispersus*, la cual se cree es uno de los vectores de la enfermedad del amarillamiento letal; los cóccidos *Pseudalacopsis cockerelli*, *Ischnopsis longirostris*, *Chrysomphalus aonidum* y *Eucalymnatus tessellatus*, e insectos defoliadores como el esqueletizador de las hojas de la palma *Homaledra sabalella* y el escarabajo “tortuga” de la palma *Hemiphaeota cyanea* (13).

En Africa occidental, el coco es susceptible al daño por varias enfermedades patógenas y plagas de insectos. Entre las primeras se incluye las anteriormente mencionadas pudrición de las yemas causada por *Phytophthora palmivora*, la enfermedad del anillo rojo causada por el gusano *Rhadinaphelenchus cocophilus* y la enfermedad letal “kamicope” causada por amicroplasma (35). Las plagas de insectos que se sabe causan daño severo en las plantaciones de coco de Africa Occidental incluyen el escarabajo rinoceronte *Oryctes monocerus*, el escarabajo *Xylotrupes gideon* y otras especies del género *Xylotrupes*, el gorgojo rojo *Rynchophorus ferrugineus*, el barrenador de la madera *Mellitoma insulare* y varias especies de mariposas y falenas que sólo en raras ocasiones causan un daño serio (35).

En el subcontinente de la India, la pudrición de las yemas causada por *P. palmivora*, una enfermedad causada por un agente sin identificar que ocasiona sangramiento del tallo y una pudrición radical causada por el hongo *Fomes lucidus* pueden causar un daño serio en las plantaciones (46). El escarabajo rinoceronte (*O. monocerus*), el gorgojo rojo (*R. ferrugineus*) y los insectos *Opisina arenosella*, *Leucopholis coneophora*, *Parasa lepida*, *Contheyla rotunda*, *Paradasynus rostratus* y *Pseudococcus* spp. han sido reportados también causando daño en plantaciones en Sri Lanka (34) y en otras partes en la región asiático-pacífica (12, 46). En Vanatu, *Myndus taffini* Bonfils (Homoptera, familia Cixiidae) y *Lamenia epiensis* Muir han sido identificadas en asociación con el marchitamiento del coco (8). El nemátodo minador *Radopholus similis* ha sido reportado infestando las raíces del coco en el sur de la India (43) y se asocia con la infección secundaria por *Cylindrocladium clavatum* Hodges (42). Estudios efectuados en las Filipinas mostraron diferencias muy marcadas en la susceptibilidad entre variedades de coco al ácaro *Oligonychus velascoi* Rimando (10).

Entre los mamíferos que constituyen plagas importantes del coco se encuentran los monos, los cerdos salvajes, los puercoespines, las ratas y los murciélagos gigantes. Las aves tejedoras son una plaga seria en plantaciones en Africa Occidental (35).

El coco es altamente resistente al daño por el viento; los árboles rara vez se ven quebrados o desarraigados por el viento, excepto bajo condiciones huracanadas extremas.

USOS

Los principales productos obtenidos del coco se derivan de su fruta. El agua de la fruta del coco obtenida de las frutas inmaduras se consume como una bebida nutritiva y refrescante. El agua de coco contiene azúcar, enzimas y vitaminas, incluyendo ácido ascórbico (0.70 a 3.70 mg/100 ml), ácido nicotínico (0.64 a 0.70 mg/100 ml), ácido pantoténico (0.52 a 0.55 mg/100 ml), biotina (0.02 a 0.025 mg/100 ml), riboflavina (0.01 mg/100 ml) y ácido fólico (0.003 mg/100 ml)

(35).

El endosperma de la fruta madura y fresca se usa en alimentos ya sea sin procesar o después de la extracción del agua de coco. El endosperma fresco y sin secar (“carne” de coco) contiene entre 35 y 40 por ciento de aceite, 10 por ciento de carbohidratos, 3 por ciento de proteína y aproximadamente un 50 por ciento de agua (5). El agua de coco es rica en sustancias (hormonas) inductoras del crecimiento en las plantas y fue usada extensamente en las investigaciones de cultivo histológicas en el pasado (45).

De la copra, o endosperma seco, se extrae el aceite de coco y se usa en aceite para cocinar, margarina, manteca de cacao, jabones, lociones, perfumes y otros productos cosméticos, y velas y como aceite para lámparas. La “costra” residual obtenida de la copra después de la extracción del aceite se usa como un componente en alimentos para el ganado. La copra se usa extensamente en la manufactura local y mundial de confites. La cosecha mundial anual de copra se estimó en 4.9 millones de toneladas en 1982; en ese mismo año el comercio en aceite de coco fue de 1.27 millones de toneladas con un valor de \$657 millones (20). Aproximadamente el 75 por ciento de la producción comercial anual de coco se deriva de plantaciones en el Lejano Oriente (12, 35).

La estopa del coco (las fibras del mesocarpo) se usa para hacer esteras, colchones, cuerdas, alfombras, brochas, escobas y bolsas. El procesamiento de la estopa produce el polvo de estopa, el cual se usa en muchas regiones como material de empaque y en la manufactura de tableros de partículas y material aislante. Se ha reportado que el polvo de estopa es una alternativa a las resinas sintéticas para el intercambio de iones para la remoción de iones de metales pesados en el tratamiento de aguas (27). Se ha observado que la incorporación de polvo de estopa a la mezcla de tierra usada en viveros induce un desarrollo radical más acelerado en comparación al uso de otras formas de materia orgánica y ese efecto se puede atribuir a la liberación de compuestos fenólicos del polvo de estopa (26).

La cáscara del coco, o endocarpo, se puede usar para hacer varios utensilios tales como tazones, tazas, cucharas y cucharones, pipas para fumar, ceniceros, floreros, cajas y juguetes. Cuando se usa como combustible, la ceniza resultante es alta en potasa (de 30 al 52 por ciento). La cáscara también rinde un carbón de alta calidad usado en filtros químicos. La “harina” resultante al moler muy fina la cáscara se usa industrialmente en la manufactura de plásticos para proporcionar lustre a los artículos hechos en moldes y para mejorar la resistencia a la humedad (35).

Las frondas del coco se usan para el techado, para mamparas, la construcción de paredes temporales y esteras. Las venas centrales de las hojuelas se usan como escobas. Las raíces se usan en algunas regiones como un componente de preparaciones medicinales para el tratamiento de la disentería, como enjuagues bucales y como palitos para mascar (5, 35). Se puede extraer un líquido dulce y rico en sucrosa (vino de palmera) de la inflorescencia. El “vino de palmera” a veces se fermenta para producir alcohol o vinagre. La yema terminal se come como un vegetal cocido en muchas regiones.

El aceite de coco tiene un número de usos medicinales en el sur de Asia (5). Se ingiere refinado como un sustituto para el aceite de hígado de bacalao, se usa tópicamente para rebajar la fiebre y para problemas respiratorios y se usa como un aceite para el cabello para prevenir canas. El endosperma

viejo y seco se usa como un ingrediente afrodisíaco en ciertas preparaciones y se usa también como un anti-helmíntico, específicamente para remover solitarias (5). Algunos cocos contienen las raras perlas de coco, de 1 a 3 cm de largo, las cuales están compuestas de carbonato de calcio. Estas perlas son muy apreciadas en ciertas culturas.

La madera exterior del tallo es de una fibra estrecha con haces vasculares pardo oscuros. Se trabaja a un acabado liso y adquiere un buen lustre (5). La densidad, contenido de humedad y el vigor de la madera de coco aumenta de arriba hacia abajo y de la zona interna hacia la periférica. Las densidades típicas de la madera varían entre 0.30 y 0.90 g por cm³ en el tercio exterior del radio del tallo y de 0.10 a 0.35 g por cm³ en el tercio interior del radio del tallo (20). La madera de coco analizada en las Filipinas con un peso específico de 0.50 g por cm³ mostró un módulo de ruptura al doblarse promedio de 306 kg por cm² (33). El contenido de humedad en el meollo en los extremos del maderaje de coco recién cortado se reportó como de 85 por ciento en la parte inferior y 75 por ciento en la parte superior (en base al peso húmedo) (33). La contracción lateral en cualquier dirección es de menos del 3 por ciento cuando se seca la madera verde a un contenido de humedad del 12 por ciento (20). A pesar de que la durabilidad natural del maderaje de coco es baja, la aplicación de preservativos químicos aumenta grandemente la resistencia de la madera a mancharse, a los hongos de la descomposición y al ataque por los insectos barrenadores de la madera (33). Cuando es tratada de manera apropiada, la madera de coco es un material excelente para postes para cercas y se puede usar para postes para el alambrado eléctrico y de comunicación (20). Es una materia prima adecuada para muebles, productos novedosos, elementos de construcción no estructurales, tableros de partículas, pulpa de papel, carbón y posiblemente el enchapado (33). La madera de coco se usa al presente para marcos e instalaciones, cajas, objetos caseros y otros propósitos a través de su área de distribución natural y artificial. La pulpa y el papel hechos de madera de coco tienen propiedades similares a aquellos de la mayoría de las especies frondosas, aunque la alta proporción de fibras cortas reduce significativamente su rendimiento (20).

La madera de coco es difícil de aserrar con hojas de serrucho ordinarias, pero las sierras con dientes de carburo de tungsteno pueden facilitar en gran medida el procesamiento de la madera (37). En décadas recientes, se han establecido aserraderos para tallos de coco en Fiji, Samoa Occidental, la Polinesia Francesa, Vanatu, Tuvalu, Papua en Nueva Guinea, la India, Indonesia, la República Popular de China y Jamaica. Estos eventos han sido facilitados por los avances en la tecnología para el procesamiento de la madera de coco y la mayor disponibilidad de la madera de coco procedente de plantaciones de edad avanzada (20).

GENÉTICA

Existe un número de variedades de coco en Asia, incluyendo las variedades altas y enanas; aquellas con frutas rojo naranja, amarillo ocre o verdes; aquellas con un endosperma fragante y aquellas con diferentes proporciones de cáscara y endosperma (12). Las múltiples variedades de coco se dividen en dos tipos primarios, conocidos como niu kafa y niu vai (9). Los tipos niu kafa, que se cree representan el tipo de coco salvaje, original y de evolución natural, tienen

frutas largas y angulares de hasta 15 cm de diámetro, con una nuez ovoide dentro de una cáscara firme y gruesa. Los tipos niu vai, que se creen derivados de la selección bajo cultivo hacia un mayor endosperma, poseen una fruta más esférica, de hasta 25 cm de diámetro, con una nuez de esférica a esferoide dentro de una cáscara delgada. Ambos tipos han sido cultivados y tipos intermedios se han desarrollado a través de la hibridización (9).

Se considera por lo general que *Cocos* es un género monoespecífico (12, 32), aunque algunas autoridades incluyen más de 60 especies usualmente asignadas a los géneros sudamericanos *Arecastrum*, *Aricuriroba*, *Barbosa*, *Butia*, *Chrysallidosperma*, *Lylocaryum*, *Microcoelum*, *Rhyticocos* y *Syagrus*; el género chileno *Jubaea*; el sudafricano *Jubaeopsis*, y el brasileño *Polyandrococcus* (6, 7).

LITERATURA CITADA

1. Anwar, S.; Hutomo, T. 1984. Coconut as a shade tree for cocoa. Buletin Balai Penelitian Perkebunan Medan. 15(1): 13-18
2. Bah, B. Assy. 1986. In vitro culture of coconut zygotic embryos. Oleagineux. 41(7): 321-326.
3. Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York: Macmillan. 1,200 p. Vol. 1.
4. Bavappa, K.V.A.; Kailasam, C.; Khader, K.B.A. [y otros]. 1986. Coconut and arecanut based high density multispecies cropping systems. Journal of Plantation Crops [Kerala, India]. 14(2): 74-87.
5. Blatter, Etherbert. 1926. The palms of British India and Ceylon. London: Oxford University Press. 600 p.
6. Bondar, G. 1941. Palmeiras do genero Cocos. Instituto Central de Fomento Economico da Bahia, Boletim. 9: 1-53.
7. Bondar, G. 1964. Palmeiras do Brasil. Instituto de Botanico, Boletim. 2.
8. Bonfils, J. 1982. Description of a new species of Cixiidae injurious to coconut plantations. Bulletin de la Societe Entomologique de France. 87(9/10): 381-384.
9. Buckley, Ralf; Harries, Hugh. 1984. Self-sown wildtype coconuts from Australia. Biotropica. 16(2): 148-151.
10. Capuno, M.B.; De Pedro, L.B. 1982. Varietal reaction of coconut to *Oligonychus oelascoi* Rimando using five mite-based biological parameters. Annals of Tropical Research. 4(4): 274-280.
11. Castillo, G.; Beer, J.W. 1983. Utilización del bosque y de sistemas agroforestales en la región de Gardi, Kuna Yala (San Blas, Panamá). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 90 p.
12. Corner, E.J.H. 1966. The natural history of palms. Berkeley, CA: University of California Press. 393 p.
13. Chellman, Charles W. 1978. Pests and problems of south Florida trees and palms. Tallahassee, FL: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Forestry. 103 p.
14. Fernandez de Olveido, Gonzalo. 1959. Natural history of the West Indies. Chapel Hill, NC: University of North Carolina Press. 140 p.

15. Figueroa, Julio C.; Totti, Luis; Lugo, Ariel E.; Woodbury, Roy O. 1984. Structure and composition of moist coastal forests in Dorado, Puerto Rico. Res. Pap. SO-202. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 11 p.
16. Francis, John K.; Liogier, Henri A. 1991. Naturalized exotic tree species in Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-82. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 12 p.
17. Gooding, E.G.B. 1974. The plant communities of Barbados. Bridgetown, Barbados: Government Printing Office. 243 p.
18. Griffith, R. 1980. The transmission of microorganisms associated with cedros wilt disease of coconuts. *Journal of the Agricultural Society of Trinidad and Tobago*. 80(4): 303-310.
19. Gruezo, Williams S.; Harries, Hugh C. 1984. Self-sown, wild-type coconuts in the Philippines. *Biotropica*. 16(2): 140-147.
20. Haas, A.; Wilson, L., eds. 1985. Coconut wood. Processing and use. FAO For. Pap. 57. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 58 p.
21. Henderson, A. 1988. Pollination biology of economically important palms. *Advances in Economic Botany*. 6: 36-41.
22. Kumar, P. Prakash; Raju, C.R.; Chandramohan, Mini; Iyer, R.D. 1985. Induction and maintenance of friable callus from the cellular endosperm of *Cocos nucifera* L. *Plant Science [Irlanda]*. 40(3): 203-207.
23. Little, Elbert L., Jr.; Skolmen, Roger G. 1989. Common forest trees of Hawaii. *Agric. Handb.* 679. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 321 p.
24. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
25. Liyange, M. de S.; Tejwani, K.G.; Nair, P.K.R. 1985. Intercropping under coconuts in Sri Lanka. *Agroforestry Systems*. 3(2): 215-228.
26. Lokesha, R.; Hahishi, D.M.; Shivashankar, G. 1988. Studies on use of coconut coir dust as a rooting media. *Current Research. University of Agricultural Sciences. Bangalore, India*. 17(12): 157-158.
27. Manas, A.E. 1988. Utilization of coconut coir dust for removing heavy metal ions from solutions. *Forest Products Research and Development Institute Journal*. 17: 19-36.
28. Mariau, D. 1986. Behavior of *Eriophyes guerreronis* Keifer with respect to different varieties of coconut. *Oleagineux*. 41(11): 499-505.
29. Martorell, Luís F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Department of Entomology. 303 p.
30. McCoy, Randolph E. 1988. What's killing the palm trees? *National Geographic*. 174(1): 120-130.
31. Moore, D.; Alexander, L. 1990. Resistance of coconuts in St. Lucia to attack by the coconut mite *Eriophyes guerreronis* Keifer. *Tropical Agriculture*. 67(1): 33-36.
32. Moore, H.E. 1963. An annotated checklist of cultivated palms. *Principes*. 7: 119-182.
33. Mosteiro, Arnaldo P. 1978. Utilization of coconut palm timber: its economic significance in some countries in the Tropics. *Forpride Digest*. 7(1): 44-57.
34. Nambiar, S.S.; Joy, P.J. 1988. Pest management in coconut. En: Aravindaksan, M.; Nair, R.R.; Wahid, P.A., eds. Six decades of coconut research. Trichur, India: Kerala Agricultural University: 103-113.
35. Opeke, Lawrence K. 1982. Tropical tree crops. Chichester, UK: John Wiley and Sons. 312 p.
36. Pannetier, C.; Buffard-Morel, J. 1982. Production of somatic embryos from leaf tissues of coconut, *Cocos nucifera* L. En: Japanese Association for Plant Tissue Culture. *Plant tissue culture 1982*. Tokyo, Japan: Japanese Association for Plant Tissue Culture: 755-756.
37. Peat, N. 1982. For the coconut's latest trick! *Timber. Development [New Zealand]*. 5(4): 18-20.
38. Rock, J.F. 1916. Palmyra Island with a description of its flora. *Bull.* 4. Honolulu, HI: College of Hawaii. [s.p.].
39. Selga, M. 1931. Father Francisco Ignacia Alzino, S.J.: an agricultural observer of the seventeenth century. *Philippine Agriculture*. 20: 367-369.
40. Serrano, R.C. 1988. The home-based pandan industry of Louisiana and Majayjay, Laguna. *Canopy International [las Filipinas]*. 14(1): 5-7.
41. Smith, E.S.C. 1985. A review of relationships between shade types and cocoa pest and disease problems in Papua New Guinea. *Papua New Guinea Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries*. 33(3/4): 79-88.
42. Sosamma, V.K.; Koshy, P.K. 1983. A note on the occurrence of *Cylindrocladium clavatum* Hodges and May in lesions caused by *Radopholus similis* on coconut roots. *Current Science*. 52(9): 438.
43. Sosamma, V.K.; Koshy, P.K.; Bhashara Rao, E.V.V. 1988. Response of coconut cultivars to the burrowing nematode, *Radopholus similis*. *Indian Journal of Nematology*. 18(1): 136-137.
44. Spaulding, Percy. 1961. Foreign diseases of forest trees of the world. *Agric. Handb.* 197. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 361 p.
45. Steward, F.C.; Shantz, E.M. 1959. The chemical regulation of growth (some substances and extracts which induce growth and morphogenesis). *Annual Review of Plant Physiology*. 10: 379-404.
46. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, UK: Clarendon Press. 1195 p. 3 vol.
47. U.S. Department of Agriculture. 1960. Index of plant diseases in the United States. *Agric. Handb.* 165. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 531 p.
48. Zakra, A.N.; Pomier, M.; Taffin, G. de. 1986. Initial results of an intercropping experiment of coconut with food crops in the Middle Cote d'Ivoire. *Oleagineux*. 41(8/9): 381-389.

***Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken**

Boraginaceae **Familia de las borrajas**

L.H. Liegel y J.W. Stead

Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken, conocido como capá prieto o laurel, es una especie tropical de madera dura que crece de México a Argentina. La especie frecuentemente sirve como sombra en cafetales y en pastizales. La madera es fácil de trabajar y el duramen, de un color oscuro, es un favorito de los ebanistas para carpintería fina.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El capá prieto es la especie de más amplia distribución del género *Cordia*, un género que incluye alrededor de 200 especies que van de arbustos a árboles de gran tamaño. La distribución geográfica es muy extensa, desde la latitud 25° N. hasta la 25° S., o aproximadamente desde el Estado de Sinaloa, en México, hasta Misiones en Argentina (30). La distribución también incluye la mayoría de las Indias Occidentales (16). Se cree que el capá prieto fue introducido en Jamaica (13) y fue inicialmente plantado en Surinam como una especie exótica de plantación en 1967 (36). Se le ha también plantado como una ornamental en la Florida (16). Por lo general, los mapas de distribución local no se encuentran disponibles, excepto para México (7), Colombia (37) y Puerto Rico (16), en donde la distribución se proporciona tanto para las zonas geográficas como gubernamentales. En Puerto Rico, el capá prieto crece en más de la mitad de las municipalidades, en 8 de los 13 bosques estatales y en el Bosque Experimental de Luquillo.

Clima

Se reporta que el capá prieto crece mejor en las zonas de vida forestales tropical húmeda y tropical muy húmeda (11, 12), en donde la precipitación anual promedio varía entre 2000 y 5000 mm y la temperatura anual promedio es de 24 °C. Pero en Trinidad (21) el mejor crecimiento del capá prieto se observó fuera de los bosques pluviales, en donde la precipitación anual fue de entre 1270 y 1900 mm. La distribución natural del capá prieto en Puerto Rico parece seguir este patrón (19). En la América Central y las Indias Occidentales, el capá prieto crece en las zonas de vida forestales tropical o subtropical seca; la precipitación anual promedio es de alrededor de 750 a 2000 mm y la temperatura anual promedio de 25 a 27 °C. El crecimiento es mucho más lento y la forma menos impresionante en las áreas más secas. En Puerto Rico el capá prieto crece más que nada en los bosques costeros subtropicales húmedos o en los bosques subtropicales muy húmedos de tierras altas (17) en donde la precipitación anual promedio varía entre aproximadamente 1000 mm y 3500 mm o más. Ocurre en Puerto Rico con menor frecuen-

Capá prieto, laurel

cia en el bosque subtropical seco, en donde la precipitación anual promedio es de entre 600 y 1000 mm.

Suelos y Topografía

La distribución altitudinal del capá prieto es amplia, desde cerca del nivel del mar en varios países, incluyendo a Puerto Rico, hasta los 2,000 m en las tierras altas de Colombia. Crece con mayor frecuencia debajo de los 500 m. El capá prieto crece mejor en los suelos de textura mediana y bien drenados y no tolera ya sea el drenaje pobre interno o las condiciones anegadas. No es una especie demandante en cuanto a sus requisitos de nutrientes, adaptándose bien a las áreas degradadas y abandonadas, los pastizales y los cultivos migratorios. La topografía adecuada para el capá prieto va de las tierras bajas planas costeras, con arenas profundas e infértiles y poca materia orgánica (Entisoles u Oxisoles), tal como en Surinam (36), hasta las tierras altas montañosas muy escarpadas, con unos suelos volcánicos profundos, fértiles y ricos en materia orgánica (Andosoles-Inceptisoles), tal como en Colombia y Costa Rica (29). En Puerto Rico, el capá prieto crece en los suelos poco profundos de las tierras altas volcánicas húmedas (Inceptisoles), en las arcillas rojas profundas de las tierras volcánicas de húmedas a muy húmedas (Ultisoles) y en los suelos poco profundos sobre piedra caliza (Alfisolos).

Cobertura Forestal Asociada

El capá prieto se encuentra asociado con otras especies pioneras comunes al margen de los caminos y carreteras o en claros en los bosques maduros, los bosques en galerías o en las sabanas que se encuentran sujetas a los disturbios naturales o humanos. Algunas de estas especies, como el yagrumo hembra (*Cecropia schreberiana*) y el yagrumo macho (*Schefflera morototoni*), tienen una distribución extensa que coincide con la del capá prieto a través de las Indias Occidentales y la América Tropical. En el bosque subtropical seco de Puerto Rico, el capá prieto crece con el almácigo (*Bursera simaruba*), el guayacán (*Guaiacum officinale*) y las especies comunes exóticas naturalizadas como el mesquite (*Prosopis juliflora*) y el tamarindo (*Tamarindus indica*). En el bosque subtropical húmedo se encuentra asociado con el roble blanco (*Tabebuia heterophylla*), el cedro hembra (*Cedrela odorata*), el algarrobo (*Hymenaea courbaril*), el jagüey blanco (*Ficus citrifolia*) y las especies comunes exóticas como el flamboyán (*Delonix regia*) y la caoba dominicana (*Swietenia mahagoni*). Crece también en el bosque tabonuco perturbado (*Dacryodes excelsa*), junto con el yagrumo macho y el guano o balsa (*Ochroma pyramidale*). El bosque tabonuco es el bosque residual natural maduro del bosque subtropical muy húmedo (17).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—En Costa Rica, el capá prieto alcanza la madurez sexual en un período de 5 a 10 años (12). Algunas de las procedencias de Costa Rica han florecido a los 4 años y producido semillas viables a los 5 años cuando plantadas en Surinam (36).

Las flores son perfectas y estrechamente agrupadas en una panícula terminal muy ramificada, de 10 a 30 cm de ancho. El cáliz es cilíndrico, con 11 nervaduras o costillas prominentes. La corola es blanca, con lóbulos oblongos persistentes, de 5 a 7 mm de largo y de 1.5 a 3.5 mm de ancho. Existen cinco estambres blancos de comportamiento erecto y que sobresalen mucho más allá del estilo exserto, el cual es bifurcado, cada lado poseyendo dos estigmas anchos (16, 30).

La fenología varía considerablemente a través de su distribución, un fenómeno común para las especies forestales con unas distribuciones amplias. Los períodos de florescencia principales en la América Central ocurren de febrero a marzo (30) y se extienden a través del mes de mayo en Costa Rica por lo menos (24). En la parte sur de su distribución, como en Surinam, la florescencia ocurre más temprano, entre diciembre y el final de enero (36). En Puerto Rico no existen unas temporadas secas o lluviosas bien marcadas y la florescencia ocurre casi en cualquier estación (16). El capá prieto florece también a través de todo el año en Colombia y Ecuador, pero con variaciones altitudinales: las áreas altas y muy húmedas florecen más temprano durante el año, mientras que las áreas bajas y secas florecen más tarde, hasta durante julio y agosto (23). La polinización ocurre mediante el viento o los lepidópteros y posiblemente por las abejas (12). Los árboles presentan unas masas de flores que son muy conspicuas incluso a grandes distancias. Si los censos se sincronizan con los períodos anticipados de florescencia, las distribuciones locales o regionales pueden ser determinadas con facilidad y con una precisión razonable (30).

Las frutas son cilíndricas y se maduran en un período de 1 a 2 meses después del inicio de la florescencia. Las nuececillas son oblongas y contienen una semilla de 6 mm de largo. Las semillas son dispersadas por el viento, pero pueden persistir en los árboles por varias semanas después de la maduración. La caída de las semillas es por lo usual considerablemente variable, ya que el capá prieto florece a través de todo el año. En la América Central, la caída principal de las semillas ocurre en abril y mayo (33).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Una corola persistente actúa como un paracaídas para la semilla. Los árboles individuales producen entre 2 y 8 kg de semillas, encontrándose entre 42,000 y 100,000 semillas por kilogramo (30, 33, 36). El procedimiento óptimo para la recolección de semillas, basado en los trabajos de recolección de procedencias del Instituto de Dasonomía de Oxford (Oxford Forestry Institute), en la Universidad de Oxford en el Reino Unido (30), es como sigue:

1. Recolecte las frutas cuando cambien de un color verde a un color pardo, mediante el sacudir el árbol entero o las ramas individuales, de manera que las semillas o las frutas caigan sobre mallas o toldos. Bajo condiciones normales, el proceso de sacudir y recolectar deberá preceder la caída natural de las semillas por 2 ó 3 semanas. Solamente se deberá recolectar las semillas maduras; las frutas no deberán ser

arrancadas de las ramas.

2. Reduzca el contenido de humedad de las semillas a un 10 por ciento o menos mediante el secado en hornos de aire forzado a una temperatura de alrededor de 70 °C. De acuerdo a la experiencia del Instituto de Dasonomía de Oxford, las semillas recolectadas mediante el sacudido antes de la caída natural de las semillas tienen por lo usual un contenido de humedad del 10 por ciento o menos. La evidencia recaudada en Costa Rica sugiere que el secado al sol puede ser dañino para las semillas.

3. Almacene las semillas a un nivel de humedad bajo y a una temperatura de cerca de 5 °C en contenedores con tapa de rosca. Las semillas sin refrigerar pueden perder completamente su viabilidad en un período de 5 a 6 meses (33). Las semillas recolectadas y procesadas de acuerdo a las recomendaciones del Instituto de Dasonomía de Oxford han mantenido una buena viabilidad y mostrado una germinación del 50 al 70 por ciento después de 3 años en almacenamiento. Las semillas deberán germinarse inmediatamente después de ser removidas de las condiciones refrigeradas (30).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea. Las semillas del capá prieto (fig. 1) germinan entre 5 y 20 días después de caer si existe una cantidad suficiente de humedad en el suelo y un sustrato mineral apropiado. Las prácticas de germinación y de vivero varían entre los países



Figura 1.—Regeneración natural del capá prieto, *Cordia alliodora*, en la Provincia de Limón, Costa Rica.

que al presente plantan el capá prieto para los propósitos investigativos o comerciales. Las plántulas silvestres tuvieron éxito en Puerto Rico al final de la década de 1940 (20). El plantado en montículos y el arado o la quema con una protección subsecuente de las semillas sembradas han tenido éxito en Costa Rica (31). En Surinam, las semillas se siembran directamente en bolsas plásticas o se desentieran las plántulas jóvenes a partir de semilleros especialmente preparados, ubicados directamente debajo de árboles productores de semillas selectos (36). En Colombia, las semillas se siembran directamente en semilleros en el vivero. El rendimiento es de alrededor de 20,000 plántulas por kilogramo de semillas, pero solamente las plántulas más vigorosas son transplantadas a bolsas plásticas a partir de las bandejas de germinación (29).

Se han usado varios tipos de mezclas de tierra para los semilleros en el vivero o para las plántulas en bolsas. Entre estas mezclas se encuentran la arcilla en Belice, la arena de río lavada y esterilizada en Nepal, el subsuelo bien labrado y fértil en Colombia y una mezcla a partes iguales de arcilla, arena y tierra negra en Brasil (30). En Colombia, la germinación ha sido pobre con el uso de mezclas de tierra con arena (2). La vermiculita fina ha tenido más éxito en Costa Rica que la arena o margas convencionales (12). No parece existir ningún requisito particular en cuanto a la esterilización de la tierra.

No parece existir aún consistencia en la determinación del tamaño óptimo de las plántulas para el trasplante o el trasplante al campo (30). Se reporta que los criterios para el trasplante de las plántulas son de 3 cm de alto en Brasil, 14 días de edad en Nigeria, de 2 meses en Belice, la etapa de cuatro hojas en Ecuador y la etapa de las dos hojas completas en Fiji. El trasplante al campo se ha efectuado después de que las plántulas han estado en el vivero por 10 meses en Belice, 5 meses en Liberia, de 5 a 8 meses en Surinam y de 2 a 6 meses en Costa Rica (30). Las plántulas transplantadas al campo en Colombia tienen por lo menos 15 cm de alto y el diámetro mínimo del tallo inferior recomendado es de 20 mm (30). El plantado de tocones, usando una plántula alzada y podada para obtener de 10 a 15 cm de raíces y de 5 a 15 cm de tallo, es ahora probablemente el método preferido para el trasplante al campo.

El crecimiento inicial de las plántulas después del trasplante al campo es por lo usual rápido. En Surinam, las plantas han crecido aproximadamente de 2 a 3 m por año después de 3 años (36). Ciertos individuos de Trinidad y Costa Rica tuvieron 7 m de alto y de 11 a 17 cm en d.a.p. después de 3 años (12). Un plantío de 2 años de edad en Colombia promedió 1.9 m de altura y tuvo una supervivencia del 86 por ciento (3). En Surinam, después de 7 años el crecimiento anual promedio en altura fue de 2.6 a 2.9 m en arenas y de 2.0 a 2.2 m en los suelos de una textura más pesada (36).

El uso de abonos no ha tenido éxito en el mejoramiento de la altura o el crecimiento en diámetro juveniles (12). En una prueba, varias combinaciones de nitrógeno, fósforo y potasio no afectaron ni el crecimiento en altura ni el crecimiento en el diámetro del capá prieto en Costa Rica. En otra prueba, el crecimiento de las plántulas de capá prieto 1 año después del trasplante al campo no fue significativamente diferente entre aquellas parcelas de sólo capá prieto fertilizadas o sin fertilizar o entre las parcelas de capá prieto plantadas junto con maíz, fertilizadas o sin abonar (4).

Por lo menos dos observaciones en el laboratorio han mostrado que la luz y la temperatura afectan el crecimiento de las plántulas (12), con el mejor régimen siendo un día largo (de 14.5 horas) y una temperatura alta y constante de 30 °C. El crecimiento en altura ocurre en brotes periódicos durante la temporada de crecimiento; cuando las ramas se encuentran en proceso de alargamiento, el crecimiento terminal es lento. La actividad del cambium comienza al mismo tiempo que los terminales inician el brote. En Costa Rica, los anillos de crecimiento son casi siempre anuales (32). Sin embargo, la división entre la madera de verano y la madera temprana no es siempre clara o abrupta, de manera que se necesitan de varios discos a diferentes niveles en el fuste para detectar todos los anillos de crecimiento.

Reproducción Vegetativa.—El rebrote y la ramificación epicórmica en los árboles jóvenes lastimados se han reportado en Costa Rica (12). En Trinidad se observó el rebrote a partir de las raíces laterales (21). Pero las investigaciones en esta área en particular parecen ser inexistentes, a excepción del uso de estacas de tallos y ramas en los trabajos para el mejoramiento del capá prieto en Colombia (14, 35).

Etapas del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El capá prieto maduro es un árbol de tamaño de mediano a grande. Bajo unas condiciones de crecimiento óptimas puede alcanzar 30 m y alrededor de 100 cm en d.a.p. (12). Con mayor frecuencia tendrá unos 20 m de altura y 46 cm en d.a.p. El fuste es cilíndrico y erecto, con ramas en verticilos apareciendo en capas horizontales. Existe una buena poda natural por un 50 ó 60 por ciento del fuste, incluso en los árboles creciendo a campo abierto. Los contrafuertes son pequeños, extendiéndose de 0.9 a 3.0 m hacia arriba de la superficie.

La corteza exterior es pardo verdusca en los árboles jóvenes, volviéndose gris clara o parda y con fisuras ligeras a la madurez. La corteza interior es pardo clara, fibrosa y sin sabor. Emite un ligero olor a ajo, lo que originó su nombre científico (16). A pesar de que el capá prieto es nativo a la América Tropical, no es aun una especie de plantación de importancia en los Hemisferios Occidentales u Orientales. Debido a esto, casi todos los registros sobre el crecimiento han sido recolectados de árboles creciendo en bosques naturales. En los rodales de mayor edad y maduros (de más de 80 años), es común encontrar solamente un individuo por cada 2.0 hectáreas. En los rodales más jóvenes (de menos de 30 años), en donde las especies tolerantes no han tenido tiempo aún de crecer por encima del capá prieto, se pueden encontrar agrupaciones de unos pocos hasta 30 o más individuos a poca distancia. No existen reportes sobre la longevidad total.

De acuerdo a la experiencia del Instituto de Dasonomía de Oxford con las recolecciones de procedencias en el campo, los mejores rodales de capá prieto se encuentran en la costa caribeña de Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Los rodales naturales de capá prieto de mayor edad para los cuales se ha recolectado información sobre el crecimiento se encuentran en las tierras bajas del lado atlántico de Costa Rica (12); el d.a.p. registrado fue de 79, 89 y 91 cm para árboles de 40, 50 y 60 años de edad, respectivamente. El crecimiento anual promedio para un árbol promedio a los 40 años fue de 0.19 m³. Existe una tabla de volumen con unas alturas y d.a.p. límites de 24 m y 76 cm para el capá prieto encontrado en un

bosque de crecimiento secundario en las provincias de Alajuela y Heredia en el norte de Costa Rica (22).

El capá prieto crece bien en siembras mixtas con cosechas agrícolas (40). En la región cafetalera de Chinchina, en Colombia, a una elevación de 1,400 m, en una plantación con entre 100 y 200 árboles de capá prieto por hectárea, el capá prieto pudo producir de 49 a 74 m³ por hectárea por año en un período de 20 años (25). Al sembrarlo junto con el café en Costa Rica (41), el capá prieto tuvo un incremento anual promedio de 10.8 m³ por hectárea en una plantación de 15 años de edad.

Se establecieron en Nigeria por primera vez unas plantaciones puras de capá prieto en 1922 (30). Existe información cuantitativa sobre el crecimiento sólo para Costa Rica, Puerto Rico y Surinam. Hasta la edad de 20 años en Costa Rica (tabla 1), los incrementos anuales promedio en altura y d.a.p. fueron de un poco más de 1.0 m y 15 mm, respectivamente. Después de los 20 años, el crecimiento pareció frenarse un tanto. Extrapolando a partir de información recolectada por 7 años en Surinam, el capá prieto podría alcanzar un d.a.p. mínimo medido en la corteza exterior de alrededor de 40 cm en 25 años (36). El crecimiento en d.a.p. proyectado es de 40 a 50 cm a los 20 años para plantaciones en Colombia (29). En las plantaciones jóvenes de Puerto Rico (tabla 2), la altura y el d.a.p. fueron mejores en los bosques subtropicales húmedos y muy húmedos que en los bosques subtropicales secos; pero el crecimiento en altura en las pendientes escarpadas fue más pobre que el crecimiento en altura en las pendientes uniformes o más bajas en los bosques subtropicales muy húmedos.

Las variaciones en el sitio afectan el crecimiento del capá prieto. En Costa Rica, el crecimiento fue pobre en los suelos superficiales pedregosos y en una pendiente escarpada con un desarrollo del perfil menor que una área plana adyacente (4). En Surinam, el mejor crecimiento en el diámetro en los suelos arenosos ocurrió en las pendientes inferiores en donde los horizontes inferiores habían acumulado suficiente arcilla aluvial como para retener la humedad en el suelo durante los períodos secos prolongados (36). En los suelos con una textura más pesada, el mejor crecimiento ocurrió también en las pendientes inferiores; la textura del horizonte A fue más ligera (arena margosa) y el drenaje interno fue mejor allí que en las cimas en donde el drenaje fue pobre debido a las acumulaciones de plintita (36). Las observaciones en

Tabla 1.—*Altura y d.a.p. del capá prieto, Cordia alliodora, en plantaciones en Los Diamantes y Turrialba, Costa Rica*

Lugar de la plantación	Edad	Total	
		Altura	Diámetro
	Años	m	cm
La Isla (4)	29.9	22.0	25.1
Los Diamantes (12)	24.0	29.3	37.8
Bajo Chino (pendiente) (4)	18.4	nd *	19.6
Bajo Chino (llano) (4)	18.4	nd	25.4
Bajo Chino (4)	17.0	nd	30.7
“Old Arboretum” (12)	13.0	13.2	16.6
“Old Arboretum” (12)	13.0	19.6	22.2
Florencia Norte (4)	12.8	nd	18.6
“Old Arboretum” (12)	10.0	13.4	21.0

* No disponible.

Puerto Rico y en otras partes indican que el crecimiento en las plantaciones disminuye, tal vez de manera considerable, antes de alcanzar el tamaño aserrable.

Comportamiento Radical.—No se sabe de investigaciones activas sobre el desarrollo de las raíces. El arraigamiento se ha reportado como profundo y extenso en Fiji (30) y grande y esparcido con raíces laterales en la superficie y algunas veces con una raíz pivotante profunda en Puerto Rico (39). En ambos países, el capá prieto ha sufrido pocas volcaduras y quiebra de tallos en la copa durante las tormentas ciclónicas.

Reacción a la Competencia.—Las investigaciones silviculturales sobre el capá prieto se encuentran todavía en su infancia. Se está haciendo progreso a medida que más países reconocen el valor de los productos de la madera de capá prieto y el potencial de la especie para el crecimiento rápido. Cualquier técnica silvicultural deberá considerar que el capá prieto se clasifica como una especie pionera intolerante, con una alta demanda de luz para su mejor crecimiento.

Se han efectuado esfuerzos, con un éxito limitado, para promover la regeneración natural en Costa Rica mediante la tala mecánica o el envenenamiento de las especies indeseables en sitios selectos (4). Sin embargo, se necesitan de un tiempo y recursos financieros considerables para contro-

Tabla 2.—*Altura y d.a.p. del capá prieto, Cordia alliodora, en diferentes sitios en Puerto Rico*

Localidad	Edad	Altura	Diámetro	Zona de vida	Suelos	Pendiente
Vivero de Catalina , (38) Reserva de la Biósfera de Luquillo	10	17.0	11.9	Subtropical muy húmeda	Ultisol	Leve
Terreno 105 (19) Reserva de la Biósfera de Luquillo	6	6.7	7.1	Subtropical húmeda	Inceptisol	Escarpada
	8	7.6	8.9	Subtropical húmeda	Ultisol	Moderada
Bosque Estatal de Toro Negro (19)	8	4.6	nd*	Subtropical muy húmeda	Inceptisol	Escarpada
Bosque Estatal de Carite (20)	9	10.7	12.7	Subtropical muy húmeda	Ultisol	Leve
Bosque Estatal de Guilarte (20)	6	3.6	2.4	Subtropical muy húmeda	Ultisol	Inferior
Bosque Estatal de Guanica (20)	10	5.0	9.0	Subtropical seca	Aluvio	Fondo del valle

*No disponible.

lar las malas hierbas o los arbustos y árboles más tolerantes una vez se haya establecido la siembra natural de semillas. Entre otros sistemas de regeneración natural se encuentran los plantíos en línea y de enriquecimiento (12). En los plantíos en línea, se talan unas fajas a través del bosque natural y se plantan plántulas o tocones de capá prieto a unos espaciamientos especificados a lo largo de la línea. La sombra de los bosques adyacentes no parece reducir el crecimiento de *C. trichotoma* en Argentina (5).

En Surinam, los planteles de enriquecimiento han sido efectuados de dos maneras (36). En el primer método, las especies forestales naturales comerciales se remueven y todas las plantas indeseables se envenenan o se cortan 1 ó 2 años antes de la fecha de plantación anticipada. Las plántulas de capá prieto se plantan a continuación en grupos de tres, a una distancia de 1 m, de manera que cada plántula es el ápice de un triángulo equilátero. El espaciamiento entre los grupos es de 10 por 5 m, o el equivalente de 200 grupos por hectárea. Al final de la rotación quedan alrededor de 130 a 150 árboles por hectárea. Cualquier regeneración natural del capá prieto presente se deja cuando tiene lugar la plantación.

En el segundo método usado en Surinam, todas las especies comerciales con unos diámetros de 20 a 40 cm se dejan después de la explotación maderera inicial de unos bloques de 12.5 hectáreas. Luego se establecen unas hileras de 250 m de largo y con un espaciamiento entre sí de 1.5 m con una orientación de este a oeste; se cavan hoyos para el plantado de las plántulas de capá prieto a intervalos de 10 m a lo largo de las líneas. El desyerbado de las plántulas se lleva a cabo con machetes o mediante el envenenamiento. El primer entresacado se efectúa a los 3 años y se deja el mejor árbol de cada grupo.

El capá prieto se estableció exitosamente en 1945 en Puerto Rico y en 1963 en Costa Rica a través del método Taungya, en el cual las plántulas se plantan entre hileras de siembras agrícolas; cuando las siembras se cosechan, las plántulas se dejan en su lugar (1). Existen ahora varios sistemas agroforestales bajo estudio en Costa Rica para determinar si el capá prieto se puede cultivar con éxito en asociaciones con varios cultivos de cosecha (4). Algunas observaciones de campo muestran que el capá prieto crece mejor cuando se permite que los matorrales forestales secundarios formen el sotobosque que cuando las gramíneas predominan, como ocurre en las parcelas sujetas a repetidas limpiezas (12). Puede ser que las raíces de las gramíneas presenten una mayor competencia a los árboles de capá prieto que los otros arbustos secundarios.

Agentes Dañinos.—Los roedores y las aves destruyen muchas de las semillas en los claros en el bosque o en las áreas con una siembra directa de semillas en donde no están protegidas o cubiertas (31). Los coleópteros del género *Amblycerus* dañan también las semillas de capá prieto (12). En el vivero, las plántulas han sido infectadas por una mancha foliar en Puerto Rico e infestadas por *Phyllophaga* spp. en Venezuela (12). Los terminales de las plántulas transplantadas al campo son muy susceptibles al daño o la malformación debido a las hierbas y enredaderas en competencia (26).

Se encontraron más de 212 tipos de insectos en el capá prieto en Panamá, pero ni los árboles ni las plántulas mostraron señales de un daño serio (12). En Puerto Rico, el follaje del capá prieto ha sido sujeto a un intenso ataque por *Dictyla montropidia* (20). Un tizón causante de úlceras,

Puccinia cordiae, ataca al capá prieto en las Indias Occidentales y se le ha reportado en Guatemala (12). Las úlceras se forman en la base de las ramas laterales jóvenes y son la fuente de unas infecciones secundarias usualmente de mayor seriedad. Los árboles plantados en los sitios muy húmedos son muy susceptibles. En las Islas Salomón, una gangrena negra fungal o viral (se desconoce la especie) ha causado un daño severo a los nudos en los tallos principales (30). Puede ser que exista una relación entre esta enfermedad y el hecho de que estas islas permanecen húmedas continuamente, sin una estación seca definida. Los muérdagos (Loranthaceae) son también un problema en ciertas áreas (12). Por lo menos una gramínea, *Melinis minutiflora*, ha mostrado un efecto adverso sobre el crecimiento del capá prieto cuando se aplicaron unos extractos de la misma sobre las plántulas jóvenes de capá prieto (12). Las hormigas "domitia" son comunes en los nudos ensanchados de las ramas laterales del capá prieto. Tienen una mayor prominencia en la América Central y el noroeste de la América del Sur, encontrándose casi totalmente ausente de las Indias Occidentales. Las hormigas por lo usual no causan daño a las plantaciones de capá prieto.

USOS

A través de su distribución, el capá prieto se usa también como sombra en cafetales y en plantaciones de cacao, a la vez que en pastizales. Tanto las semillas como las hojas son usadas en la medicina casera (15). El capá prieto es adecuado para los propósitos ornamentales en las áreas residenciales urbanas y se le ha sometido a pruebas para la producción de miel debido a su copiosa producción de flores (16). En Brasil el capá prieto rindió 266 litros de etanol por tonelada de material seco; esto se compara bien con un rendimiento de 325 litros por tonelada producido por *Protium* spp., la cual tuvo el mejor rendimiento de todas las especies sometidas a prueba (28).

Falta todavía una evaluación completa del capá prieto para la producción de pulpa; las propiedades físicas y mecánicas de la madera aserrada y en rollizo son considerablemente buenas. Las propiedades de fortaleza general son buenas y similares a aquellas de la caoba (6, 9, 34). El peso específico varía entre 0.44 y 0.52 (10). El material recién talado se seca con rapidez, con una poca cuarteadura y torcedura; el encojimiento volumétrico es de aproximadamente un 9 por ciento. La madera es fácil de trabajar, toma un acabado liso y se encola con facilidad (18). El duramen no es receptivo a los tratamientos con preservativos, pero posee cierta resistencia a los hongos, las termitas y la polilla de mar (6). El grado de resistencia parece estar relacionado a el color del duramen, encontrándose una mayor resistencia en la madera más oscura que en el duramen más claro. El color del duramen se usa también en la América Central para distinguir entre la madera de laurel blanco y la madera de laurel negro (27). La primera se ve asociada con las especies del género *Cordia* de madera blanda, tal como *C. alliodora*; la segunda está asociada con las especies de *Cordia* más duras y de mayor densidad (con un peso específico de 0.63 a 0.84), tal como *C. gerascanthus* (6). Las variaciones en el color del duramen dentro de cualquiera de dos grupos principales podrían ser causadas por las propiedades locales del sitio a la vez que por la edad (27).

GENETICA

Existe un nivel de confusión considerable con respecto a la taxonomía del capá prieto. Unas grandes variaciones en el clima, los suelos y la elevación dentro de su extensa distribución natural contribuyen a las grandes diferencias en la fenología de la florescencia y la producción de frutos, a la vez que en los rasgos morfológicos tales como el tamaño de las flores y las hojas (30). Por lo tanto, *Cordia alliodora* tiene varios sinónimos botánicos. Los más comunes son *Cerdana alliodora* y *Cordia gerascanthus*. Existen dudas con respecto a si *Cordia trichotoma*, que crece en Brasil y Argentina, es en verdad una especie diferente o si es tan solo una variedad de *C. alliodora* (30).

Se han reconocido dos diferentes razas en Costa Rica y probablemente existan a través de la extensa distribución natural, la cual incluye hábitats muy húmedos y secos (12). El capá prieto fue incluido en el Reporte sobre las Prioridades en los Recursos Genéticos Forestales para México, el Caribe y la América Central y del Sur del Panel de Expertos de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) de 1977 (8). Debido a su extensa distribución, la especie no se encuentra en peligro de desaparecer, pero existen muchas áreas, en Colombia por ejemplo, en donde la corta excesiva podría llevar a la destrucción de las poblaciones locales. Por esta razón y el hecho de que la especie exhibe un rápido crecimiento en las plantaciones y es útil para la manufactura de varios productos de madera, existe una urgente necesidad para los trabajos de recolección, botánicos y de ecología genética.

Al presente, el programa de recolección más vigoroso para la prueba de procedencias es el coordinado por el Instituto de Dasonomía de Oxford. Desde 1977 se han efectuado 19 recolecciones nativas y 2 exóticas dentro de una distribución altitudinal de 50 a 2,000 m y una precipitación de entre 1040 y 4700 mm. La mayoría de los resultados han sido analizados para pruebas de tan solo un año de duración. No es posible aun el determinar unas tendencias definitivas, pero la fuente de semillas de la Finca La Pineda ha mostrado unos buenos resultados de una manera consistente, al igual que las de la Finca La Fortuna y San Francisco en la costa norte de Honduras. Las fuentes de Costa Rica han dado por lo general unos resultados pobres en el vivero, pero el comportamiento de los árboles sobrevivientes ha sido bueno bajo las condiciones de campo (30). Una recolección diferente de 24 árboles "plus" de Costa Rica dió resultados pobres en Puerto Rico entre 1976 y 1978 y la prueba se terminó después de 2 años (42). Los trabajos de mejoramiento arbóreo se están efectuando también en Colombia; 31 árboles superiores fueron seleccionados en 1978 (35). Se han también designado áreas de recolección de semillas en Costa Rica y Colombia (29). A medida que se ponen en camino las pruebas coordinadas por el Instituto de Dasonomía de Oxford y se analiza mayor información, saldrán a luz las tendencias con respecto a la adaptación de las procedencias del capá prieto en cuanto a las condiciones particulares del suelo, el clima y las regiones altitudinales.

LITERATURA CITADA

1. Aguirre, Avelino. 1963. Estudio silvicultural y económico del sistema taungya en las condiciones de Turrialba. Turrialba. 13: 168-171.
2. Cartón de Colombia. 1976. Concesión forestal Bajo Calima, 1953-1975. Día de campo, Marzo 11, 1976. Cali, Colombia: Celulosa y Papel de Colombia, S.A. 89 p.
3. Cartón de Colombia. 1978. Adaptación de especies y aspectos ecológicos forestales—reunión anual de investigación forestal Restrepo Valle, Marzo, 1978. Cali, Colombia: Celulosa y Papel de Colombia, S.A. 90 p.
4. Combe, Jean; Gewald, Nico J., eds. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 378 p.
5. Cozzo, Domingo. 1964. Auspiciosos resultados en un ensayo de enriquecimiento del bosque subtropical de Misiones mediante plantación en su interior de *Cordia trichotoma*. Revista Forestal Argentina. 8(2): 42-44.
6. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 464 p.
7. Echenique-Manrique, Ramón. 1970. Descripción, características y usos de 25 maderas tropicales mejicanas. Colima, Méjico: Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. [s.p.].
8. Food and Agricultural Organization. 1977. Report of the fourth session of the FAO panel of experts on forest gene resources. FO:FGR4 Rep. Rome, Italy. 75 p.
9. Fondo de Promoción de Exploraciones. [s.f.]. Maderas colombianas. Bogotá, Colombia. 177 p.
10. González, T.; Marta, E.; Luis, Llach C.; Guillermo Gonzalez, T. 1971. Maderas latinoamericanas. 7. Características anatómicas, propiedades fisicomecánicas, de secado, y tratabilidad de la madera juvenil de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. Turrialba. 21: 350-356.
11. Holdridge, L.R. 1970. Inventariación y demostraciones forestales—Panamá. Manual dendrológico para 1000 especies arbóreas en la República de Panamá. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. PNUD/FAO Publicación FOR:SF/PAN 6. Informe Técnico 1. Roma: Organización para la Agricultura y la Alimentación. 325 p.
12. Johnson, Paul; Morales, Roger. 1972. A review of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. Turrialba. 22: 210-220.
13. Johnston, Ivan M. 1949. Studies in the Boraginaceae. 18. Boraginaceae of the southern West Indies. Journal of Arnold Arboretum. 30: 85-138.
14. Koenig, Armin; Melchior, G.H. 1978. Propagación vegetative en árboles forestales. INDIRENA/PNUD/FAO/CONIF. Bogotá, Colombia: Proyecto Investigaciones y Desarrollo Industrial Forestales. COL/74/005. PIF 9. 38 p.
15. Little, Elbert L., Jr. 1973. Árboles del noreste de Nicaragua. Documento de Trabajo 2A, FO:SF/NIC 9. No. 13. Roma: Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas, Instituto de Fomento Nacional, y la Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación. 77 p.
16. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.

17. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O. 1976. Trees of the Caribbean National Forest, Puerto Rico. Res. Pap. ITF-20. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 27 p.
18. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods—their machining, seasoning, and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
19. Marrero, José. 1947. A survey of the forest plantations in the Caribbean National Forest. Ann Arbor, MI: University of Michigan. 167 p. Tesis de M.S.
20. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. Caribbean Forester. 11(3): 107-147.
21. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
22. McCaffrey, Dennis. 1972. Volume tables for laurel, *Cordia alliodora*, in northern Costa Rica. Turrialba. 22: 449-453.
23. Melchior, G.H. 1977. Programa preliminar de un ensayo de procedencia de *Cordia alliodora*, *Cupressus lusitanica*, u otras especies nativas y exóticas. INDIRENA/PNUD/FAO/CONIF. Bogotá, Colombia: Proyecto Investigaciones y Desarrollo Industrial Forestales. COL/74/005. PIF 7. 15 p.
24. Opler, Paul A.; Baker, Herbert G.; Frankie, Gordon W. 1975. Reproductive biology of some Costa Rican *Cordia* species (Boraginaceae). Biotropica. 7: 234-247.
25. Peck, R.B. 1976. Sistemas agro-silvo-pastoriles como una alternativa para la reforestación en los trópicos americanos. Tomo 2. Mérida, Venezuela: Seminario Nacional de Plantaciones Forestales. Sociedad Venezolana de Ingenieros Forestales. 13 p.
26. Peck, Robert Barton. 1976. Selección preliminar de especies aptas para el establecimiento de bosques artificiales en tierra firme del litoral pacífico de Colombia. Boletín del Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación. 50: 29-39.
27. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
28. Reicher, Fanny; Odebrecht, Sieg; Correa, Joao Batista Chaves. 1978. Composicao em carboidratos de algumas especies florestais da Amazonia. Acta Amazonica. 8: 471-475.
29. Salas, Gonzalo de las. 1981. El laurel (*Cordia alliodora*); una especie forestal prometedor para el trópico americano: evidencias en Colombia y Costa Rica. En: Whitmore, J.L., ed. Proceedings, IUFRO/MAB/Forest Service Symposium: Wood production in neotropics via plantations; 1980 September 8-12; Río Piedras, PR. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry: 264-275.
30. Stead, J.W. 1980. Commonwealth Forestry Institute international provenance trials of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. 11th Commonwealth Forestry Conference; 1980 September 7-27; Port-of-Spain, Trinidad and Tobago. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute. 17 p.
31. Tschinkel, Heinrich M. 1965. Algunos factores que influyen en la regeneración natural de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. Turrialba. 15: 317-324.
32. Tschinkel, Heinrich M. 1966. Annual growth rings in *Cordia alliodora*. Turrialba. 16: 73-80.
33. Tschinkel, Heinrich M. 1967. La madurez y el almacenamiento de semillas de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. Turrialba. 17: 89-90.
34. Van der Slooten, H.J.; Pausolino Martínez, E. 1959. Descripción y propiedades de algunas maderas venezolanas. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latino-Americano. 102 p.
35. Van Dijk, Kornelis; Tovar, Luis Venegas; Melchior, G.H. 1978. El suministro de semillas como base de reforestaciones en Colombia. INDIRENA/PNUD/FAO/CONIF. Bogotá, Colombia: Proyecto Investigaciones y Desarrollo Industrial Forestales. COL/74/005. PIF 13. 44 p.
36. Vega, Leonidas. 1977. La silvicultura de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. como especie exótica en Surinam. Boletín del Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación. 52: 3-26.
37. Venegas Tovar, Luis. 1978. Distribución de once especies forestales en Colombia. INDIRENA/PNUD/FAO/CONIF. Bogotá, Colombia: Proyecto Investigaciones y Desarrollo Industrial Forestales. COL/74/005. PIF 11. 74 p.
38. Wadsworth, Frank H. 1960. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales, y Centro y Sur América. Caribbean Forester. 21(suplemento): 3-5.
39. Wadsworth, Frank H.; Englerth, George H. 1968. Effects of 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. Caribbean Forester. 20(1-2): 38-51.
40. Weaver, Peter L. 1979. Agri-silviculture in tropical America. Unasylva. 31(126): 2-12.
41. Weaver, Peter L. 1981. Growth and yield, and sample plot techniques in indigenous forests of the American Tropics. IUFRO/FAO meeting on growth and yield studies on mixed tropical forests. Laguna: University of the Philippines at Los Banos College, College of Forestry. 53 p.
42. Whitmore, J.L. 1978. *Cordia alliodora* plus-tree progeny tested on two sites. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry; final report summary FS-SO-1152-2485. 1 p.

Previamente publicado en inglés: Liegel, L.H.; Stead, J.W. 1990. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. Laurel, capá prieto. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 270-277.

Cordia sulcata DC. Moral, white manjack

Boraginaceae Familia de las borrajas

John K. Francis

Cordia sulcata DC., conocido como moral, moral de paz y ateje cimarrón (en español), white manjack y wild clammy-cherry (en inglés) y mapou, mahot grandes feuilles y bois bré (en francés) (15, 16), es un árbol de tamaño mediano común en los bosques secundarios de la región del Caribe (fig. 1). Sus hojas, de aspecto distintivo, son grandes, ásperas y vellosas y el árbol produce racimos de una fruta de color blanco (13). Al presente, la madera se usa para postes y como combustible. La fruta del moral es valiosa como una fuente alimenticia para los animales silvestres y el árbol provee de protección contra la erosión durante el proceso de regeneración natural.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural (fig. 2) del moral incluye a Cuba, la Isla de Española y Puerto Rico en las Antillas



Figura 1.—El fuste de un moral, *Cordia sulcata*, creciendo en Puerto Rico.

Mayores, las Islas Vírgenes, Antigua, Saba, St. Eustatius, St. Kitts, Montserrat, Guadeloupe, Marie-Galante, Dominica, Martinica, St. Lucia, St. Vincent y Barbados en las Antillas Menores y la isla de Trinidad (4, 15, 16, 18). No se ha reportado a la especie siendo plantada o naturalizándose en ninguna otra área.

Clima

El moral crece en las zonas de vida subtropical húmeda y subtropical muy húmeda (14) en donde la precipitación anual promedio es de entre 1300 y 3000 mm. La mayoría de la distribución natural tiene una temporada seca anual de alrededor de 2 meses. La temperatura anual promedio varía entre 24.5 °C en las elevaciones más altas hacia el norte y 27.5 °C en el extremo sur de la distribución (21). Las diferencias en la temperatura entre el verano y el invierno y entre el día y la noche son mínimas en ambos casos.

Suelos y Topografía

El moral se puede encontrar creciendo en suelos derivados de piedra caliza y otras rocas sedimentarias y en suelos derivados de varios tipos de rocas ígneas, incluyendo la serpentina. Una gran variación en las propiedades del suelo es tolerada por la especie, tal como las texturas del suelo, que van de margas arenosas hasta arcillas, con unos valores de pH de entre 4.8 y 7.0. Los suelos deberán ser de moderadamente bien drenados a bien drenados tanto en la superficie como en las capas inmediatamente bajo la superficie. El moral crece en cimas, cuevas y en el fondo de los valles. La especie habita sitios que van desde cerca del

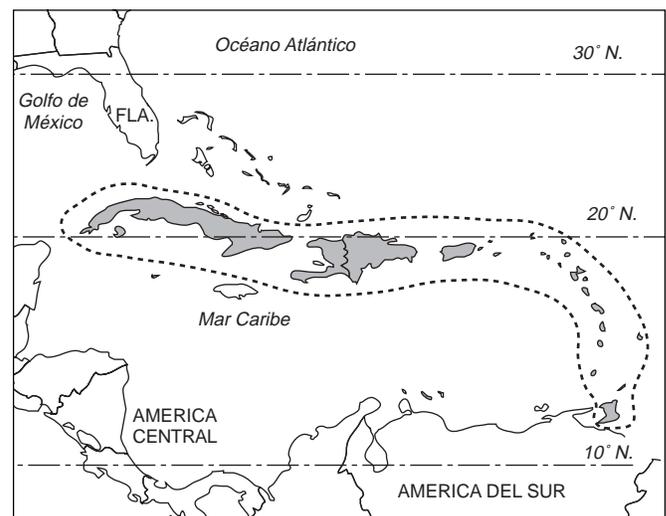


Figura 2.—La distribución natural del moral, *Cordia sulcata*, en las Indias Occidentales se indica por el área dentro de la línea punteada.

nivel del mar hasta por lo menos los 600 m de elevación en Puerto Rico y probablemente a elevaciones aun mayores en la Isla de Española y en Cuba.

Cobertura Forestal Asociada

El moral se encontró creciendo en las aperturas en un bosque muy húmedo en St. Vincent, dominado por *Dacryodes excelsa* Vahl, *Ficus insipida* Willd., *Sloanea caribaea* Krug & Urban, *S. truncata* Urban y *Vitex divaricata* Sw. (2). Un tipo similar de bosque en Puerto Rico contuvo muchos árboles de moral pequeños creciendo en aperturas en asociación con las especies de mayor tamaño *Beilschmiedia pendula* (Sw.) Hemsl., *Buchenavia capitata* (Vahl) Eichl., *Cinnamomum elongatum* (Nees) Kostermans, *Cyrtilla racemiflora* L., *D. excelsa*, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Magnolia splendens* Urban y con la palma de menor tamaño pero muy abundante, *Prestoea montana* (R. Grah.) Nichols. (5). El bosque húmedo secundario maduro en las cuevas superiores del pico Boggy en Antigua se encontró dominado por *Inga laurina* (Sw.) Willd. con el moral, *Clusia major* L., *F. citrifolia* Mill., *Lonchocarpus bethanianus* (Jacq.) DC. y *Pisonia subcordata* Sw. formando la mayoría del resto del dosel forestal (11). En un sitio un tanto más seco (con una precipitación anual de 1300 mm) en St. John, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, el moral fue un componente importante de un rodal que contuvo *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Bucida buceras* L., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Guapira fragrans* (Dum.-Cours.) Little, *Spondias mombin* L. y *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC. (22).

En el censo de 1980 sobre los recursos madereros de los bosques secundarios de Puerto Rico, el moral ocupó el lugar número 25 en cuanto a su área basal total (0.9 por ciento) de las 190 especies arbóreas identificadas. Los diámetros a la altura del pecho (d.a.p.), los cuales llegaron hasta los 45 cm, se encontraron cerca del promedio de las otras especies en el censo. La especie es más importante en los bosques de sombra de cafetales abandonados que en otros tipos de bosques secundarios (3). En dos parcelas en un bosque secundario húmedo en los cerros de piedra caliza en Puerto Rico, el moral promedió 2.9 m² por ha de un área basal total promedio de 19.4 m² por ha (6). En un bosque secundario subtropical húmedo en St. John, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, el moral constituyó el 0.5 por ciento de un área basal total de 25.1 m² por ha (22).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Los flores minúsculas del moral aparecen en panículas terminales. La florescencia ocurre de la primavera al otoño y se puede encontrar fruta madura esparcida en los árboles a través de todo el año. Las frutas maduras son drupas de alrededor de 1 cm de diámetro de un color blanco y una textura como de cera y una pulpa pegajosa (16). Aparecen en agrupaciones grandes producidas en abundancia en los árboles que reciben un sol pleno. Una muestra de la fruta en Puerto Rico rindió 2,600 frutas por kilogramo (17).

Producción de Semillas y su Diseminación.—En una muestra de semillas de moral recolectadas en Puerto Rico

(17), se encontró un promedio de 5,300 semillas secadas al aire por kilogramo y en otra muestra, 10,200 semillas por kilogramo (12). Las semillas para la propagación se pueden recolectar con facilidad mediante la corta de los racimos de fruta madura directamente de los árboles usando podadoras de pértiga. La fruta luego se macera y se cuele con agua para separar las semillas de la pulpa. Las semillas deberán ser secadas al aire y almacenadas en un contenedor sellado en un refrigerador. Las semillas de moral son dispersadas por las aves y los murciélagos y por lo común terminan en pastizales y siembras abandonadas, a la vez que en sitios forestales perturbados (18).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación del moral es epigea (18). En cinco pruebas de germinación usando muestras procedentes de Puerto Rico, un promedio del 19 por ciento de las semillas germinó, requiriendo un promedio de 21 días después de la siembra para el comienzo de la germinación (12, 17).

Las plántulas del moral son sensibles al estrés por la desecación (observación personal del autor). El riego regular de las plántulas de vivero en contenedores es esencial. La sombra artificial leve es probablemente beneficiosa porque promueve una mayor humedad. Las plántulas de vivero en tiestos, incluso cuando el sistema radical se encuentra bien desarrollado, sufrirán la pérdida o el daño de algunas de sus hojas si se transplantan durante períodos soleados sin una precipitación frecuente. El plantado de plántulas con las raíces desnudas resultará con toda probabilidad en una mortalidad alta.

Diecinueve plántulas creciendo en bolsas plásticas de vivero en un vivero sombreado promediaron (promedio \pm error estándar) 40 \pm 2 cm en altura 7 meses después de la siembra. De éstas, 12 se transplantaron al exterior bajo pleno sol en un área forestal húmeda en Puerto Rico y promediaron 72 \pm 4 cm en altura después de 1 año y 91 \pm 6 cm en altura después de 2 años. A pesar de que las plántulas tuvieron poca altura, los tallos fueron proporcionalmente gruesos y las ramas mostraron una forma lánguida (observación personal del autor).

Reproducción Vegetativa.—El moral rebrota bien al ser cortado, especialmente cuando joven (18). No hay información disponible sobre su capacidad para el arraigamiento o los injertos.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El moral puede alcanzar unas alturas de 20 m y unos d.a.p. de 45 cm en los buenos sitios (3, 13). La tasa de crecimiento del moral se encuentra documentada por una sola referencia. Weaver (22) reportó un incremento anual promedio en diámetro de 0.10 \pm 0.03 cm por año para un período de 5 años para 14 árboles en St. John, Islas Vírgenes de los Estados Unidos. Esa baja tasa de crecimiento podría reflejar una competencia severa en un hábitat marginalmente seco. A juzgar por el tamaño de los árboles en bosques secundarios de edad conocida, el moral bajo una menor competencia en hábitats húmedos crece probablemente a unas tasas cinco veces mayores (observación personal del autor).

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen una raíz pivotante con muchas raíces laterales finas. Los brinzales retienen la raíz pivotante y desarrollan unas pocas raíces laterales extendidas con raíces terciarias finas con

rizomorfos en la punta (observación personal del autor). El moral puede ser endomicorrizo, tal como lo es *Cordia borinquensis* Urban, una especie estrechamente relacionada (8).

Reacción a la Competencia.—El moral es intolerante a la sombra (18). Las plántulas sobreviven y crecen en competencia con la maleza y las hierbas de altura similar, pero no sobreviven bajo un dosel forestal cerrado. Los árboles adultos que no se encuentran en posiciones de copa dominantes o codominantes rara vez producen fruta y los árboles completamente cubiertos mueren en unos pocos años debido a la supresión (observación personal del autor).

Durante el curso de las operaciones forestales es a veces necesario matar los árboles de moral con el objeto de hacer espacio para las especies más valiosas. Una solución al 5 por ciento del herbicida 2,4,5-T en aceite diesel se aplicó a los anillos tajados en el tronco de varias especies, incluyendo a 25 árboles de moral. Después de 6 a 12 meses, el 92 por ciento de los árboles había muerto y el resto se encontraba moribundo (20). A pesar de que el uso de 2,4,5-T ya no es permitido en las áreas sujetas a las leyes de los Estados Unidos, estos resultados dan una idea de la efectividad de los herbicidas aplicados a los anillos tajados en el tronco. Se sugieren unos métodos menos efectivos, pero legales, tales como 2,4-D aplicado a los anillos tajados y en muescas profundas para matar los árboles de moral cuando sea necesario.

Agentes Dañinos.—La mayoría del volumen maderero del moral encontrado durante el censo puertorriqueño de 1980 sobre los recursos forestales secundarios se encontró libre de defectos. Solamente el 18 por ciento del volumen se listó como desechable y solamente un quinto de ese se desechó debido a la pudrición (1). La madera del moral en contacto con el suelo se encuentra sujeta al ataque tanto por los hongos como las termitas. Debido a los efectos de la descomposición en combinación con las termitas, el 90 por ciento de los postes sin tratar en una prueba efectuada en un área húmeda en Puerto Rico se encontró inservible después de un año. El 10 por ciento restante se encontró afectado por la pudrición. La vida de servicio promedio estimada para los postes sin tratar en la prueba fue de 0.9 años (9). La vida de servicio de los postes de moral se puede extender hasta los 11 años con los tratamientos con preservativos químicos (7). La penetración de la madera por los preservativos en aceite diesel usando el método de baño en frío se aproxima a la profundidad media para un gran número de especies puertorriqueñas sometidas a la prueba (10).

En Puerto Rico las hojas del moral (los grupos de hojas o la copa entera) se encuentran ocasionalmente tan completamente agujereadas por los insectos foliares esqueletonizadores, posiblemente *Pyrrhalta varicornis* (Weise), Coleoptera, que parecen hechas de malla al verlas contra el cielo (observación personal del autor). Varias especies de insectos se han recolectado del moral en Puerto Rico (19). Son de particular interés *Elabra aureovittata* (DeLong), un homóptero que se puede encontrar en la mayoría del moral en Puerto Rico y St. Thomas y *Nasutitermes costalis* (Holmgren), Isoptera, la termita de la madera húmeda que construye nidos y pasajes en ésta y muchas otras especies y que se alimenta de las ramitas muertas y de otra madera muerta accesible (19).

USOS

La madera del moral tiene un color moreno claro en general; el interior de los vasos es marrón, mientras que el tejido circundante es de un color marfil oscuro. Existe tan solo una ligera diferencia entre la albura y el duramen. La madera es de una densidad media. Dos árboles muestreados por el autor tuvieron unas densidades (secados al horno) de 0.48 y 0.52 g por cm³. Otras fuentes listan la densidad de la madera como de alrededor de 0.6 g por cm³ (secada al aire) (16, 18). La madera del moral es relativamente blanda y se trabaja con facilidad y ha sido usada para toneles y cajas. Hoy en día, la madera de esta especie se usa más que nada para combustible, carbón y postes tratados o sin tratar. A pesar de que tiene un uso comercial limitado debido a su pequeño tamaño, la madera de moral deberá ser adecuada para el triplex y para tableros de virutas de mediana densidad.

Debido a que es un árbol común y a que produce abundante frutas a través de todo el año, el moral es una fuente importante de alimento y abrigo para las aves. Whetmore (23) encontró semillas que clasificó como de "moral" (probablemente una combinación de moral, *C. borinquensis*, *C. collococca* L. y *C. laevigata* Lam.) en el estómago de 12 especies de aves en Puerto Rico. La fruta es probablemente consumida también por las gallinas domésticas, las cabras y los cerdos, a la vez que por los murciélagos, los cangrejos terrestres y los roedores.

El moral ha sido a veces usado en plantaciones a la orilla de caminos y carreteras. Sin embargo, debido a su copa abierta y desigual, la especie no ha sido bien aceptada como ornamento. Podría ser plantada como una fuente de alimento para la vida silvestre y en la restauración de hábitats naturales. El moral es por lo normal un componente del bosque secundario regenerado de manera espontánea en siembras abandonadas y en otras áreas previamente perturbadas.

GENETICA

El género *Cordia* contiene aproximadamente 250 especies de árboles, arbustos y enredaderas en áreas tropicales (15). *Cordia sulcata* no tiene ningún sinónimo botánico.

LITERATURA CITADA

1. Anderson, Robert L.; Birdsey, Richard A.; Barry, Patrick J. 1982. Incidence of damage and cull in Puerto Rico's timber resource, 1980. Resour. Bull. SO-88. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 13 p.
2. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford, UK: Clarendon Press. 192 p.
3. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.

4. Bissé, Johannes. 1988. Arboles de Cuba. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 384 p.
5. Briscoe, C.B.; Wadsworth, F.H. 1970. Stand structure and yield in the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, Howard; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest—a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Washington, DC: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: B79-B89.
6. Chinaea, Jesús Danilo. 1980. The forest vegetation of the limestone hills of northern Puerto Rico. Ithaca, NY: Cornell University. 70 p. Tesis de M.S.
7. Chudnoff, M.; Goytía, E. 1972. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico (1972 progress report). Res. Pap. ITF-12. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 28 p.
8. Edmisten, Joe. 1970. Survey of mycorrhiza and nodules in the El Verde Forest. En: Odum, Howard; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest—a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Washington, DC: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: F15-F20.
9. Englerth, George H. 1960. The service life of untreated posts in Puerto Rico after one year in test. Tropical Forest Notes 5. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
10. Englerth, George H.; Goytía Olmedo, Ernesto. 1960. Preservation of Puerto Rican fence posts treated by cold soaking and the hot-and-cold bath method. Tropical Forest Notes 2. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 3 p.
11. Francis, John K.; Rivera, Carlos; Figueroa, Julio. 1994. Toward a woody plant list for Antigua and Barbuda, present and past. Gen. Tech. Rep. SO-102. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 28 p.
12. Francis, John K.; Rodríguez, Alberto. 1993. Seeds of Puerto Rican trees and shrubs: second installment. Res. Note SO-374. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
13. Holdridge, L.R. 1943. Arboles de Puerto Rico. Pub. 2. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Experiment Station. 105 p.
14. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
15. Howard, Richard A. 1989. Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands. 3: Dicotyledoneae. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum. 658 p. Vol. 6.
16. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
17. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10: 11-30.
18. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
19. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agriculture Experiment Station, Department of Entomology. 303 p.
20. Sposta, Joseph W. 1960. Chemical removal of inferior tropical tree species. Tropical Forestry Notes 4. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Experiment Station. 2 p.
21. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartografía. 10 p. + 28 mapas.
22. Weaver, Peter L. 1990. Tree diameter growth rates in Cinnamon Bay watershed, St. John, U. S. Virgin Islands. Caribbean Journal of Science. 26(1/2): 1-6.
23. Whetmore, Alex. 1916. Birds of Puerto Rico. Bull. 326. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 140 p.

Cupania americana L. Guara

Sapindaceae Familia del jaboncillo

John K. Francis

Cupania americana L., conocido comúnmente como guara en español, como candlewood o maraquil en inglés y bois de satanier en francés, es un árbol de tamaño mediano de los bosques húmedos de la región del Caribe. El árbol se puede reconocer por su tronco liso y gris (fig. 1) y grandes hojas de color verde oscuro. Es un árbol muy diseminado y común, pero rara vez constituye más de un pequeño porcentaje de un rodal. La madera se usa principalmente para leña y postes de cerca.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La guara es indígena a Cuba, Jamaica, la isla de Española, Puerto Rico, Martinica, Barbados, Trinidad y Tobago, Venezuela y Colombia (11, 20, fig. 2). Por lo tanto, su área de distribución se extiende de la latitud 4° a la 23° N. No existen



Figura 1.—Árbol de guara, *Cupania americana*, creciendo en un bosque secundario en Puerto Rico.

plantaciones documentadas fuera de su área de distribución natural.

Clima

La guara requiere de un clima húmedo. En Puerto Rico, la especie crece en áreas que reciben entre 1400 y 2600 mm de precipitación anual. Crece en áreas un tanto más secas como una especie ribereña. En algunas partes de su área de distribución ocurren períodos sin lluvia de 2 a 4 meses de duración. Las temperaturas mensuales promedio varían entre 22 °C en enero y 27 °C en julio en las Antillas Mayores. En la América del Sur continental, las temperaturas promedio son más o menos constantes a través del año, pero varían entre 20 y 28 °C por área (8, 19). No ocurren heladas dentro del área de distribución natural de la guara.

Suelos y Topografía

La guara se encuentra con mayor frecuencia en suelos arcillosos (14), pero se reporta que es indiferente con respecto a las propiedades del suelo (4). En Trinidad y Tobago se reporta que la especie requiere de un suelo con buen drenaje (14), mientras que en Jamaica se le encuentra en áreas con un drenaje pobre (1). Se puede decir con certitud que la especie requiere de suelos húmedos y no tolera suelos con un drenaje excesivo. En Puerto Rico, la guara coloniza principalmente las órdenes de suelo Ultisoles, Oxisoles e Inceptisoles. Los hábitats forestales son los llanos húmedos costeros, el pie de las montañas y el lecho de riachuelos (11). Los valles entre los cerros húmedos de piedra caliza son sitios particularmente favorables. Las elevaciones pueden variar de entre cerca del nivel del mar hasta aproximadamente 300 m (1, 9).

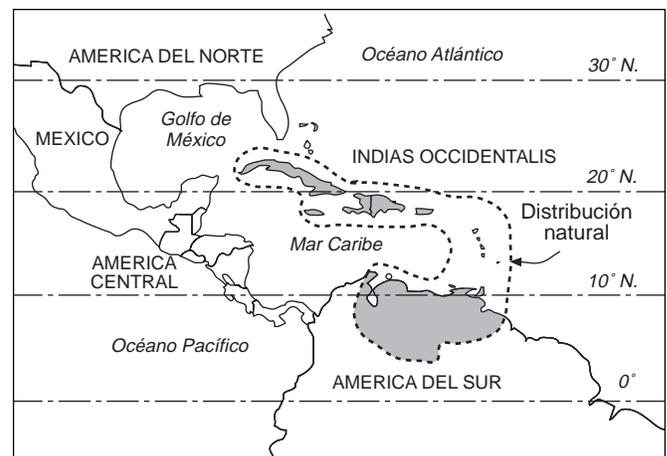


Figura 2.—Distribución natural de la guara, *Cupania americana*, en el neotrópico.

Cobertura Forestal Asociada

En las montañas de la Sierra Maestra de Cuba, la guara es un componente menor de rodales dominados por *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Calophyllum cebeba* L., *Cecropia schreberiana* Miq., *Hibiscus* sp., *Oxandra lanceolata* (Sw.) Baill., *Persea* sp. y *Prunus occidentalis* Sw. (18). En el occidente de Cuba, la guara crece en rodales mixtos con *Roystonea regia* (H.B.K.) O.F. Cook, *Cupania glabra* Sw. y *C. macrophylla* A. Rich. (12). La guara se observó como un componente de un rodal secundario joven en Puerto Rico dominado por *Hymenaea courbaril* L. y *Bucida buceras* L. (7). Un bosque méxico con material paterno de piedra caliza en el área central de Puerto Rico tuvo a la guara como un componente menor y estuvo dominado por *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC., *Phoebe elongata* (Vahl) Nees, *Spondias mombin* L., *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch. e *Inga laurina* (Sw.) Willd. (6). Unos rodales residuales en Barbados contienen guara junto con las especies dominantes *Hymenaea courbaril* L., *Hernandia sonora* L., *Sapium glandulosum* (L.) Morong, *Roystonea oleracea* (Jacq.) Cook, *Hura crepitans* L., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. y *Citharexylum spinosum* L. (3).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las panículas, compuestas de flores blancas de tamaño pequeño, de 30 a 40 cm de largo, son producidas durante el invierno o la primavera (11). Las flores en cada panícula son por lo general unisexuales (9); los árboles parecen ser monoicos. Las frutas son unas cápsulas con tres semillas y se maduran entre 5 y 6 meses después de la florecencia. Cuando maduras, las cápsulas se rajan y se abren, exponiendo unas semillas de 8 a 9 mm de diámetro, las cuales pueden permanecer adheridas por varios días. Las semillas son de un color negro brillante y tienen una arila carnosa y de color anaranjado conectada a uno de los extremos (14).

Producción de Semillas y su Diseminación.—La producción de semillas en los árboles creciendo a campo abierto comienza cuando estos alcanzan de 4 a 5 m de alto. Un árbol de gran tamaño es capaz de producir de uno a varios cientos de semillas en una sola cosecha. Dos lotes de semillas recolectados en Puerto Rico promediaron 0.284 y 0.363 g por semilla (13; observación personal del autor). Las semillas frescas en Puerto Rico tuvieron un contenido de humedad promedio de 46.6 por ciento.¹ La dispersión se atribuye a las aves que se alimentan de la arila carnosa unida a las semillas (14). En Puerto Rico, las semillas son llevadas con regularidad a los claros y las áreas perturbadas.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es hipogea y tiene lugar entre 4 y 10 semanas después de la siembra (14). Las semillas germinan con facilidad en turba húmeda o en una mezcla comercial de tierra húmeda. La escarificación no es necesaria. Se obtuvieron unas tasas de germinación del 24 y 56 por ciento en pruebas con dos lotes

de semillas de Puerto Rico (13; observación personal del autor). El almacenamiento sin sellar a temperatura ambiente por un período de tan solo un mes resultó en la pérdida completa de la viabilidad.² Algunas de las semillas tienen embriones dobles, y emergen dos epicótilos, pero se vuelven delgados con rapidez. Los tallos de la plántula se alargan hasta llegar a la etapa de dos hojas; las plántulas tienen de 10 a 12 cm de alto. Las primeras hojas de la plántula tienen la apariencia de hojas adultas, excepto que son más delgadas y agudas. Las plántulas se pueden transplantar en esta etapa a bolsas de vivero. El crecimiento es un tanto lento; las plántulas en almácigos de vivero sombreados promediaron 16 cm de alto al final de 6 meses.³ Un grupo pequeño de plántulas necesitó de 10 meses para alcanzar un tamaño plantable de 45 cm bajo sombra parcial (observación personal del autor).

Las plántulas se pueden cultivar y transplantar como provisiones en contenedores. Las plántulas de 8 cm de alto en contenedores de papel sembradas durante un año húmedo tuvieron una supervivencia de casi el 100 por ciento durante el primer año.⁴ Debido a que no son muy resistentes a la sequía, es probable que no sea fácil transplantar las plántulas con las raíces desnudas. La siembra directa de las semillas durante la temporada lluviosa ha sido sugerida como un método de propagación.⁵ La siembra al vuelo de las semillas no tiene éxito por lo general; se recomienda que sean sembradas con un plantador en áreas previamente preparadas para las semillas (14).

El crecimiento inicial varía considerablemente. En un bosque húmedo en Puerto Rico con un suelo de arcilla poco profunda sobre una capa de piedra caliza porosa, las alturas de las plántulas sembradas promediaron 0.6 m a los 3 años, 0.8 m a los 4 años, 1.8 m a los 5 años y 2.4 m a los 7 años.⁶ En Trinidad y Tobago, las plántulas de 2 y 3 años promediaron 2.1 y 3.0 m de alto, respectivamente (14).

Reproducción Vegetativa.—Se reporta que la especie rebrota libremente al ser cortada (14). Las raíces cortadas brotan a menudo, pero las estacas leñosas de árboles jóvenes no arraigaron al ser colocadas bajo sombra en tierra húmeda (observación personal del autor).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La tasa de crecimiento de la guara no se encuentra bien documentada. Después de un crecimiento inicial relativamente rápido, la tasa de

²Marrero, José. 1944. Final report on the storage of *Cupania americana*. Archivo de Manejo No. 661. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

³Wadsworth, Frank H. 1944. Final report on seedling growth of guara. Archivo de Manejo No. 416. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁴Wadsworth, Frank H. 1947. Final report on planting guara at Cambalache. Archivo de Manejo No. 1047. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁵Jenkins, Michael B. 1988. The useful trees of Haiti: a selected review. New Haven, CN. 238 p. Borrador del manuscrito archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁶Marrero, José. 1957. Final Report. 1.3-5. *Cupania americana*. Archivo de Manejo No. 1747. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

¹Wadsworth, Frank H. 1945. Final report on seed studies with guara. Archivo de Manejo No. 660. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

crecimiento aparentemente disminuye. En un bosque húmedo en Puerto Rico, dos árboles, probablemente en una posición de copa intermedia, promediaron 0.23 cm de crecimiento en diámetro por año en un período de 26 años (21). Unos árboles codominantes de guará en rodales de bosques secundarios en Puerto Rico que comenzaron a crecer hace 40 a 60 años tienen ahora de 20 a 35 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) y de 16 a 22 m de alto.

Es poco probable que la guará sea plantada comercialmente en el futuro, y las prácticas de regeneración natural se concentrarán sin lugar a dudas en especies de más rápido crecimiento y de mayor valor. Sin embargo, la guará produce una madera útil y, cuando ocurra en rodales, los árboles con buena forma deberán conservarse si es posible, sin sacrificar árboles de mayor valor. En rodales manejados con el objetivo de un uso múltiple, la guará contribuye alimento para los animales silvestres, añade a la diversidad ecológica y es un componente muy atractivo del panorama forestal.

Comportamiento Radical.—Las plántulas desarrollan una raíz pivotante leñosa con muchas raíces laterales fibrosas (14). Los árboles de buen tamaño sobre suelo arcilloso tienen un sistema radical lateral bien desarrollado con raíces que se hundan; las raíces pivotantes no son prominentes en los suelos arcillosos. Las raíces laterales son moderadamente gruesas, superficiales y extensas. Algunos árboles tienen contrafuertes de tamaño pequeño. Las raíces finas terminan en rizomorfos.

Reacción a la Competencia.—La guará es intolerante a la sombra (14). Las plántulas y los brinzales pueden sobrevivir por varios años bajo el dosel siempre que haya una buena cantidad de luz filtrada. Sin embargo, se necesita de sol pleno o casi pleno para que las plántulas se conviertan en árboles. La especie por lo usual está confinada a bosques secundarios en donde se establece después de una perturbación. Los árboles de guará en los rodales jóvenes pueden ser dominantes. A medida que el rodal se desarrolla se ven relegados por los árboles secundarios más altos a una posición codominante y eventualmente a una posición de copa intermedia. Los árboles de guará incluso en una posición de copa intermedia son capaces de producir semillas. Sin embargo, la regeneración natural no es abundante (14), y los árboles tienden a encontrarse muy esparcidos. Ocasionalmente, grupos pequeños de guará pueden ocurrir, pero es probable que no existan rodales puros.

Los árboles de guará constituyeron aproximadamente del 1 al 4 por ciento del área basal total en cuatro rodales forestales secundarios muestreados en Puerto Rico, oscilando en área basal de 14 a 29 m² por ha (6, 7, 21). En un bosque del tipo *Carapa guianensis* Aubl.-*Pentaclethra maculosa* (Wild.) Kuntze-*Sabal* spp. en Trinidad y Tobago, se encontraron sólo cuatro árboles de guará (clase de copa codominante-intermedia) en 40 hectáreas (2). Veinticinco árboles codominantes en rodales secundarios mixtos en Puerto Rico tuvieron una relación de copa (diámetro de copa/d.a.p.) de 33.8 ± 1.2 (observación personal del autor). Este valor moderadamente alto indica una copa difusa y esparcida.

Agentes Dañinos.—Se han observado tres homópteros alimentándose de la guará en Puerto Rico (15); estos ataques resultan a veces en la mortalidad de las ramitas. Las orugas lepidópteras a menudo se alimentan del follaje de la guará pero rara vez ocasionan un daño serio. La larva de un insecto

sin identificar destruyó un alto porcentaje de las semillas de muchos árboles en un área de Puerto Rico (observación personal del autor). La termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren) ocasionalmente construye senderos cubiertos que suben sobre los troncos de la guará para alimentarse de las ramas y ramitas muertas. La madera de la guará se considera como muy susceptible al ataque de la termita de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker) (22).

El tronco y las ramas de la guará parecen tener resistencia a romperse con los vientos fuertes. La guará es moderadamente resistente a volcarse con el viento. Después de que un huracán defolia un árbol, recupera su follaje con rapidez.

USOS

El duramen de la guará es moreno amarillento con un tinte rosado, resultante de una mezcla de un patrón de fibra fina de color pardo rojizo con un fondo moreno amarillento. La albura es de color marfil. El duramen es duro y moderadamente pesado, con pesos específicos de 0.55 g por cm³ (secado al horno, de Puerto Rico; observación personal del autor) y 0.79 g por cm³ (contenido de humedad desconocido, de Trinidad y Tobago; 14). El peso específico de la albura (contenido de humedad desconocido) se reporta como de 0.4 g por cm³ (9, 11). La fibra entrelazada es evidente. La madera de aserra y se cepilla con bastante facilidad, con cierto grado de pelusa en la fibra transversa. Se reporta que se le puede dar un alto pulido (5). En la República Dominicana, Puerto Rico y Trinidad y Tobago, la madera se usa principalmente para postes de cerca y de alumbrado eléctrico, para construcción tosca, leña y carbón (9, 11, 14, 17). La madera de la guará es atractiva y parece ser muy fuerte. A pesar de que el tamaño promedio de los maderos de guará es pequeño, la madera se podría usar para la manufactura de muebles, artesanías, molduras, jergones y cajas.

La guará provee de néctar a las abejas de miel. Se ha sugerido su uso como un árbol ornamental y de sombra, a pesar de que es prácticamente desconocido por el público en general. Las hojas se usan en la medicina herbalista para controlar el dolor, y las semillas se usan para tratar la disentería (9, 16).

GENÉTICA

Existen aproximadamente 45 especies de *Cupania*. Estas se encuentran confinadas al Nuevo Mundo desde México y las islas del Caribe hasta Argentina (10).

La guará está muy emparentada con *C. triquetra* A. Rich., la cual se distribuye desde la isla de Española hasta la Martinica (11); la especie se puede distinguir con facilidad por sus cápsulas de semillas en forma angular, pero en otras características parece casi idéntica. En Puerto Rico, *C. triquetra* tiende a ser ligeramente más grande, con una mejor forma y a preferir sitios más fértiles; es menos común que la guará.

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Beard, J.S. 1946. The natural vegetation of Trinidad. Oxford, England: Clarendon Press. 152 p.
3. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
4. Bisse, Johannes. 1981. Arboles de Cuba. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 384 p.
5. Cook, O.F.; Collins, G.N. 1903. Economic plants of Puerto Rico. Contributions of the U.S. National Herbarium, Part 2. Washington, DC: Smithsonian Institution. 269 p. Vol. 8.
6. China, Jesús Danilo. 1980. The forest vegetation of the limestone hills of northern Puerto Rico. Ithaca, NY: Cornell University. 70 p. Tesis de M.D.
7. Figueroa, Julio C.; Totti, Luis; Lugo, Ariel E.; Woodbury, Roy O. 1984. Structure and composition of moist coastal forests in Dorado, Puerto Rico. Res. Pap. SO-202. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 11 p.
8. Hoffman, José A.J. 1975. Climatic atlas of South America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartographia. 28 mapas.
9. Liogier, Alain Henri. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
10. Little, Elbert L., Jr. 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized). Agric. Handb. 541. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 375 p.
11. Little, Elbert L., Jr., Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
12. Marie-Victorin, Frere; Leon, Frere. 1942. Iteneraires botaniques dans l'île de Cuba. Contrib. 41. Montreal, Canada: Institut Botanique de l'Universite de Montreal. 496 p.
13. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10: 11-30.
14. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
15. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. 303 p.
16. Pittier, H. 1926. Plantas usuales de Venezuela. Caracas, Venezuela: Litografía del Comercio. 458 p.
17. Sanchez, Ramón; Hager, Johannes; Varges, Tomás [y otros]. 1988. Situación actual de los recursos naturales en Loma Quita Espuela: propuesta para su manejo integrado. Santa Domingo, República Dominicana: Secretaría de Estado de Agricultura y Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica (DED). 197 p.
18. Smith, Earl E. 1954. The forests of Cuba. Publication 2. Petersham, MA: Maria Moors Cabot Foundation. 98 p.
19. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartographia. 31 mapas.
20. Veillón, Jean Pierre. 1986. Especies forestales autoctónas de los bosques naturales de Venezuela. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 199 p.
21. Weaver, Peter L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
22. Wolcott, George N. 1940. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. Caribbean Forester. 1(4): 1-10.

Cyrilla racemiflora L. Palo colorado

Cyrillaceae Familia de las cirilas

Peter L. Weaver

Cyrilla racemiflora L., conocido como palo colorado en Puerto Rico y como "cyrilla" o "leatherwood" en los Estados Unidos, crece en una variedad de suelos tanto en las regiones templadas como las tropicales, extendiéndose desde el sureste del estado de Virginia hasta el norte de Brasil. El palo colorado, mejor conocido tal vez como un arbusto ornamental o un árbol pequeño en el sureste de los Estados Unidos, alcanza su tamaño y edad máximos en los bosques montanos de las Indias Occidentales. En el Bosque Experimental de Luquillo del noreste de Puerto Rico, el palo colorado es el preferido para el anidaje de la cotorra de Puerto Rico, *Amazilia vittata*, en peligro de extinción.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El palo colorado crece de manera natural desde la latitud 37° N. en el sureste del estado de Virginia hasta la latitud 2° S. en el norte de Brasil (3, 39, 60) (fig. 1). El palo colorado ha sido observado en la América Central, en los bosques montanos de las Antillas Mayores y Menores, en el este de Colombia, en Venezuela, Guyana y en el norte de Brasil. Se ha reportado como resistente a las heladas hasta Nueva York y Massachusetts (61, 66).

De manera más específica, el palo colorado se ha registrado en la región de Oaxaca en México (60), en el área central de Belice y en las áreas costeras caribeñas del noreste de Nicaragua (37) y en Panamá (33). El palo colorado es muy común a través de Cuba y en la Isla de Pinos (2). Es particularmente común en los bosques de pinos y en las áreas pantanosas en donde ocurre en forma de arbusto (50). En la Sierra Maestra

de Cuba, la especie crece como un árbol de gran tamaño. En Jamaica, el palo colorado es común como un arbusto o un árbol pequeño en los condados al oriente, pero se le encuentra solamente de manera ocasional en los condados centrales (1). En los matorrales y arboledas montanos a unas elevaciones de 450 a 1,900 m, crece hasta un gran tamaño. El palo colorado es también común en los matorrales y los bosques a través de la Isla de la Española (6, 36). El palo colorado crece a una elevaciones de más de 300 m en los bosques montanos de Puerto Rico, entre los cuales se incluye a Toro Negro, Maricao, Carite y el Bosque Experimental de Luquillo (11, 39). En este último, el palo colorado puede alcanzar hasta 1 m o más de diámetro (75).

El palo colorado es un componente de los bosques montanos en las Antillas Menores, incluyendo a Guadeloupe, la Martinica (7, 8, 23), Dominica (8) y St. Vincent (8, 82), alcanzando unos grandes diámetros en muchos casos. Es un arbusto o árbol común en el sur de Venezuela (54, 71), en la región guyánica del este de Colombia (25) y en Guyana (66). El palo colorado crece también en las cuencas de los ríos Nhamunda y Trombetas al noroeste de Santarem, en las cuencas de los ríos Negro y Curicuriari al sur de la línea ecuatorial en el noroeste de Brasil (3) y en la Serra de Araca del norte de Brasil (48).

La presencia del palo colorado en los bosques montanos del Bosque Experimental de Luquillo y presuntamente en otras partes de la Cuenca del Caribe, se remonta muy hacia atrás en el tiempo. Los granos de pólén del palo colorado, de una forma esferoide, fueron uno de los granos más predominantes encontrados en los perfiles del esfagno del Bosque Experimental de Luquillo hasta unas profundidades de cerca de 80 cm (45).

Clima

El extremo norte de la distribución del palo colorado en el sureste del estado de Virginia tiene unas temperaturas mensuales promedio de entre 5 °C durante el invierno y 26 °C en el verano (42). La precipitación anual promedio es de 1150 mm. Las heladas no son raras y pueden ocurrir desde noviembre hasta el final de marzo. En el sureste de Texas, la precipitación anual promedio varía entre 1220 y 1420 mm, con unas temperaturas anuales promedio de cerca de 20 °C (43). En las cercanías de Oaxaca, en México, el palo colorado crece en los bosques subtropicales húmedos con una precipitación anual promedio de alrededor de 1000 mm y una temperatura anual promedio de 20 °C (51).

En la América Central, el palo colorado crece en los bosques subtropicales húmedos en Belice, en donde la precipitación anual promedio es de entre 1500 y 2000 mm (55). Ocurre también en el bosque subtropical muy húmedo del noreste de Nicaragua, en donde la precipitación anual promedio varía entre 2000 y 3000 mm.



Figura 1.—Las áreas sombreadas y las áreas circunscritas por la línea punteada indican la distribución del palo colorado, *Cyrilla racemiflora*, en el Nuevo Mundo.

En la Cuenca del Caribe, el palo colorado se puede encontrar en varias de las zonas de vida de Holdridge (32): en los bosques subtropicales secos, los subtropicales húmedos, los subtropicales muy húmedos, los subtropicales pluviales, los subtropicales montanos bajos muy húmedos y los montanos bajos pluviales. En Cuba, las precipitaciones anuales promedio varían entre 1500 mm en la Isla de Pinos hasta más de 2000 mm en las montañas al oriente (55). En Jamaica, la precipitación anual varía entre 1500 y hasta más de 4000 mm. El palo colorado es más común en Puerto Rico en el bosque montano bajo muy húmedo y en el bosque subtropical pluvial (22), en donde la precipitación anual promedio varía entre 2500 y hasta más de 4000 mm. En las Antillas Menores, el palo colorado se puede encontrar principalmente en las zonas de vida forestales montana baja muy húmeda y montana baja pluvial, con una precipitación anual promedio de 2000 a 4000 mm o más. Para la mayoría de la distribución del palo colorado en la Cuenca del Caribe, la precipitación anual promedio varía entre 1500 y 4000 mm, mientras que las temperaturas anuales promedio son de entre 18 y 24 °C.

En el norte de la América del Sur (al este del centro de Colombia, Venezuela y Guyana), un área ocupada más que nada por bosques tropicales húmedos, la precipitación anual promedio varía entre 2000 y 3800 mm (55). En Brasil, el palo colorado crece en los bosques tropicales húmedos con una precipitación anual promedio de 2000 y 2800 mm y unas temperaturas anuales promedio de entre 24 y 26 °C.

Suelos y Topografía

El palo colorado crece en varios suelos y posiciones topográficas a través de su distribución. En la planicie costera del sureste de los Estados Unidos, crece como un arbusto o árbol pequeño en las tierras pantanosas dominadas por los arbustos, ubicadas en los terrenos llanos elevados entre corrientes de agua (terrenos pantanosos pocosin) (16, 49). Estas áreas se caracterizan por la presencia de aguas superficiales temporales, la quema periódica y los suelos ácidos de humus arenoso, turba o despojos vegetales. El palo colorado ocurre tanto en los pocosines bajos, que son los sitios más limitados en nutrientes con turbas profundas, tales como los que ocurren en el centro de un complejo de pantanos, como en los pocosines altos, que ocurren en turbas menos profundas (16).

En el pantano de Okefenokee en el de sur del estado de Georgia y en el norte de la Florida, el palo colorado crece en las islas recién formadas, compuestas de turba y hojarasca, después de haber sido inicialmente colonizadas por los juncos y las gramíneas (14, 26). A través del norte de la Florida, el palo colorado habita en los bancos de los ríos, los pantanos aluviales y no aluviales y en las costas de las bahías (35). A lo largo de la costa del golfo, crece en los lechos de los ríos sombreados, en las orillas de los pantanos arenosos cerca de los estanques poco profundos y en las crestas altas, arenosas y expuestas que se elevan por encima de los arroyos (53). Parece crecer bien en los suelos arenosos con una humedad y materia orgánica altas (61).

En los bosques montanos de Cuba, el palo colorado crece predominantemente en los suelos arcillosos ácidos (10). En los bosques montanos de Jamaica, el palo colorado crece en las pendientes expuestas a barlovento (57). Unas investigaciones más recientes detectaron al palo colorado en

las montañas Blue, John Crow y Port Royal, creciendo bajo cuatro diferentes condiciones que se distinguen por la topografía y los suelos (27, 63). Los suelos muy húmedos de las pendientes son Litosoles, o suelos delgados sobre roca sólida, con unos pH de entre 4.0 y 5.5. Los suelos en las crestas en promontorios son más profundos, más maduros y tienen una acumulación distintiva de humus en los primeros 10 cm de suelo. Los pH del suelo son de entre 3.5 y 4.0. Los suelos en las cimas de las crestas tienen una capa de humus más profunda y unos pH que varían entre 2.8 y 3.8. Los suelos en las hondonadas, también profundos con una capa de hojarasca no continua, se encuentran enriquecidos por humus tan sólo en los primeros 3 cm de la superficie. Sus valores de pH varían entre 4.4 y 5.0.

En Puerto Rico, el palo colorado es común en las crestas (79) y en las pendientes leves y moderadas a mayor altitud en el Bosque Experimental de Luquillo (13). Los suelos de Puerto Rico son también unas arcillas ácidas, por lo usual saturadas y a veces poco profundas sobre capas duras (13). El palo colorado se ha reportado también en deslices de tierra recientes con unas cantidades menores de materia orgánica y una concentraciones más bajas de nutrientes que aquellas encontradas en los suelos maduros (28). En la región guyánica del este de Colombia, el palo colorado crece en las pendientes azotadas por los vientos a unas elevaciones medianas, especialmente en los suelos arenosos pobres (25).

Los estudios sobre la descomposición de 65 hojas de palo colorado recién caídas en Jamaica mostraron que el 32 por ciento del peso en seco inicial se perdió en el transcurso de un año (64). Los valores para otras 14 especies en el mismo experimento variaron entre 27 y ≥ 96 por ciento, lo que sugiere que las hojas del palo colorado se descomponen de manera más lenta que la mayoría de las especies de bosque montano.

Cobertura Forestal Asociada

La extensa distribución del palo colorado en el Nuevo Mundo, que incluye a los bosques templados y tropicales, lo hace un componente regular de varios tipos diferentes de bosque. En el sureste de los Estados Unidos, el palo colorado crece como un arbusto o un árbol pequeño en los bosques dominados por *Pinus echinata* Mill., *P. elliotii* Engelm., *P. palustris* Mill. y *P. taeda* L. (5, 53). *Acer rubrum* L., *Liquidambar styraciflua* L., *Nyssa sylvatica* Marsh., *Ulmus alata* Michx. y varias especies de *Carya* y *Quercus* ocurren como unos socios de madera dura comunes en una parte de la región. A lo largo de la costa atlántica, el palo colorado crece junto con arbustos siempreverdes en los pantanos interiores y en las tierras pantanosas elevadas.

En México y la América Central, el palo colorado crece tanto en los bosques subtropicales húmedos como en los subtropicales muy húmedos. En Cuba, la especie crece como un árbol pequeño en el bosque subtropical seco ubicado en el oeste de Cuba y como un árbol grande en los bosques subtropicales muy húmedos en otras partes de la isla (10). En el resto de las islas del Caribe, el palo colorado se puede encontrar en los bosques subtropicales húmedos, subtropicales muy húmedos, montano bajo muy húmedos y ocasionalmente en los montanos bajos pluviales. En la América del Sur, crece más que nada en los bosques tropicales húmedos. La tabla 1 lista los árboles socios comunes para sitios selectos.

Tabla 1.—Principales especies de árboles asociados con el palo colorado, *Cyrilla racemiflora*

País o Estado de los Estados Unidos	Localidad	Elevación	Precipitación	Principales especies asociadas	Referencia
		-----m-----	---mm/año---		
Puerto Rico	Sierra de Luquillo, bosques subtropicales muy húmedos y pluviales	350-600	2500-3800	<i>Dacryodes excelsa</i> <i>Euterpe globosa</i> <i>Micropholis garciniaefolia</i> <i>Sloanea berteriana</i>	(13, 73, 74)
	Sierra de Luquillo, bosques montanos bajos muy húmedos y pluviales	600-900	3000-4500	<i>Calicogonium squamulosum</i> <i>E. globosa</i> <i>M. chrysophylloides</i> <i>M. garciniaefolia</i>	(23, 73, 74, 79, 84)
	Cordillera Central, bosque montano bajo muy húmedo	>1000	~2500	<i>C. squamulosum</i> <i>Clusia grisebachiana</i> <i>M. chrysophylloides</i> <i>Prestoea montana</i>	(9)
Cuba	Pico Turquino, matorral alpino	1,800-2,000	1350	<i>Nectandra reticularis</i> <i>Ocotea foeniculacea</i> <i>Persea anomala</i> <i>Ternstroemia parvifolia</i>	(56)
Jamaica	Montañas de John Crow, bosque montano bajo pluvial	550	>2500	<i>Calophyllum globulifera</i> <i>Ficus suffocans</i> <i>N. antillana</i> <i>Psidium montanum</i>	(4)
	Montañas "Blue", bosque montano pluvial	750-1,200	>3500	<i>Clethra occidentalis</i> <i>Clusia rosea</i> <i>Coccoloba laurifolia</i> <i>N. patens</i>	(4)
	Montañas "Blue", bosque enano	>1,400	>4000	<i>Alchornea latifolia</i> <i>Brunellia comocladifolia</i> <i>Clethra occidentalis</i> <i>Podocarpus urbanii</i>	(4, 57)
Jamaica	Montañas "Blue", John Crow y Port Royal, en hondonadas, promontorios en crestas, y bosques en pendientes muy húmedas	>1,300	2500	<i>A. latifolia</i> <i>C. occidentalis</i> <i>Ilex macfadyenii</i> <i>P. urbanii</i>	(27, 63)
Dominica	Matorral montano	550	~4000	<i>Amanoa caribaea</i> <i>D. excelsa</i> <i>Licania ternatensis</i> <i>Oxythece pallida</i>	(8)
	Bosque enano	>1,400	~5000	<i>Charianthus corymbosus</i> <i>Clusia venosa</i> <i>Didymopanax attenuatum</i> <i>Weinmannia pinnata</i>	(8)
Guadeloupe	Bosque enano	—*	—*	<i>Clusia venosa</i> <i>Freziera undulata</i> <i>Myrcia microcarpa</i> <i>Richeria grandis</i>	(8)
Estados Unidos	Atlántico SE Planicie Costera, Bahías de las Carolinas	Cerca del nivel del mar	~1300	<i>I. coriaceae</i> <i>I. glabra</i> <i>Magnolia virginiana</i>	(31)
	Planicie Atlántica Costera del SE, bosque de pantano	Cerca del nivel del mar	~1300	<i>Nyssa aquatica</i> <i>N. sylvatica</i> <i>Taxodium ascendens</i> <i>T. distichum</i>	(16)
Carolina del Norte	Pantanos Pocosin	≤50	1250	<i>I. glabra</i> <i>M. virginiana</i> <i>Persea borbonia</i> <i>Pinus serotina</i>	(49)
Carolina del Sur	Rodales forestales en bahías	Cerca del nivel del mar	~1300	<i>Gordonia lasianthus</i> <i>N. sylvatica</i> var. <i>biflora</i> <i>Persea borbonia</i> <i>Pinus taeda</i>	(16)
Sur de Georgia, Norte de la Florida	Pantano de Okefenokee	Cerca del nivel del mar	~1300	<i>Gordonia lasianthus</i> <i>I. cassine</i> <i>P. elliotii</i> <i>T. ascendens</i>	(26)
	Pantano de Okefenokee, bosques de ciprés en bahías	Cerca del nivel del mar	~1300	<i>Acer rubrum</i> <i>Nyssa</i> spp. <i>Pinus</i> sp. <i>T. ascendens</i>	(31)

*No medidas.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las numerosas flores de cinco partes, blancas y pequeñas, aparecen en agrupaciones (racimos similares a espigas) de alrededor de 7 a 14 cm de largo y un poco más de 1 cm de ancho (39). Las agrupaciones, que van de 1 a 10, crecen en ramitas debajo de la mayoría de las hojas. Las flores individuales tienen aproximadamente 0.5 cm de ancho y tienen cinco sépalos puntiagudos, cinco pétalos también puntiagudos de alrededor de 0.3 cm de largo con un tinte rosado a veces, cinco estambres y un pistilo con un ovario de dos células, un estilo corto y dos estigmas. Las frutas son numerosas, pequeñas, secas y de forma ovoide (drupas) que promedian 0.3 cm de ancho. Son de un color entre rosado y rojo y contienen de dos a tres semillas.

En el sureste de los Estados Unidos, el palo colorado florece en junio o julio (61). En Puerto Rico, la florescencia ocurre durante la mayor parte del año (39), con unos máximos en marzo y junio (21). La producción de frutas ocurre también durante todo el año (39), pero con una mayor incidencia entre agosto y diciembre (21). La caída de las frutas tiene lugar más que nada de octubre a diciembre.

Producción de Semillas y su Diseminación.—A pesar de que el palo colorado produce una abundancia de flores y frutos cada año, rara vez produce semillas fértiles (63, 66). Se efectuaron varios intentos de recolectar semillas en Puerto Rico durante la recopilación de este reporte, pero sin éxito alguno.

Ocasionalmente se pueden encontrar unos pocos árboles que producen un mayor número de semillas fértiles. Estos árboles se encuentran en áreas en donde dos diferentes individuos se encuentran creciendo cerca uno del otro (66). Aparentemente, la auto-polinización de diferentes flores dentro del mismo clon estimulará la producción de fruta, pero la fertilización del óvulo sólo ocurre con el polen de un individuo diferente (66). La evidencia disponible sugiere que los árboles de palo colorado no son auto-compatibles.

Las semillas del palo colorado son pequeñas comparadas con las de otros árboles del dosel en los bosques montanos de Puerto Rico (80). La cotorra de Puerto Rico (*Amazona vittata*), el tordo *Margaropus fuscatus* y el pinzón puertorriqueño *Loxigilla portoricensis* han sido todos observados alimentándose de las frutas del palo colorado.¹ Además de estas especies de aves, la tångara *Spindalis zena*, la tångara puertorriqueña *Nesospingus speculiferus*, el tordo *Turdus plumbeus* y la paloma *Columba squamosa*, a la vez que una especie de murciélago, probablemente el murciélago de Jamaica, *Artibeus jamaicensis*, han sido observados alimentándose de las frutas del palo colorado.² Puede ser que otras especies de aves y murciélagos consuman también las frutas y distribuyan las semillas.

¹Arendt, Wayne. 1995. Comunicación personal con Wayne Arendt, biólogo de la vida silvestre, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Call Box 25000, Río Piedras, PR 009281-5000.

²Wiley, James. 1995. Comunicación Personal con James Wiley, biólogo de la vida silvestre, Departamento de Pescadería y Vida Silvestre de los Estados Unidos, Grambling Cooperative Wildlife Project, Universidad Estatal de Grambling, P.O. Box 4290, Grambling, LA 71245.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas del palo colorado es hipogea, pero se ha caracterizado dentro de este tipo como fanerocotilar (los cotiledones escapan de la testa después de la germinación) (19). En los Estados Unidos, el palo colorado se regenera por lo común como un arbusto invasor en las áreas muy húmedas a lo largo de las carreteras (66). Después del Huracán Hugo en Puerto Rico, se registraron plántulas en el Bosque Experimental de Luquillo en las áreas claras adyacentes a los caminos y en las masas de raíces volcadas. Sin embargo, las plántulas en el bosque cerrado son raras (80).

Reproducción Vegetativa.—El palo colorado se propaga y se esparce mediante vástagos vegetativos que se originan a partir de las raíces bajo tierra (33, 36). Rebrotan vigorosamente también después de las quemadas o incendios en los ecosistemas tipo pocosín en el estado de Carolina del Norte (49). En el ambiente fresco y húmedo del Bosque Experimental de Luquillo en Puerto Rico, los tallos recostados producen nuevos vástagos por lo común (59).

Se reporta al palo colorado como clonal y auto-estéril dentro de los clones en las tierras pantanosas de la América del Norte y las tierras bajas de Cuba (66). Los árboles de palo colorado crecen esparcidos a través de los bosques montanos muy húmedos de Jamaica y Puerto Rico y no parecen formar rodales clonales (63).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El palo colorado es caducifolio en las regiones más heladas (61). En Carolina del Norte, el palo colorado pierde sus hojas de manera gradual durante los meses de invierno (49). En cambio, la caída de las hojas ocurre en Puerto Rico durante todo el año, con una caída máxima de abril a julio (21).

El palo colorado produce anillos de crecimiento en las zonas templadas, pero en los trópicos los anillos no son claros (66). En Puerto Rico se reportaron anillos de crecimiento para el palo colorado, pero no se sabe si los anillos eran anuales (68). Las investigaciones recientes sobre la fenología del palo colorado en el Bosque Experimental de Luquillo han demostrado que los vasos de madera temprana de un diámetro grande se forman en marzo, mientras que los vasos de madera tardía de menor diámetro se forman entre octubre y noviembre (17). Si los anillos se forman de una manera consistente anualmente en todos los sitios dentro del bosque, las tasas de crecimiento y la edad se podrían determinar mediante la extracción de muestras incrementales del tronco al igual que en la zona templada.

En la ausencia de anillos anuales, los cálculos de las tasas de crecimiento y la edad se deberán efectuar mediante las mediciones periódicas de los mismos tallos. El incremento en el diámetro en las clases de d.a.p. menores (v.g., 4.1 a 20.0 cm) parece ser más rápido que en las clases de d.a.p. mayores, en particular cuando los rodales han sido perturbados o entresacados (fig. 2).

El crecimiento aparentemente lento de los tallos dominantes de palo colorado en los rodales vírgenes sugirió a los primeros investigadores que algunos de los árboles podrían ser muy viejos (70). Los primeros cálculos sobre la edad del palo colorado se efectuaron mediante la determinación del incremento promedio en el d.a.p. en clases del d.a.p. selectas, para después sumar los períodos necesarios para que el árbol promedio pase a través de la clase del d.a.p.

Los árboles de palo colorado a los 50 cm se calcularon como de 700 años de edad y aquellos a 90 cm, como de 1,200 años de edad (69). Usando la misma metodología, los árboles más grandes de palo colorado en el Bosque Experimental de Luquillo con un d.a.p. de 2.5 m tendrían una edad de 3,600 años! Como comparación, el árbol de palo colorado más grande reportado para los Estados Unidos en el condado de Washington, en la Florida, tiene solamente 37 cm de d.a.p. (29).

Otro método, en el cual se descartan los árboles de más lento crecimiento (fig. 2) por su poca probabilidad de sobrevivir para entrar en la siguiente clase del d.a.p. (v.g., los árboles creciendo a una tasa menor que el incremento promedio en d.a.p. en cada clase del d.a.p.), rindió un estimado de 660 años para un palo colorado de 1 m de diámetro (fig. 3). Por otra parte, se observó que los tallos de palo colorado crecen a veces muy cerca unos de otros y que los árboles de mayor tamaño muy probablemente son el resultado de la fusión de los troncos próximos para formar un solo tallo de gran tamaño (fig. 4a, b). Es por lo tanto poco probable que los palos colorados de mayor tamaño en el Bosque Experimental de Luquillo tengan más de 1,000 años de edad (75).

El tamaño de las hojas del palo colorado varía de manera considerable a través de su distribución (66). En las montañas Blue de Jamaica, la anatomía foliar del palo colorado se estudió en detalle (65). El área foliar específica promedió 54 cm² por g, aproximándose considerablemente a los 56.2 cm² por g medidos en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico (83). Se reportaron también el grosor de la lámina, el grosor de la pared exterior de la epidermis incluyendo la cutícula, el grosor de la capa en empalizada y de las capas no empalizadas, la presencia de esclerenquima y esclerenquima transversal, la densidad de los estomas y la longitud promedio de las células oclusivas (65). En el Bosque Experimental de Luquillo, se reportaron los números de estomas en la epidermis inferior y el tamaño de los poros para el palo colorado (12).

Seis árboles con un d.a.p. de entre 9.8 y 30.7 cm se muestrearon por su biomasa en el Bosque Experimental de

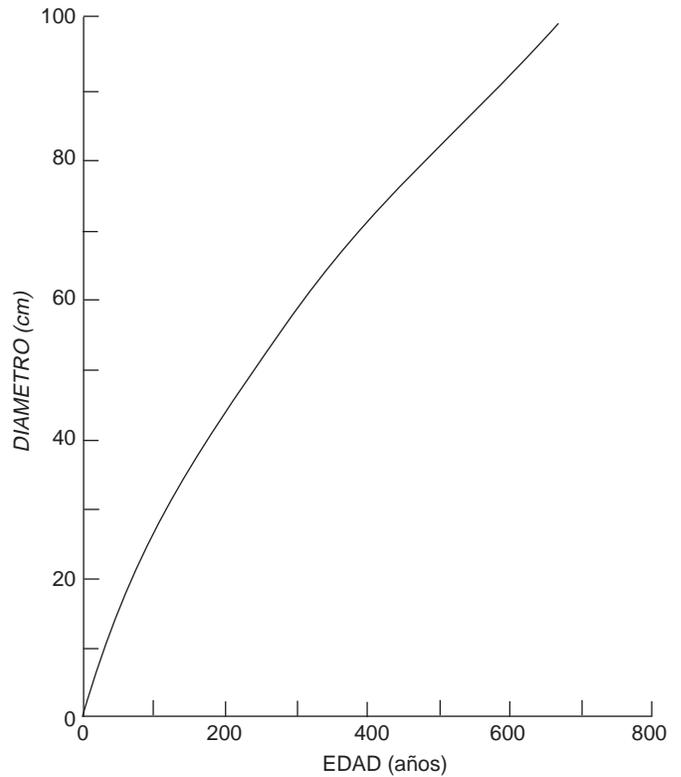


Figura 3.—Curva de la edad para el palo colorado, *Cyrilla racemiflora*.

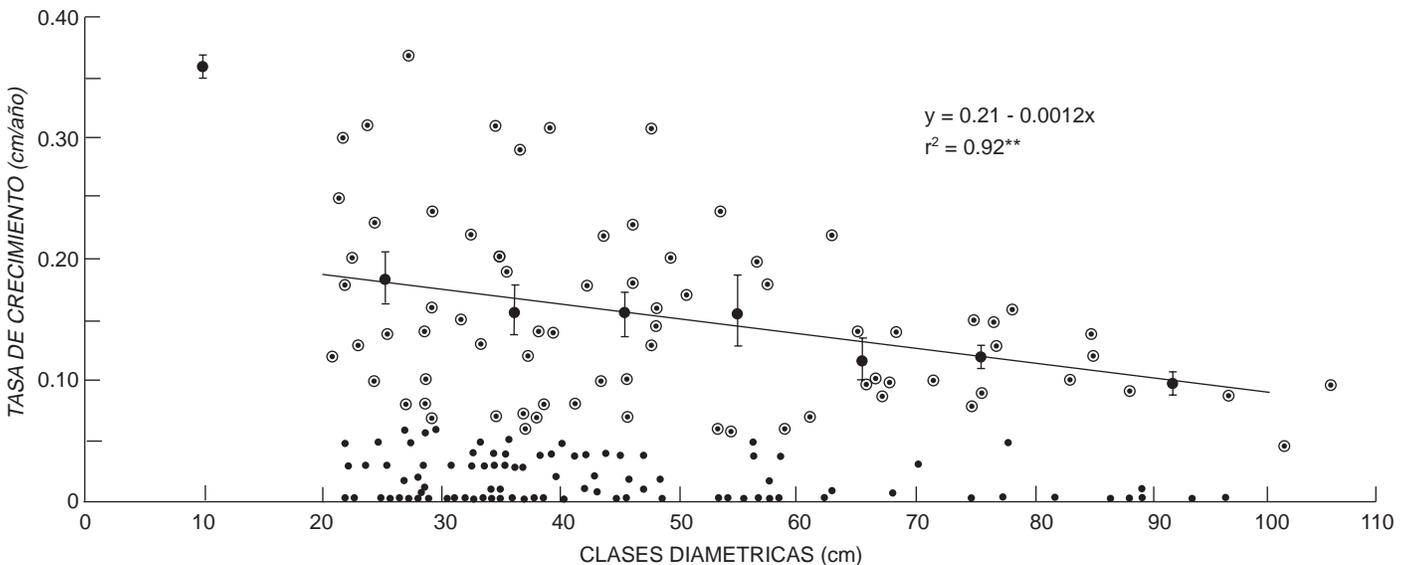


Figura 2.—Dispersión de puntos para el crecimiento en diámetro del palo colorado, *Cyrilla racemiflora*, por clases en base al diámetro. Los puntos encerrados en círculos son aquellos usados en la ecuación de regresión ponderada por cuadrados mínimos. Los puntos con barras de error estándar representan los promedios y los errores estándares para los puntos encerrados en círculos dentro de las clases en base al diámetro respectivas. El promedio y el error estándar a los 10 cm es para el crecimiento interno en la parcela entresacada. Los puntos sólidos indican las tasas de crecimiento que fueron descartadas en los cálculos de la edad arbórea.

Luquillo (46, 47) (tabla 2). Una ecuación de regresión,

$$Y = 0.031X - 5.96, r^2 = 0.98$$

desarrollada para la biomasa total (Y en kilogramos) como una función de X (d.a.p. en centímetros, al cuadrado, multiplicado por la altura en metros) tuvo una alta significancia.

La información química para el palo colorado se muestra en la tabla 3. El palo colorado creciendo en un bosque ribereño de palmas en el Bosque Experimental de Luquillo tuvo unas concentraciones de fósforo (en mg por g) de 0.520 en las hojas, 0.765 en las ramas y 0.025 en los troncos (24).

Comportamiento Radical.—Las raíces del palo colorado son poco profundas, densamente entrelazadas y sin una raíz pivotante (61, 66). Las raíces principales se doblan de manera abrupta a unos pocos centímetros de la superficie del terreno para seguir de manera horizontal. Unas ramas de menor tamaño de las raíces, de textura fibrosa, corren de manera tanto horizontal como vertical en el suelo (66). Numerosos vástagos adventicios se originan a lo largo de las raíces horizontales, formando grandes grupos clonales vegetativos en las tierras pantanosas de la América del Norte (66). Las raíces aéreas se pueden ver de manera ocasional en el Bosque Experimental de Luquillo bajando de la base de los troncos

(fig. 4c), algunos de ellos huecos al alcanzar la superficie (fig. 4d). No se detectaron asociaciones de micorrizas en las raíces del palo colorado en el Bosque Experimental de Luquillo (20).

Unas investigaciones iniciales en el vivero demostraron que las estacas arraigarían, pero solamente hasta cierto punto y lentamente (61). Sin embargo, la corta de las estacas durante la temporada de crecimiento en un ambiente húmedo y usando sustancias sintéticas que promueven el crecimiento (como el ácido indolbutírico, el ácido acético naftaleno, la naftalenacetamida o el éster isopreno del ácido acético naftaleno) en talco produce abundantes raíces en un período de 2 meses.

Reacción a la Competencia.—El palo colorado en el sureste de los Estados Unidos crece bien bajo sol pleno, pero se reporta que también tolera una sombra considerable (61). En el pantano de Okefenokee, el palo colorado fue una de las primeras especies leñosas en invadir las islas de turba recién formadas en un espacio de 3 a 6 años después del comienzo de la sucesión vegetal (18). Recoloniza también con rapidez después de la perturbación por los incendios (15).

En Puerto Rico, alrededor de 330 tallos de palo colorado de ≈4.1 cm ocurriendo en varias de las parcelas permanentes del Bosque Experimental de Luquillo se clasificaron en clases de acuerdo a su copa (75). De estos, el 78 por ciento fueron dominantes y codominantes, el 16 por ciento fueron

Tabla 2.—Información sobre la biomasa para el palo colorado, *Cyrilla racemiflora* *

Dimensión del árbol		Peso seco de la biomasa			
D.a.p.	Altura	Hojas	Ramas	Tronco	Total
-cm-	--m--	-----kg-----			
9.8	9.1	0.61	9.65	13.03	23.29
12.8	10.1	2.77	22.90	32.25	57.92
15.2	9.6	0.28	19.85	30.49	50.62
20.8	12.0	4.96	50.47	121.94	177.37
23.4	11.7	4.11	73.44	77.55	155.10
30.7	13.4	10.27	163.00	218.11	391.38

*Referencias: 46, 77.

Tabla 3.—Análisis químico para el palo colorado, *Cyrilla racemiflora*

Componente	Elemento						
	N	P	K	Na	Ca	Mg	Mn
-----Porcentaje del peso en seco-----							
Raíces *							
Pequeñas	0.55	0.015	0.10	0.11	0.22	0.13	nd †
Medianas/grandes	0.12	0.003	0.05	0.14	0.25	0.06	nd
Pie del árbol	0.22	0.010	0.21	nd	0.46	0.05	nd
Fuste *	0.12	0.005	0.07	nd	0.13	0.11	nd
Ramas *	0.26	0.023	0.19	nd	0.20	0.07	nd
Hojas *	0.83	0.035	0.26	nd	0.23	0.12	nd
Hojas ‡	1.14	0.045	0.37	0.25	0.20	0.15	0.005
Hojas §							
Bosque en crestas en Mord	0.79	0.030	0.33	0.24	0.21	0.20	0.006
Bosque en promontorios en crestas	1.02	0.020	0.49	0.16	0.36	0.11	0.006
Bosque en pendientes muy húmedas	0.89	0.020	0.37	0.27	0.33	0.18	0.016

* Sierra de Luquillo, Puerto Rico (46).

† No medidos.

‡ Montañas Blue, John Crow y Port Royal, Jamaica (27). También, Fe = 74, Zn = 19 y Cu = 2.0 p.p.m. en peso seco.

§ Montañas Blue, Jamaica (63).



A.



B.



C.



D.

Figura 4.—Serie de fotografías del palo colorado, *Cyrilla racemiflora*, en el Bosque Experimental de Luquillo: A y B, ejemplos de la coalescencia de tallos próximos para formar un solo tallo de gran tamaño; C, raíces aéreas; D, cavidades grandes.

intermedios y sólo el 6 por ciento fueron suprimidos. Por lo tanto, la mayoría del palo colorado sobrevive en condiciones con una exposición directa a la luz solar.

El gran tamaño y la longevidad del palo colorado en Puerto Rico llevó a su clasificación inicial como una especie primaria. Sin embargo, las observaciones más detalladas de su reproducción, su crecimiento inicial y su respuesta a las perturbaciones, ya sean naturales o causadas por el hombre, indican que el palo colorado es un componente de larga vida del bosque primario que explota los claros durante su fase regenerativa (62, 75). En el Bosque Experimental de Luquillo, crece por lo común hasta alcanzar la clase de copa dominante, sin importar la elevación (84).

Las semillas comparativamente pequeñas del palo colorado, su pobre representación ya sea como plántulas o árboles del sotobosque en los bosques cerrados y su madera relativamente liviana indican que tiene más de los atributos de un ciclo vital secundario que primario (58, 80). En Jamaica, las plántulas y los brinzales del palo colorado se encontraron ausentes en una parcela de 10 por 10 m conteniendo ocho árboles maduros de palo colorado (63). El palo colorado fue el único de las 15 especies maduras muestreadas en la parcela que no presentó una regeneración. Sin embargo, después de la tala de la parcela, la regeneración del palo colorado se observó en dos cohortes diferentes (clases de acuerdo a la edad) en un espacio de 3 años (62). En Cuba, se observó al palo colorado colonizando rápidamente un

bosque secundario previamente explotado por su madera en sitios húmedos en terreno montañoso (66). La regeneración del palo colorado en el Bosque Experimental de Luquillo ha sido observada en los claros, en los deslizos de tierra (28) y en bosques previamente entresacados (74), pero rara vez en un bosque cerrado (58, 80). Por otra parte, los árboles de palo colorado de tamaño de poste se pueden encontrar a veces creciendo de manera ligeramente angulada dentro de los bosques cerrados en reacción a la luz que penetra a través de pequeñas brechas (59).

Las curvas mostrando las distribuciones de clase de acuerdo al d.a.p. para el palo colorado en rodales naturales en el Bosque Experimental de Luquillo, una para cada una de las poblaciones de 1946 y 1981, son un tanto diferentes (fig. 5). En la distribución de 1946, la mayor proporción de tallos se encontró en la clase de 20 a 40 cm. En la distribución de 1981, la mayor proporción de tallos se encontró en la clase con los d.a.p. más pequeños, con un declive gradual en el número de tallos en las clases restantes. Ambas distribuciones de clase por tamaños parecen ser una respuesta a huracanes que pasaron previamente directamente por encima del Bosque Experimental de Luquillo: la primera a los huracanes de 1766, 1772 y 1867, mientras que la segunda, a un huracán en 1932 (75). Por otra parte, alrededor de tres años después del Huracán Hugo en 1989, la regeneración del palo colorado fue evidente a una elevación de 650 m en el área Natural del Baño de Oro del Bosque Experimental de Luquillo (81). Se observaron plántulas esparcidas creciendo en el terreno en áreas severamente perturbadas, a la vez que en el suelo intacto de las masas de raíces de los árboles volcados.

En 1947, el entresacado de una parcela de 0.4 m en un bosque montano bajo muy húmedo removió todos los árboles del dosel de más de 50 cm de d.a.p., sin importar la especie (74). El entresacado redujo el área basal a la mitad, a 18 m² por ha, y dejó a todos los árboles restantes con por lo menos 2 m libres para las copas. Las copas, muchas de ellas pequeñas y estrechas, no respondieron a la luz adicional. No se observó ninguna regeneración 10 años después, y la gramínea del género *Scleria* había crecido en los claros, lo que hace que las probabilidades para la regeneración natural sean muy pocas.

Aproximadamente 30 años más tarde, la parcela previamente entresacada se estudió en cuanto a su crecimiento a largo plazo. Para entonces, el número de tallos de palo colorado había aumentado 10 veces y su área basal aumentó también 1.5 veces, comparándose a su composición inicial antes del entresacado. En contraste, el palo colorado creciendo en siete parcelas de control, medidas durante el mismo período, mostró una disminución del 8 por ciento en el número de tallos y una pérdida del 44 por ciento de su área basal (74, 76, 78, 80). Este período de mediciones en las parcelas de control se caracterizó por un aumento en la biomasa forestal, un encerramiento gradual del dosel forestal y un declive en las especies forestales secundarias, todo como respuesta al huracán de 1932 (78).

Agentes Dañinos.—Se han identificado por lo menos 138 especies de invertebrados en la madera del palo colorado durante varias etapas de descomposición (67). Las termitas (*Parvitermes discolor* y *Glyptotermes pubescens*) y las hormigas (*Pheidole moerens*, *Paratrechina* spp. y *Solenopsis* spp.) son los grupos taxonómicos más abundantes. La madera del palo colorado es también muy susceptible a la termita de la madera seca, *Cryptotermis brevis* (41, 85). El duramen se

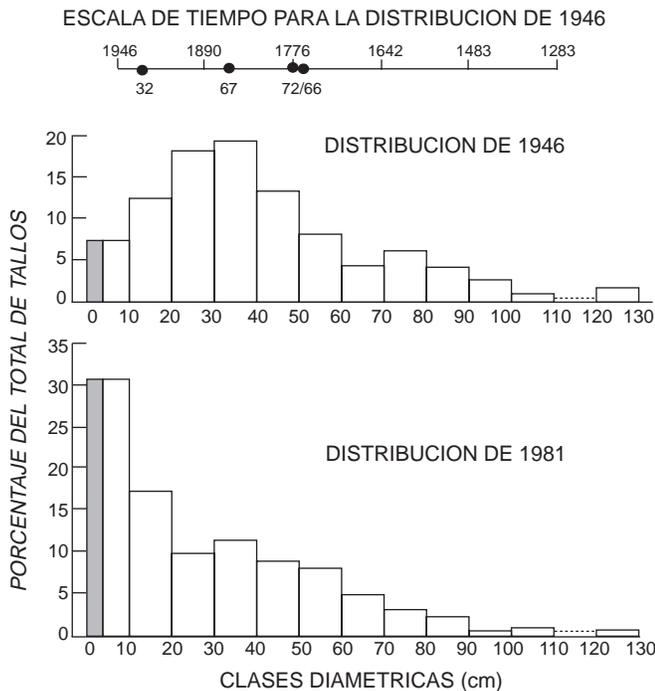


Figura 5.—Distribución de clases en base al diámetro para el palo colorado, *Cyrilla racemiflora*, en parcelas a largo plazo sin perturbar dentro del bosque colorado en la Sierra de Luquillo en 1946 y 1981. La escala de tiempo indica los años a los cuales corresponde la clase en base al diámetro de acuerdo a la curva de la edad sintetizada (fig. 3), a la vez que los años en los que los huracanes pasaron directamente por encima de la Sierra de Luquillo. La porción sombreada de la clase diamétrica menor, de <4.1 cm, no se midió en el campo.

putre con frecuencia en los árboles en pie, causando unas grandes cavidades en los troncos y las ramas principales (59) (fig. 4d).

La herbivoría para 248 hojas vivas de palo colorado muestreadas en el Bosque Experimental de Luquillo se estimó en un 5.4 por ciento del área foliar total, pero la tasa de herbivoría determinada para 51 hojas fue de solamente 0.12 por ciento por año (83). La cantidad de herbivoría es un tanto baja y se debe probablemente a la poca abundancia de insectos en el bosque colorado (59). El valor de la tasa es muy baja y carente de explicación.

En el sureste de los Estados Unidos, los incendios recurrentes, ya sea planeados o naturales, causan por lo usual que el palo colorado se recupere en una masa casi impenetrable de pequeños tallos.³ En unas parcelas experimentales en el pantano de Okefenokee en el estado de Georgia, el palo colorado se vio severamente afectado por incendios durante la gran sequía de 1954 y 1955 (15). En un período de 2 años, el palo colorado se había recuperado y se convirtió en una de las especies más comunes, manteniendo su densa población hasta 1970.

USOS

El duramen del palo colorado tiene un color pardo rojizo oscuro muy atractivo; la albura, de un color un tanto más claro, no se distingue con facilidad del duramen (40). La madera tiene una textura fina y uniforme, una fibra densamente entrelazada y un lustre de moderado a bajo. Las características macroscópicas de la madera han sido descritas (3).

El palo colorado es relativamente fácil de aserrar y la madera rinde buenos resultados en cuanto a todas las propiedades a considerar en el trabajo a máquina: el cepillado y la resistencia a rajarse con tornillos son excelentes; el modelaje, el torneado, el taladrado y el enmechado son buenos, y el lijado es moderadamente bueno. Las superficies trabajadas a máquina son lisas y lustrosas, las piezas más oscuras poseyendo una textura aceitosa. Sin embargo, el palo colorado se seca lentamente y sufre una degradación severa en el proceso: un encogimiento alto, una torsión severa, una cuarteadura y rajadura superficiales, un endurecimiento superficial, un colapso y el desarrollo de depresiones en forma de celdillas. La degradación es tan severa que la mayoría de la madera secada al aire no es adecuada para los propósitos comerciales (40). Debido a que el palo colorado se consideraba como una especie maderera indeseable, se anillaba durante las actividades para el mejoramiento de los rodales madereros en el Bosque Experimental de Luquillo durante la década de 1940 (59, 72). Se usaba también con frecuencia para la manufactura de carbón.

La madera se considera como durable, a pesar de que existe una falta de información experimental. Su uso más satisfactorio sería como madera verde en condiciones sumergidas, tal como pilotes enterrados o las partes bajo de agua de los muelles, en donde el secado es imposible. La madera tiene una gravedad específica de 0.53 g por cm³ (39, 44) y contiene taninos (47).

³Balmer, William. 1995. Comunicación Personal con William Balmer, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal (retirado), Chamblee, GA 30341.

El palo colorado, con sus atractivas flores blancas (30) y su follaje que adquiere unos brillantes tonos anaranjados y escarlatas, se cultiva en los jardines de las zonas templadas como una especie de ornamento (53). En la parte más norteña de su distribución, el follaje es caducifolio en el otoño o al principio del invierno; más hacia el sur, en los Estados Unidos, el follaje persiste con poco cambio en su color hasta el inicio del siguiente verano.

El palo colorado se reportó como una fuente de néctar para miel en los Estados Unidos (61) a pesar de que la mayoría del tiempo produce muy poco néctar (52). Sin embargo, durante los años de abundante producción de néctar y polen, el palo colorado es responsable por una condición llamada "nido morado" (purple brood), la cual mata los nidos de las abejas, volviéndolos de un color morado intenso. Tanto en Cuba (39) como en Puerto Rico (59), los troncos huecos del palo colorado proporcionan un hábitat para las colmenas de las abejas.

La corteza del palo colorado es rica en compuestos fenólicos y ha sido usada como un estíptico y astringente (66). Otro uso medicinal de la corteza es para el tratamiento de las heridas y las úlceras con el propósito de cicatrizarlas.

En los árboles grandes, el duramen del palo colorado se pudre con frecuencia, ocasionando unas cavidades grandes en los troncos y en los tallos grandes. Esta característica hace del palo colorado la especie más importante para el anidaje de la cotorra de Puerto Rico, una especie rara y en peligro de extinción (59). El uso humano más singular de un árbol de palo colorado de gran tamaño fue como un resguardo contra la lluvia por los habitantes de la isla de Dominica: unos bancos de madera pequeños y una mesa de triplex se colocaron en el hueco de un árbol de 3 m de d.a.p.

GENETICA

La familia Cyrillaceae contiene 3 géneros y 14 especies (66). El registro fósil de la familia indica que tuvo especies representativas en la América del Norte desde el periodo del Cretáceo Superior. El género *Cyrilla* es considerado por algunos como monotípico, mientras que otros han reconocido hasta 10 diferentes especies. La mayoría de los autores que estudian las clasificaciones filogenéticas que involucran a esta familia la han colocado ya sea entre las Ericales o las Celestrales.

Cyrilla racemiflora L. fue descrita originalmente por Linnaeus en 1767 a partir de material enviado de Carolina del Norte. Una segunda especie, *C. antillana* Michx., fue descrita en 1803, aparentemente a partir de material recolectado en las Indias Occidentales, pero fue posteriormente designado por Urban y Standley como *C. racemiflora* (33, 60, 66). Una tercera especie, *C. parvifolia* Raf., de describió en los Estados Unidos en 1840 (66). Esta supuesta especie, encontrada a nivel local en los pantanos de Georgia hasta la Florida como un arbusto bajo con hojas más pequeñas y racimos más cortos, fue bajada a una variedad, *C. racemiflora* var. *parvifolia* Sarg. (38, 53). Otros nombres específicos que han sido asignados al género son: *C. arida* Small, de material recolectado en la región de lagos sureña en la Florida; *C. brevifolia* Brown, de material recolectado en la Guyana y *C. cubensis* Wilsonm, *C. nitidissima* Urban y *C. nipensis* Urban, de diferentes áreas en Cuba. El este de Cuba es el área con una mayor variación local en el palo colorado (66).

Cyrilla racemiflora es extremadamente polimórfico. Esto es aparente de manera particular cuando se comparan las formas extremas de diferentes regiones geográficas (33, 66). Sin embargo, no existen brechas o discontinuidades separando un patrón genético de otro. Al contrario, los patrones diferentes se ven conectados por formas intermedias.

La reproducción clonal del palo colorado se correlaciona con una alta incidencia de partenocarpia sin semillas (la producción de frutas en la ausencia de la fertilización) en las poblaciones en donde la auto-polinización es muy probable. La reproducción sexual en estas poblaciones es mínima, causando un patrón de variación en el cual las poblaciones morfológicamente distintas ocupan diferentes ambientes (66).

El número cromosómico reportado para la mayoría de las células en el palo colorado es de 20, variando entre 18 y 22 (66). El volumen nuclear de las células apicales de los vástagos se determinó como de $88.4 \mu^3 \pm 13.4$ (34).

LITERATURA CITADA

- Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
- Alain, Hermano. 1945. Notas taxonómicas y ecológicas sobre la flora de isla de pinos. Habana, Cuba: Talleres Tipográficos "Alfa". 115 p.
- Araujo, Paulo Agostino de Matos; Filho, Armando de Matos. 1970. Estructura das madeiras brasileiras de angiospermas dicotiledoneas VI. Cyrillaceae (*Cyrilla antillana* Michx.). Rodriguesia. 27(39): 53-59.
- Asprey, G.F.; Robbins, R.G. 1953. The vegetation of Jamaica. Ecological Monographs. 23: 359-412.
- Bailey, Robert G. 1978. Description of the ecoregions of the United States. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Region. 77 p.
- Barker, Henry D.; Dardeau, William S. 1930. Flore d'Haiti. Port-au-Prince, Haiti: Direction du Service Technique du Departement de l'Agriculture et de l'Enseignement Professionnel. 456 p.
- Beard, J.S. 1944. Provisional list of trees and shrubs of the Lesser Antilles. Caribbean Forester. 5: 48-67.
- Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford University Memoirs 21. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
- Birdsey, Richard A.; Jiménez, Diego. 1985. The forests of Toro Negro. Res. Pap. SO-222. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 29 p.
- Bisse, Johannes. 1981. Arboles de Cuba. Habana, Cuba: Ministerio de Cultura, Editorial Científico-Técnica. 384 p.
- Britton, N.L.; Wilson, Percy. 1923. Scientific survey of Porto Rico and the Virgin Islands: Part 1: Botany of Porto Rico and the Virgin Islands, preface; descriptive flora—Spermatophyta (Part). New York: New York Academy of Sciences. 598 p. Vol. 5.
- Cintrón, Gilberto. 1970. Variation in size and frequency of stomata with altitude in the Luquillo Mountains. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 133-135. Capítulo H-9.
- Crow, Thomas R.; Grigal, David F. 1979. A numerical analysis of arborescent communities in the rain forest of the Luquillo Mountains, Puerto Rico. Vegetatio. 40(3): 135-146.
- Cypert, Eugene. 1972. The origin of houses in the Okefenokee prairies. American Midland Naturalist. 87(2): 448-458.
- Cypert, Eugene. 1972. Plant succession on burned areas in Okefenokee Swamp following the fires of 1954 and 1955. En: Proceedings of the annual Tall Timbers fire ecology conference; 1972 June 8-9; Lubbock, TX. Tallahassee, FL: Tall Timbers Research Station: 199-271.
- Christensen, Norman L. 1988. Vegetation of the south-eastern Coastal Plain. En: Barbour, M.G.; Billings, W.D., eds. North American terrestrial vegetation. New York: Cambridge University Press: 318-363.
- Drew, Allan P. 1993. Growth rings, phenology, and climate in a montane rain forest tree [Resumen]. En: 30th anniversary of the Association for Tropical Biology, 1993 June 1-4; San Juan, PR. San Juan, PR: Association for Tropical Biology: 63-64.
- Duever, Michael J.; Riopelle, Lawrence A. 1983. Successional sequences and rates on tree islands in the Okefenokee Swamp. American Midland Naturalist. 110(3): 186-193.
- Duke, James A. 1970. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 239-274. Capítulo B-15.
- Edmisten, Joe. 1970. Survey of mycorrhiza and nodules in the El Verde forest. En: Odum, Howard T.; Pigeon Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 15-20. Capítulo F-2.
- Estrada Pinto, Alejo. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 237-269. Capítulo D-14.
- Ewel, John J.; Whitmore, Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
- Fournet, Jacques. 1978. Flore illustree des phanerogames de Guadeloupe et de Martinique. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique. 1,654 p.
- Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1985. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain forest. Ecological Monographs. 55(3): 351-369.
- Gentry, Alwyn H. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru). Washington, DC: Conservation International. 895 p.
- Glassner, Jane E. 1985. Successional trends on tree islands in the Okefenokee Swamp as determined by interspecific association analysis. American Midland Naturalist. 113(2): 287-293.
- Grubb, P.J.; Tanner, E.V.J. 1976. The montane forests and soils of Jamaica: a reassessment. Journal of the Arnold Arboretum. 57(3): 313-368.
- Guariguata, Manuel R. 1990. Landslide disturbance and forest regeneration in the upper Luquillo Mountains of Puerto Rico. Journal of Ecology. 78(3): 814 -832.
- Hartman, K. 1982. National register of big trees. American Forests. 88(4): 18-31, 34-48.
- Heywood, V.H. 1978. Flowering plants of the world. New York: Mayflower Books, Inc. 335 p.

31. Hofstetter, R.H. 1983. Wetlands in the United States. En: Gore, A.J.P., ed. *Ecosystems of the world*, 4B—Mires: swamp, bog, fen, and moor. New York: Elsevier Scientific Publishing Company: 201-244.
32. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
33. Howard, Richard A.; Bornstein, Allan J. 1989. *Flora of the Lesser Antilles: Leeward and Windward Islands. Dicotyledonae—part 2*. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 604 p. Vol 5.
34. Koo, F.K.S.; Irizarry, Edith R. de. 1970. Nuclear volume and radiosensitivity of plant species at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. *A tropical rain forest*. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 15-20. Capítulo G-1.
35. Kurz, Herman; Godfrey, Robert K. 1962. *Trees of northern Florida*. Gainesville, FL: University of Florida Press. 311 p.
36. Liogier, Henri Alain. 1981. *Phytologia memoirs III: Antillean studies. 1: Flora of Hispaniola: Celastrales, Rhamnales, Malvales, Thymeleales, Violales*. Plainfield, NJ: Harold N. Moldenke and Alma L. Moldenke, Publishers. 218 p. Part 1.
37. Little, Elbert L., Jr. 1977. *Atlas of United States trees. Minor eastern hardwoods*. Misc. Pub. 1342. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 166 maps. Vol. 4.
38. Little, Elbert L., Jr. 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized). *Agric. Handb.* 541. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 375 p.
39. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. *Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
40. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. *Agric. Handb.* 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
41. Medina Gaud, Silverio; Martorell, Luis F.; Acin Díaz, Nilsa M. 1987. Comejenes de importancia económica en Puerto Rico y su control. *Boletín* 280. Río Piedras, PR: Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Estación Experimental Agrícola. 28 p.
42. National Oceanic and Atmospheric Administration. 1974. *Climates of the States—Eastern States plus Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*. Port Washington, NY: Water Information Center, Inc. 480 p. Vol. 1.
43. National Oceanic and Atmospheric Administration. 1974. *Climates of the States—Western States including Alaska and Hawaii*. Port Washington, NY: Water Information Center, Inc. 975 p. Vol. 2.
44. Odum, Howard T. 1970. Summary: an emerging view of the ecological system at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. *A tropical rain forest*. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 191-289. Capítulo I-10.
45. Ogle, Carol June. 1970. Pollen analysis of selected sphagnum-bog sites in Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. *A tropical rain forest*. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 135-145. Capítulo B-11.
46. Ovington, J.D.; Olson, J.S. 1970. Biomass and chemical content of El Verde lower montane rain forest plants. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. *A tropical rain forest*. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 53-77. Capítulo H-2.
47. Persinos, G.J.; Christie, S.K.; Bidinger, J.M.; Lapiana, M.J. 1970. The ecology of an elfin forest in Puerto Rico, 13. *Phytochemical screening and literature survey*. *Journal of the Arnold Arboretum*. 51(4): 540-546.
48. Prance, G.T.; Johnson, D.M. 1992. Plant collections from the plateau of Serra do Araca (Amazonas, Brazil) and their phytogeographic affinities. *Kew Bulletin*. 47(1): 1-24.
49. Richardson, Curtis J., ed. 1981. Pocosin uplands: an integrated analysis of coastal plain freshwater bogs in North Carolina. En: *Proceedings of pocosins: a conference on alternative uses of the Coastal Plain freshwater wetlands of North Carolina*; 1980 January 3-4; Beaufort, NC. Stroudsburg, PA: Hutchinson Ross Publishing Co. 364 p.
50. Roig y Mesa, Juan Tomás. 1953. *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. *Boletín* 54. Habana: Ministerio de Agricultura, Dirección de Estaciones Experimentales Agronómicas. 589 p.
51. Rzedowski, J.; Huerta M., Laura. 1981. *Vegetación de México*. Ciudad de México, D.F., México: Editorial Limusa, S.A. 432 p.
52. Sanford, Malcolm T. 1986. *Florida bee botany*. [Circular 686]. Gainesville, FL: Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida. 15 p.
53. Sargent, Charles Sprague. 1922. *Manual of the trees of North America (exclusive of Mexico)*. Cambridge, MA: The Riverside Press. 910 p.
54. Schnee, L. 1960. *Plantas comunes de Venezuela*. *Revista de la facultad de agronomía*. Alcance 3. Merida, Venezuela: Universidad Central de Venezuela. 663 p.
55. Schwerdtfeger, Werner. 1976. *World survey of climatology. Climates of Central and South America*. New York: Elsevier Scientific Publishing Co. 532 p. Vol. 12.
56. Seifriz, William. 1943. *The plant life of Cuba*. *Ecological Monographs*. 13: 375-426.
57. Shreve, Forrest. 1914. *A montane rain forest: a contribution to the physiological plant geography of Jamaica*. Publ. 199. Washington, DC: Carnegie Institute of Washington. 110 p.
58. Smith, Robert Ford. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican rain forest before and after short-term gamma radiation. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. *A tropical rain forest*. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 103-140. Capítulo D-3.
59. Snyder, Noel F.R.; Wiley, James W.; Kepler, Cameron B. 1987. *The parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican parrot*. Los Angeles: Western Foundation of Vertebrate Zoology. 384 p.
60. Standley, Paul C. 1923. *Contributions from the United States National Herbarium. Part 3: Trees and shrubs of Mexico (Oxalidaceae-Turneraceae)*. Washington, DC: Smithsonian Institution, United States National Museum: 517-848 + índice. Vol. 23.
61. Stoutemeyer, V.T.; O'Rourke, F.L. 1942. Vegetative propagation of *Cyrtilla*. *American Nurseryman*. 76(11): 5-6.
62. Sudgen, A.M.; Tanner, E.V.J.; Kapos, V. 1985. Regeneration following clearing in a Jamaican montane forest: results of a 10-year study. *Journal of Tropical Ecology*. 1: 329-351.
63. Tanner, E.V.J. 1977. Four montane rain forests of Jamaica: a quantitative characterization of the floristics, the soils, and the foliar mineral levels, and a discussion of the interrelations. *Journal of Ecology*. 65: 883-918.

64. Tanner, E.V.J. 1981. The decomposition of leaf litter in Jamaican montane rain forests. *Journal of Ecology*. 69: 263-275.
65. Tanner, E.V.J.; Kapos, V. 1982. Leaf structure of Jamaican montane rain-forest trees. *Biotropica*. 14(1): 16-24.
66. Thomas, Joab L. 1960. A monographic study of the Cyrillaceae. *Contributions to the Gray Herbarium*. 186: 1-114.
67. Torres, Juan A. 1994. Wood decomposition of *Cyrilla racemiflora* in a tropical montane forest. *Biotropica*. 26(2): 124-136.
68. Tropical Forest Experiment Station. 1949. Ninth annual report. *Caribbean Forester*. 10: 81-118.
69. Tropical Forest Experiment Station. 1953. Thirteenth annual report. *Caribbean Forester*. 14(1&2): 1-33.
70. Tropical Forest Research Center. 1958. The status of forestry and forest research in Puerto Rico and the Virgin Islands: the eighteenth annual report of the Tropical Forest Research Center. *Caribbean Forester*. 19(1 & 2): 1-24.
71. Veillón, Jean Pierre. 1986. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Mérida, Venezuela: Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de los Andes. 199 p.
72. Wadsworth, Frank H. 1947. An approach to silviculture in tropical America and its application in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 8(4): 245-256.
73. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. 1: The setting. *Caribbean Forester*. 12(3): 93-114.
74. Weaver, Peter L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
75. Weaver, Peter L. 1986. Growth and age of *Cyrilla racemiflora* L. in montane forests of Puerto Rico. *Interciencia*. 11(5): 221-228.
76. Weaver, Peter L. 1986. Hurricane damage and recovery in the montane forests of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*. 22(1-20): 53-70.
77. Weaver, Peter L. 1987. Structure and dynamics in the colorado forest of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. East Lansing, MI: Department of Botany and Plant Pathology, Michigan State University. 296 p. Disertación doctoral.
78. Weaver, Peter L. 1989. Forest changes after hurricanes in Puerto Rico's Luquillo Mountains. *Interciencia*. 14(4): 181-192.
79. Weaver, Peter L. 1991. Environmental gradients affect forest composition in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Interciencia*. 16(3): 142-151.
80. Weaver, Peter L. 1992. An ecological comparison of canopy trees in the montane rain forest of Puerto Rico's Luquillo Mountains. *Caribbean Journal of Science*. 28(1-2): 62-69.
81. Weaver, Peter L. 1994. The Baño de Oro Natural Area in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-111. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 55 p.
82. Weaver, Peter L.; Birdsey, Richard A.; Nicholls, Calvin F. 1988. Los recursos forestales de San Vicente, Indias Occidentales. Res. Pap. SO-244. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 27 p.
83. Weaver, Peter L.; Murphy, Peter G. 1990. Forest structure and productivity in Puerto Rico's Luquillo Mountains. *Biotropica*. 22(1): 69-82.
84. White, H.H. 1963. Variation of stand structure correlated with altitude, in the Luquillo Mountains. *Caribbean Forester*. 24(1): 46-52.
85. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*. 41: 259-311.

Ariel E. Lugo y Frank H. Wadsworth

Dacryodes excelsa Vahl, conocido como tabonuco, “gomier” y “candlewood,” es el árbol de gran tamaño dominante de los bosques nativos que anteriormente cubrían las pendientes bajas y medianas de las montañas hacia el Norte de Puerto Rico. Se distingue por sus contrafuertes bajos y anchos, un fuste columnar, una corteza gris lisa y hojas pinadas compuestas con entre cinco y siete hojuelas fragantes y de color verde oscuro. Al ser herido, el árbol exuda una resina clara, fragante e inflamable que se endurece y se vuelve de color blanco con la exposición.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El tabonuco (fig. 1) es nativo a elevaciones de entre 200 y 900 m a través de Puerto Rico. En los sitios favorables, puede constituir el 35 por ciento del área basal y un 80 por ciento



Figura 1.—Un árbol maduro de tabonuco, *Dacryodes excelsa*, mostrando su copa esparcida.

del volumen maderero del bosque, conocido comúnmente como la asociación *Dacryodes-Sloanea* (1). Desde Puerto Rico, la distribución natural del tabonuco se extiende hacia las Antillas Menores en St. Kitts, Montserrat, Guadeloupe, Dominica, Martinica, St. Lucia, St. Vincent y Grenada, un área boscosa de aproximadamente 2,300 km² (24). Otros miembros del género se pueden encontrar en la América del Sur y en Africa.

Clima

El tabonuco en Puerto Rico se encuentra dentro de una temperatura promedio de entre 21 y 25 °C y una precipitación anual promedio de 2000 y 4000 mm. La precipitación es generalmente abundante, excepto de febrero a abril, cuando puede caer a un nivel de 75 mm por mes. En El Verde, en la pendiente noroeste de la Sierra de Luquillo, a una elevación de 420 m, siempre dentro de la distribución del bosque tabonuco, la información recolectada por 3 años mostró lo siguiente: una temperatura promedio de 22.6 °C, una humedad absoluta promedio de 18.7 g por m³, una humedad relativa promedio de 91 por ciento, una insolación diaria promedio de 383 gcal por cm², una evaporación en perol diaria promedio de 1.8 mm, una velocidad del viento promedio de 4.2 km por hora y una precipitación anual promedio de 3700 mm. Las variaciones diurnas son menores que algunos de los cambios estacionales.

Suelos y Topografía

El tabonuco crece en suelos arcillosos profundos, rojos y ácidos, con un pH de entre 4.5 y 5.5 (Ultisoles tales como los Guineos y Humatas), derivados de roca ígnea. Típicamente, estos suelos son pedregosos, a menudo con peñas de buen tamaño y el drenaje interno es bueno. Los árboles de tabonuco de gran tamaño tienden a concentrarse en las pendientes o cimas superiores, en donde pueden formar agrupaciones casi puras, cuyas raíces se injertan unas con otras, formando de esta manera una agrupación o unión arbórea. Esto refleja presumiblemente el mejor drenaje de los suelos en dichas localidades o el mejor anclaje contra los vientos huracanados provisto por las peñas. Se han reportado unas tasas de crecimiento en el diámetro en las cimas significativamente superiores a las de los terrenos bajos.

Cobertura Forestal Asociada

El bosque tabonuco domina la asociación forestal conocida localmente como el tipo tabonuco (21). En las Indias Occidentales Francesas, la asociación se describe como “bosque hygrophytique” (20) y Beard lo describió como bosque montano bajo pluvial o *Dacryodes-Sloanea* (1). Estos caen dentro de las más amplias categorías de zonas de vida forestales tropical o subtropical muy húmedas (7).

En Puerto Rico esta asociación promedia alrededor de 50 especies de árboles por hectárea de más de 10 cm en d.a.p. En la Sierra de Luquillo, entre los socios más cercanos se encuentran el motillo (*Sloanea berteriana*), la palma de sierra (*Prestoea montana*), el yagrumo hembra (*Cecropia schreberiana*), el yagrumo macho (*Schefflera morototoni*) y el caimitillo verde (*Micropholis garcinifolia*) (21). El tipo de bosque ha sido descrito en detalle (2, 16, 21). Las características de los rodales de tabonuco incluyen una rica mezcla de 170 especies de árboles en rodales primarios y secundarios (23) con dominantes de *Sloanea berteriana*, *Guarea guidonia* y *Manilkara bidentata*. La densidad relativa de las plántulas con respecto a la de los árboles del dosel se aproxima a una relación de 8, mientras que la de los brinzales es de 0.4 (19). Como promedio, el rodal contiene 116 árboles por hectárea, con un d.a.p. de 10 a 15 cm, de 100 a 150 árboles por hectárea de más de 30 cm en d.a.p. y 63 árboles por hectárea de más de 50 cm en d.a.p., con una biomasa total de 424 toneladas por hectárea, de la cual el 33 por ciento consiste de fustes de árboles (14, 23). El área basal promedio del rodal es de cerca de 40 a 46 m² por hectárea y el volumen de alrededor de 300 a 345 m³ por hectárea (2). La producción primaria diurna bruta de un rodal con un índice de área foliar de 6 a 7 en Puerto Rico se reporta como un promedio de 16 gramos de carbono por metro cuadrado del área superficial (14).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores masculinas y femeninas aparecen en árboles separados, haciendo de este árbol una especie dioica. Las flores son verduscas, de aproximadamente 4 mm de ancho y se desarrollan en panículas laterales y muy ramificadas. La fruta, una drupa de alrededor de 0.19 mm de diámetro, de oblonga a ovoide y de una sola semilla, tiene una superficie corrugada cuando seca (19). La semilla es carnosa, con cotiledones doblados (5, 17).

La florescencia muestra un máximo entre mayo y noviembre, mientras que la fruta cae de octubre a diciembre. Existe hasta cierto punto una producción de flores y fruto en otras temporadas durante el año, a la vez que una considerable variación anual. Las frutas vacías por lo común caen antes que aquellas que son fértiles. En un período durante el otoño de 1963, dos tercios de la cosecha estuvo compuesta de frutas vacías, aunque una segunda cosecha de menor tamaño con semillas viables apareció más tarde. Se reporta que el estrés por los rayos gamma ha llevado a una caída de frutas más temprana y mayor (6). Las frutas se pueden encontrar por lo general en abundancia bajo las copas de los árboles maternos.

Producción de Semillas y su Diseminación.—De las frutas que caen, se encontró que aquellas de un color oscuro fueron más pesadas que las frutas de un color verde, con 60 frutas por kilogramo, comparado a 73 por kilogramo, y más viables, hasta un 22 por ciento, comparado con hasta un 5 por ciento en las verdes. Las frutas completamente desarrolladas tienden a hundirse al ser colocadas en agua. De aquellas que flotan, la mayoría se encuentran huecas, aunque hasta el 33 por ciento de ellas podría ser aun viable. El período de viabilidad bajo condiciones naturales es corto

pero se desconoce con precisión. Se sabe que unas pocas semillas han sobrevivido 5 semanas en almacenamiento expuestas al aire.

La germinación es epigea y tiene lugar en unos pocos días bajo condiciones húmedas y sombreadas. Bajo una exposición al sol pleno, la germinación es menor que en la sombra: un 11 por ciento comparada a un 28 por ciento en una prueba.

Desarrollo de las Plántulas.—En condiciones naturales las plántulas crecen mejor en las pendientes escarpadas bajo una baja intensidad de luz (de 0.07 a 0.05 gcal por cm² por min). Son frágiles y se arraigan en la capa de hojarasca. A una edad de 4 meses alcanzan una altura promedio de 16 cm y típicamente poseen 6 hojas. En algunas áreas puede haber hasta cuatro plántulas por metro cuadrado. Pocas plántulas crecen más allá de esta etapa y sólo la mitad sobrevive después de los 8 meses. El crecimiento continuo de las plántulas sobrevivientes bajo condiciones de luz intermedias es lento. La fotosíntesis neta es baja (60 mg de carbono por m² por hora) y la relación de la fotosíntesis neta a la respiración es de 0.78 (12).

Se ha encontrado que las plántulas en el vivero durante su primer mes no toleran la exposición al sol directo. Bajo condiciones sombreadas las plántulas alcanzaron una altura de 22 cm en 6 meses. Al igual que muchas otras especies con semillas grandes, el tabonuco no sobrevive el transplante con las raíces desnudas. En contraste, se ha obtenido una supervivencia del 85 por ciento con el uso de contenedores con un terrón intacto rodeando las raíces. A los 9 años, los árboles tuvieron una altura de 3.0 a 4.3 m y un d.a.p. de 3.8 a 5.0 cm (13).

La siembra directa en el bosque ha rendido una germinación de hasta el 33 por ciento, pero los problemas subsecuentes, tales como la pérdida de hojas, la sequía y las enredaderas, previnieron su establecimiento exitoso, de manera que se recomienda el plantado en vez de la siembra.

Reproducción Vegetativa.—No existe evidencia de reproducción vegetativa.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Los tabonucos maduros en Puerto Rico pueden alcanzar una altura total de 35 m y un d.a.p. de 180 cm. Para los árboles de gran tamaño se calcula una edad de hasta 400 años. Existen unas tablas preliminares de volumen inéditas para la especie y se ha publicado una tabla compuesta para el bosque tipo tabonuco (2). Debido a la naturaleza mixta de los bosques en los cuales se encuentra el tabonuco, su crecimiento y rendimiento por unidad de área forestal carecen de mucha significancia.

El crecimiento en diámetro de los árboles individuales es más rápido en las pendientes y en las cimas no expuestas y para los especímenes de gran tamaño y con dominancia de copa (0.15 cm por año para las copas dominantes en los rodales maduros vs. 0.10 cm por año para las copas suprimidas). Las tasas de crecimiento son lentas si se comparan a las de las especies exóticas plantadas, pero se desconoce cual sería el crecimiento potencial de los tabonucos si se plantaran bajo condiciones similares.

Comportamiento Radical.—La preferencia del tabonuco por las pendientes superiores y las cimas, junto con su obvia supervivencia a los frecuentes vientos huracanados que quiebran las copas en vez de volcar el árbol, indican un sistema radical fuerte y presumiblemente

profundo. Los injertos radicales entre los árboles de esta especie son comunes y pueden verse en tocones que permanecen vivos y continúan desarrollando un tejido calloso sobre la superficie cortada por varias décadas. El número de individuos que puede formar una unión como resultado de los injertos radicales es de entre 10 y 20. Unas masas entrelazadas de raíces densas y profundas se desarrollan cerca de las bases de algunos árboles de gran tamaño, presumiblemente en donde una cantidad inusual de hojarasca se ve atrapada sobre la superficie.

Reacción a la Competencia.—Tomando todo en consideración, el tabonuco se puede clasificar como intermedio en su tolerancia a la sombra. Las plántulas son muy tolerantes. Solamente una minúscula proporción de las semillas que caen producen árboles que alcanzan la madurez. Los factores competitivos incluyen la luz, la humedad, el daño mecánico resultante de la caída de hojarasca o de otros árboles y el estrangulamiento por las enredaderas. Las plántulas, para su mejor supervivencia, necesitan estar libres de competencia hasta que tengan por lo menos 3 ó 4 m de alto.

Las tasas de crecimiento de los árboles establecidos pueden ser aceleradas si los árboles son liberados de la competencia (v.g., de 0.15 cm por año en rodales maduros a 0.66 cm en rodales entresacados). Sin embargo, incluso los árboles maduros sufrirán un estrés severo si se exponen al sol intenso, debido en parte a las quemaduras sufridas por la corteza previamente sombreada. Se ha observado que los árboles severamente aislados en rodales residuales después de las operaciones madereras exhiben una deterioración de la copa y serían una pérdida total en un espacio de 10 años.

Agentes Dañinos.—El éxito del tabonuco en las montañas de las Indias Occidentales es testimonio de su habilidad para soportar huracanes. Muchos árboles no sobreviven y muchos de los sobrevivientes sufren una quiebra de la copa y una pudrición subsecuente del duramen. A pesar de esto, la mayoría de los árboles maduros en Puerto Rico poseen una base sana. Unos pocos árboles muestran una inflamación y úlceras en la corteza que producen una exudación abundante de resina. El agente patógeno se desconoce. El aborto de las frutas es un fenómeno común y probablemente importante cuyas causas se desconocen. Se desconoce a su vez la importancia de la remoción de las semillas fértiles por los psitácidos, otros vertebrados e invertebrados.

USOS

La madera del tabonuco se usa para todo tipo de muebles, ebanistería, molduras interiores, la construcción general y la carpintería. La madera es también útil para jabas, cajas, tejamaniles y botes de pequeño tamaño. Es un sustituto para la caoba en una variedad de usos. La madera en sí es moderadamente pesada, con un peso específico de 0.53 (19). Se seca al aire con facilidad y de manera satisfactoria, sufre un encogimiento moderado y uniforme durante el secado y se mantiene bien en su sitio después de los procesos de manufactura. El tabonuco es una madera moderadamente buena para el trabajo a máquina; se corta y se aserra con facilidad, pero embotará los dientes de las sierras debido a su alto contenido de sílice. La madera de tabonuco rinde unas buenas superficies con el cepillado, el lijado, la escopladura y el tallado (el torneado y el taladrado son más difíciles). Se

encola con facilidad, agarra bien los clavos, acepta bien el tinte y toma un acabado muy atractivo con el barniz o la laca. La madera es sólo ligeramente resistente a la descomposición, durando 3 años o menos en el suelo y es difícil de impregnar con preservativos ya sea por métodos a presión o sin presión (11, 12, 18). La madera del tabonuco se compara favorablemente con la caoba y el abedul (24).

En el pasado los campesinos usaban la resina del tabonuco para hacer velas y antorchas, para calafatear botes, como incienso y para propósitos medicinales. La cotorra puertorriqueña amenazada, de extinción se alimenta de las semillas del tabonuco.

GENETICA

Los trabajadores en los aserraderos han reconocido dos razas de tabonuco basándose en la cantidad de color rojo y en otras propiedades visibles de la madera. Se han observado otras variaciones, tales como la forma de la fruta. La significancia genética de estas variaciones, si alguna existe, se desconoce. Tabonuco tiene un volumen nuclear de $52.6 \mu^3$ (9) y las hojas en la sombra parecen contener menos ADN que las hojas en el sol, 590 Mg por g, comparado con 715 Mg por g.

LITERATURA CITADA

1. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, UK: Clarendon Press. 192 p.
2. Briscoe, C.B.; Wadsworth, F.H. 1970. Stand structure and yield in the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: B79-B90.
3. Canoy, Michael J. 1970. Deoxyribonucleic acid in rain forest leaves. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: G69-G79.
4. Crow, T.R.; Weaver, P.L. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
5. Cuatrecasas, José. 1957. The American species of *Dacryodes*. Tropical Woods. 106: 46-65.
6. Estrada Pinto, Alejo. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: D237-D270.
7. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
8. Kalkman, C. 1954. Revision of the Burseraceae of the Malaysian area in the wider sense. Blumea. 7(3): 498-552.

9. Koo, F.K.S.; Irizarry, Edith R. de. 1970. Nuclear volume and radio-sensitivity of plant species at El Verde. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: G15-G20.
10. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning, and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
11. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean with special reference to the West Indies, the Guianas, and British Honduras. Agric. Handb. 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
12. Lugo, Ariel. 1970. Photosynthetic studies on four species of rain forest seedlings. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: I81-I102.
13. Marrero, José. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest: past experience as a guide for the future. Caribbean Forester. 9: 85-146.
14. Odum, Howard T. 1970. Summary, an emerging view of the ecological system at El Verde. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: I191-I289.
15. Odum, Howard T.; Drewry, George; Kline, J.R. 1970. Climate at El Verde, 1963-1966. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: B347-B418.
16. Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. 1970. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension. 1599 p.
17. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
18. Reid, David. 1942. Creosote penetration in tabonuco wood as affected by preliminary boiling treatments in organic solvents. Caribbean Forester. 4(1): 23-34.
19. Smith, Robert Ford. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican rain forest before and after short-term gamma irradiation. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: D103-D104.
20. Stehlé, H. 1946. Les types forestiers des Iles Caraibes. Caribbean Forester. 7 (suplemento): 337-709.
21. Wadsworth, Frank H. 1949. The development of the forest land resources of the Luquillo Mountains, Puerto Rico. Ann Arbor, MI: University of Michigan. 481 p.
22. Wadsworth, Frank H. 1953. New observations of tree growth in tabonuco forest. Caribbean Forester. 14(3-4): 106-111.
23. Wadsworth, Frank H. 1954. Tropical rain forest. En: General Papers, 4th World Forestry Congress; Dehra Dun, India. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]: 119-129.
24. Wellwood, R.W. 1946. The physical-mechanical properties of certain West Indian timbers. Caribbean Forester. 7(2): 151-173.

Previamente publicado en inglés: Lugo, Ariel E.; Wadsworth, Frank H. 1990. *Dacryodes excelsa* Vahl. Tabonuco. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 284-287.

Dalbergia sissoo Roxb.

Sisu, Indian rosewood

Leguminosae
Faboideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de habas

John A. Parrotta

El sisu (*Dalbergia sissoo* Roxb.), o en inglés *sissoo* o *indian rosewood*, es un árbol caducifolio de tamaño de mediano a grande, de crecimiento rápido y aspecto atractivo, nativo al sur de Asia, y que se tiene en gran estima por su madera (fig. 1). El sisu, que tolera una gran gama de condiciones climáticas y de suelos, se cultiva extensamente en países tropicales, especialmente en regiones áridas y semi-áridas, para la producción de madera, leña, forraje, y para proporcionar sombra y estabilización de terrenos erosionados.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El sisu es nativo a la región de los Himalayas y a los valles adyacentes en el norte de la India, en Paquistán, Nepal y Bután, desde el río Indus hasta Assam (fig. 2). Dentro de esta región, crece a unas elevaciones de hasta 1,300 m, aunque por lo general se ve restringido a sitios de menos de 900 m en elevación (7, 11). Se siembra extensamente a lo largo de caminos y canales a través del sur de Asia y se usa también como rompevientos, para el control de la erosión, en huertos y en plantaciones irrigadas. En la India, el sisu se cultiva de manera más extensa que cualquier otro árbol, a excepción de la teca (*Tectona grandis* Linn. f.), y Pakistán posee más de 100,000 ha de plantaciones irrigadas de sisu (16). Se cultiva extensamente en países tropicales por su madera y como sombra, y se ha naturalizado en muchos sitios, incluyendo el sur de la Florida (11).



Figura 1.—Arbol de sisu, *Dalbergia sissoo*, plantado a la orilla de un carretera cerca de Lajas, Puerto Rico.

Clima

El sisu está adaptado a un clima estacional o de monzón, con una precipitación anual total que fluctúa entre 500 y 4000 mm y una estación seca de hasta 6 meses (27, 29). El sisu es tanto resistente a las heladas como a las sequías (11, 27). En el área de distribución natural del sisu, la temperatura anual promedio varía entre 18 y 26 °C. Las temperaturas máximas promedio durante los meses más cálidos varían entre 35 y 45 °C, y las temperaturas mínimas promedio durante los meses más fríos varían entre -2 y 5 °C (27, 29).

El mejor crecimiento en rodales naturales de sisu ocurre en áreas en donde la precipitación anual excede los 3000 mm, con unas temperaturas máximas y mínimas a la sombra de aproximadamente 39 y 2 °C, respectivamente (27). Se han establecido plantaciones irrigadas con éxito en regiones áridas y semi-áridas (29).

Suelos y Topografía

El sisu crece bien en una gran variedad de tipos de suelo, desde la arena y el cascajo puros hasta el aluvio fértil al margen de los ríos (26, 27, 29). La especie coloniza con facilidad los sitios con un suelo mineral expuesto, tales como terraplenes aluviales y colinas bajas, presas, derrumbamientos y acantilados de piedra caliza (27). Mientras que el sisu no es muy particular en cuanto a sus requisitos de suelo y crece bien en suelos inundados estacionalmente (8), el crecimiento es muy lento en suelos pobremente aireados, tales como aquellos con suelos arcillosos densos (27, 29). Está adaptado a sitios costeros arenosos y es comúnmente usado para la reforestación de suelos tanto salinos como alcalinos en las regiones áridas y semi-áridas de la India (6, 8).

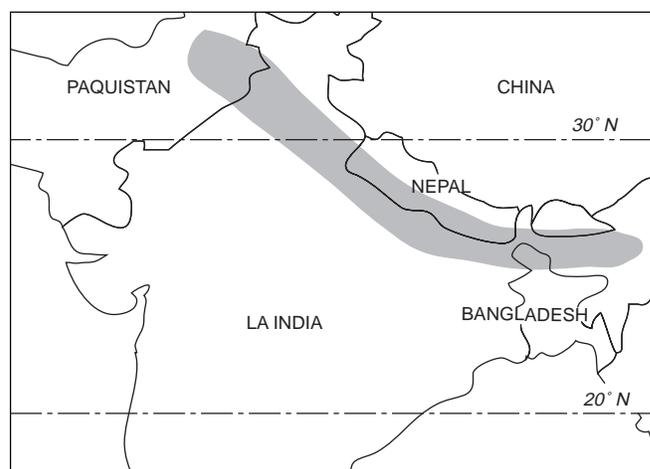


Figura 2.—El área sombreada representa la distribución natural del sisu, *Dalbergia sissoo* (adaptado de 11).

Cobertura Forestal Asociada

En su distribución natural en el sur de Asia, el sisu se encuentra por lo común como un árbol dominante en el dosel en bosques caducifolios y sucesionales, tanto secos como húmedos, a lo largo de la orilla arenosa o pedregosa de ríos en los cerros sub-Himalayos y los valles extra-Himalayos (5, 7). Los rodales muy jóvenes, que se desarrollan en riberas, terraplenes e islas expuestos, formados por depósitos de aluvio tosco, pueden ser puros o mezclados con *Acacia catechu* Willd. o *Tamarix dioica* Roxb., y a menudo poseen un estrato inferior dominado por gramíneas (27). En dichos bosques, el sisu eventualmente forma un dosel ligero pero por lo general completo, a una altura de 18 a 25 m y se encuentra comúnmente asociado con una o más de las siguientes especies como una codominante del dosel: *A. catechu*, *Albizia procera* (L.) Roxb. (18) y *Populus euphratica* Oliv. (5). En estos bosques, el estrato inferior se ve usualmente dominado por las gramíneas, en particular en el área más húmeda al este del área de distribución natural del sisu.

En las regiones relativamente húmedas de su distribución, el sisu puede ser eventualmente reemplazado en el dosel por *Bombax malabaricum* DC., *Adina cordifolia* Hook. f., *Albizia procera*, *Moringa oleifera* Lamk., *Kydia calycina* Roxb., *Lagerstroemia parviflora* Roxb., *Anthocephalus chinensis* (Lam.) A. Rich. ex Walp. (13), *Gmelina arborea* Roxb. y *Cedrela* spp. y ocasionalmente por *Holoptelea integrifolia* Planch., el cual forma rodales puros. En las regiones más secas al oeste, los bosques sucesionales dominados por el sisu tienden a desarrollarse como bosques caducifolios secos de composición variada, pero incluyendo por lo común a *Ehretia laevis* Roxb., *Holarrhena antidysenterica* Wall., *Odina wodier* Roxb., *B. malabaricum*, *K. calycina* y *Premna latifolia* Roxb. (5, 27).

En su área de distribución natural, en bosques en tierras elevadas lejos de los lechos de ríos, el sisu tiende a ocurrir más como individuos aislados que en rodales densos, y a menudo se encuentra asociado con *Pinus longifolia* Roxb. y *Acacia catechu* (7, 27). El sisu crece también a lo largo de los ríos más caudalosos en los llanos del sur del Punjab y Sind (en India y Paquistán), en donde la precipitación anual es por lo usual de menos de 400 mm en suelos margosos, arenosos y a veces salinos. En dichas áreas, el sisu se encuentra asociado con *Populus euphratica* como un codominante del dosel, con un dosel más bajo incluyendo por lo común a *Tamarix dioica* Roxb. y *A. farnesiana* Willd. (5).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La florescencia ocurre muy poco después del brote foliar, el cual procede de enero a febrero en la India (2). Las flores se forman en panículas axilares, ramificadas y vellosas, de racimos cortos de 5 a 10 cm de largo, y se producen a menudo hasta en árboles de tan sólo 2 años de edad. Las flores son numerosas, pequeñas (de alrededor de 1 cm de largo), de un color blanquecino o amarillo, de forma de guisante y fragantes, con un cáliz con cinco dientes. La corola tiene 5 pétalos, dos alas estrechas y una quilla también estrecha. Los nueve estambres se encuentran unidos en un pedúnculo grueso. El pistilo pedunculado y vellosa, tiene un ovario estrecho de una sola célula conteniendo unos pocos óvulos, un estilo corto y un

estigma en punto (11). Las frutas consisten de vainas oblongas, aplastadas y delgadas, ahusadas en ambos extremos y de color pardo claro cuando maduras, de 3 a 7.5 cm de largo y de 1 a 1.2 cm de ancho (11). Cada vaina contiene entre 1 y 5 semillas (11). Las vainas de color verde pálido se forman muy rápidamente después de la florescencia y se maduran entre noviembre y enero (2, 27). Mientras que la mayoría de las vainas caen poco después de maduras, algunas permanecen en el árbol hasta y durante la siguiente temporada de florescencia (2, 27).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas son aplastadas y en forma de habichuela (de 6 a 8 mm por 4 a 5 mm), de color pardo claro, con una testa delicada y papirácea; hay aproximadamente entre 45,000 y 55,000 semillas por kilogramo (11, 30). Las vainas maduras se ven dispersadas por viento y agua. Las vainas maduras se pueden recolectar manualmente trepando los árboles y cortándolas o mediante el sacudir las ramas y recoger las frutas de la superficie del terreno (27).

Desarrollo de las Plántulas.—Mientras que el sisu nunca se regenera bajo el dosel paterno, la regeneración natural es sin embargo abundante a lo largo de corrientes de agua y márgenes de ríos a donde las vainas han sido arrastradas por las inundaciones (2, 5). Bajo condiciones naturales, las semillas germinan sobre la superficie del terreno después de la descomposición parcial de las vainas indehiscentes, por lo general al inicio de la temporada lluviosa, de 3 a 6 meses después de que las vainas caen al suelo (27).

Mientras que las semillas se pueden sembrar sin tratamientos especiales, se recomienda que se remojen ya sea en agua a temperatura ambiente por entre 24 y 48 horas o en H_2SO_4 por entre 45 y 60 minutos antes de la siembra para facilitar la germinación rápida y uniforme (28, 29). Se reporta que las semillas germinan mejor a 30 °C (17).

La germinación de las semillas es buena por lo general, entre el 70 y el 95 por ciento para semillas frescas, y ocurre en un período de 6 a 15 días después de la siembra (29). Las semillas permanecen viables por entre 1 y 2 años cuando almacenadas en contenedores herméticos bajo condiciones secas y frescas (de 5 a 22 °C) (21, 29).

Los factores que favorecen el desarrollo de las plántulas son: una abundancia de luz (11), un espacio suficiente para crecer, una porosidad del suelo alta, la ausencia de malas hierbas y una provisión de agua abundante (27). Las plántulas responden muy bien al desyerbado y al aflojamiento del suelo periódicos en el vivero (27).

Las plántulas en contenedores en Nepal alcanzaron un tamaño plantable (altura promedio: 24 cm; diámetro del collar radical promedio: 2.9 mm) 14 semanas después de la siembra (30). Bajo condiciones óptimas, las plántulas pueden crecer hasta alcanzar una altura de 1.5 m durante el primer año (27). A los 3 años, las alturas promedio de las plántulas alcanzan por lo general entre 0.6 y 4.1 m sin irrigación (29).

Las plantaciones se pueden establecer usando plántulas en contenedores, plántulas con la parte superior podada, estacas tomadas de las ramas o raíces o vástagos radicales transplantados (26, 29). Se ha recomendado la siembra directa de semillas como el medio más económico para establecer plantaciones a gran escala en la India (27).

Reproducción Vegetativa.—El sisu rebrota bien al ser cortado, pero se reproduce mejor a partir de vástagos radicales. Al ser manejada como una cosecha de rebrotes, existe evidencia de que los tocones comienzan a perder su vigor después de dos o tres rotaciones (17). La propagación a

partir de vástagos radicales se ve favorecida al cortar los tallos justo debajo de la superficie del terreno (7).

Mientras que el sisu es relativamente difícil de propagar a partir de estacas del tallo y las ramas sin tratamientos hormonales, se ha encontrado que la aplicación exógena de auxinas (ácido indol-acético, ácido indol-butírico y ácido naftalen-acético) mejora grandemente las tasas de supervivencia y crecimiento (19, 22). Se han producido plantitas viables y plántulas saludables a través de cultivos *in vitro* de tejido cotiledónico (3).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Los árboles maduros pueden alcanzar una altura máxima de 30 m en sitios húmedos (de 10 a 15 m en regiones semi-áridas) y un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de hasta 80 cm (17, 22). Los árboles se caracterizan por un tallo que a menudo es curvo y torcido, con una corteza de color gris, escamosa y con grietas profundas, y una copa abierta de ramas esparcidas. Dependiendo de las condiciones del sitio, el sisu puede ser caducifolio o semi-caducifolio (7). Las hojas son pinadas compuestas, de alrededor de 15 cm de largo y compuestas de 3 a 5 hojuelas que se alternan en pecíolos a lo largo de un eje en zigzag muy delgado. Las hojuelas son casi redondas (de 2.5 a 5 cm de diámetro), con una punta abrupta en el ápice, redondeadas en la base, con un borde liso y de un color verde más pálido debajo (12, fig. 3).

La tasa de crecimiento del sisu es rápido después de los primeros 2 años. Se han reportado unas alturas promedio de 4.0 y 7.7 m a los 4 y 6 años, respectivamente (26). Bajo condiciones favorables en unos rodales naturales de 15 años de edad en la India, se reportaron un d.a.p. del tallo de 28 cm y una altura promedio de 15.4 m (7). Se han reportado unos incrementos del diámetro del tallo promedio de 1.0 a 2.0 cm por año para plantaciones en la India que fluctúan entre 5 y

30 años de edad (7, 23, 27). Se han reportado unos incrementos anuales en altura promedio de 0.7 a 1.3 m en la India, para plantaciones de 5 a 20 años (27).

Del sur de Asia se reportan por lo común unos incrementos anuales promedio en la madera del tallo que varían de 5 a 8 m³ por ha (23, 29). En plantaciones irrigadas en la India, los rendimientos de la segunda rotación (por rebrotes) se han reportado excediendo los rendimientos de la primera rotación por un factor de 1.5 a 2.2, con unos rendimientos anuales promedio de leña en plantaciones manejadas por rebrotes de 15 a 17.5 años de edad fluctuando, de acuerdo a reportes, entre 9.0 y 12.5 m³ por ha (27).

Los incrementos anuales promedio en la biomasa leñosa (ramas y tallo) en plantaciones de 5 a 20 años de edad en el norte de la India y Paquistán varían en el peso fresco entre 1.5 y 9.0 toneladas por ha (20, 27). En una plantación de 24 años de edad establecida en la zona forestal tropical seca y caducifolia en el norte de la India, la biomasa total arriba de la superficie del terreno se estimó como de 162 toneladas por ha en peso secado al horno; el d.a.p. y la altura promedio en este rodal fueron de 23 cm y 19.7 m, respectivamente (23). La biomasa total arriba de la superficie del terreno en una plantación de sisu de 20 a 25 años de edad en Harayana (en la India) se estimó como de 56.4 toneladas por ha en peso secado al horno, del cual la madera del tallo constituyó el 58 por ciento (20). En pruebas efectuadas en un sitio caracterizado por suelos salinos-alcálinos en la India, la biomasa total arriba de la superficie del terreno (peso secado al horno) en rodales de 2 años de edad se estimó como de 1.0 toneladas por ha (6).

En pruebas de adaptabilidad efectuadas en un sitio subtropical húmedo en Guatemala, la altura de los árboles promedio se reportó como de 1.3, 2.6, 6.2 y 7.9 m a los 6, 13, 24 y 33 meses, respectivamente (4). Los d.a.p. promedio asociados en este sitio fueron 4.7 y 6.1 cm a los 24 y 33 meses, respectivamente. En un sitio subtropical húmedo en Puerto Rico, caracterizado por suelos arcillosos derivados de piedra caliza y poco profundos, la altura arbórea promedio y el d.a.p. de los árboles en un plantío de pequeño tamaño a los 50 años fueron de 13.1 m y 28.3 cm, respectivamente.

En la India, el sisu se establece por lo común en plantíos en filas, en plantaciones completamente taladas y de edad uniforme, en plantaciones de especies mixtas y en sistemas de rebrotes con estándares (27).

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen una raíz pivotante vigorosa y un tanto frágil, y numerosas raicillas laterales. Se han registrado raíces pivotantes de hasta 20 cm 1 mes después de la germinación, con unas longitudes de hasta 1.5 m después de 1 año (27). Tanto las raíces pivotantes como las laterales se ven cubiertas por lo usual por nódulos en suelos inoculados con la bacteria fijadora de nitrógeno, *Rhizobium* spp. (1, 27).

En una plantación de especies mixtas en la India, un ejemplar de 18 años de edad se reportó teniendo una longitud máxima de las raíces laterales de 8.2 m; los diámetros de las raíces laterales fluctuaron entre 1.1 y 9.9 cm (14). Se reportó que la biomasa radical total comprendió el 14 por ciento de la biomasa arbórea total para un árbol de 24 años de edad cosechado en la India (23).

Reacción a la Competencia.—El sisu tiene una demanda de luz extremadamente alta. En rodales densos, a pesar de que los niveles de luz en el estrato inferior permanecen relativamente altos, los árboles más débiles se ven sombreados y suprimidos por los individuos más

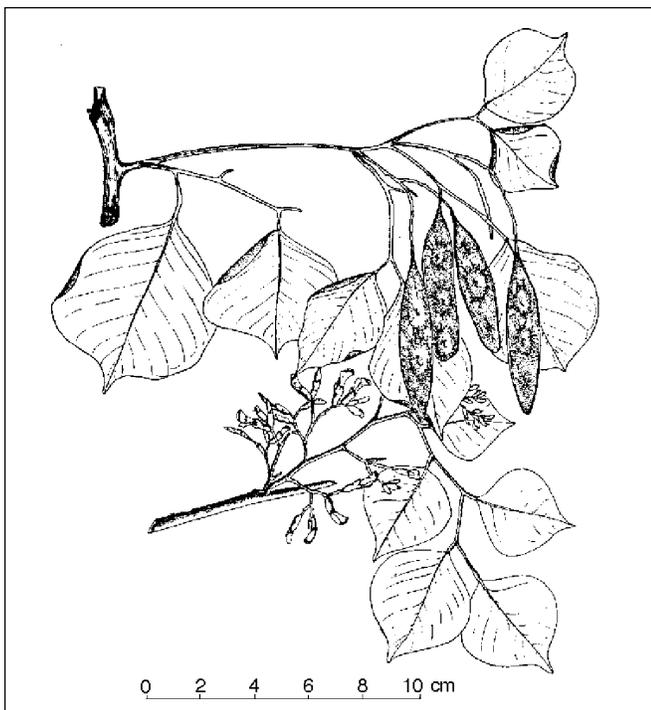


Figura 3.—Hojas, flores y vainas del sisu, *Dalbergia sissoo* (tomado de 12).

vigorosos (7, 27). Los árboles individuales tienden a crecer de manera pobre en plantaciones con un espaciamiento estrecho (9, 29). En pruebas de espaciamiento en plantaciones irrigadas efectuadas en Paquistán, los d.a.p. promedio en rodales de 4 años de edad plantados a espaciamientos de 2 por 2 m, 3 por 3 m y 4 por 4 m, fueron de 8.6, 10.1 y 11.3 cm, respectivamente; las alturas arbóreas promedio fueron comparables para los diferentes espaciamientos, fluctuando entre 8.4 y 8.7 m (24).

Los espaciamientos recomendados para plantaciones de rotación corta varían entre 1.8 por 1.8 m y 2.5 por 2.5 m; se ha encontrado que un espaciamiento de 1.5 por 3 m es satisfactorio, ya que facilita el desyerbado (27). Cuando el objetivo es una cosecha maderera, el sisu se establece por lo común a un espaciamiento mínimo de 4 por 2 m y se maneja en rotaciones de 50 a 60 años, o en plantaciones en fila a lo largo de caminos y siembras en áreas densamente pobladas (9). Si los espaciamientos son mayores que estos, los árboles tienden a desarrollar una forma más torcida y un mayor número de ramas bajas, lo que los hacen inaceptables para ciertos usos (24, 27).

Las plantaciones recién establecidas requieren a menudo del desyerbado durante la fase inicial del establecimiento. Sin embargo, una vez establecido, el sisu es una de las pocas especies que pueden competir exitosamente con *Lantana camara* var. *aculeata* (L.) Mold., un arbusto agresivo, en sitios en donde ésta es dominante (26). El sisu se recomienda para uso en sistemas agroforestales, en donde de acuerdo a reportes ofrece poca competencia en cuanto a las raíces y la sombra (29). En dichos sistemas, el sisu se planta por lo común en filas, con siembras de granos y vegetales cultivadas entre las hileras de árboles.

Agentes Dañinos.—En el sub-continente de la India, se reporta que el sisu es susceptible al ataque por un número de patógenos (15). El hongo causante del añublo polvoso, *Phyllactinia dalbergiae* Pirozynski, el cual aparece en las hojas de las plantas jóvenes y los árboles de mayor edad (10, 15), aparece por lo general al final de la temporada de crecimiento y se cree que no causa un daño serio (27). Entre los patógenos que causan manchas foliares se encuentran *Cercospora sisoo* Syd., *Cochliobolus lunatus* Nelson & Haasis, *Colletotrichum sisoo* (Sydow) Sutton, *Phomopsis dalbergiae* Sahni, *Phyllachora dalbergiae* Syd. & Butler y *Phyllosticta sisoo* Died. (15). Otros patógenos que afectan las hojas en la India incluyen a *Botryodiplodia theobromae* Pat., el tizón foliar *Colletotrichum gloeosporioides* Penzig, *Cylindrocladium scoparium* Morg., la causa de un marchitamiento foliar, *Fusarium solani* (Mart.) App. & Wollenw. f. *dalbergiae* Gordon (15, 17, 19), y las royas foliares *Eudarlucia caricis* (Fr.) C.Eriks, *Maravalia achora* (Syd.) Arth. & Cunm., y *Uredo sisoo* Syd. & Butler (10, 15). *Catenulaster batistae* Aggarwal & Sharma, *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld & Schrenk. y *Septothyrella dalbergiae* Pavgi & Singh han sido reportados afectando a las vainas (15).

Entre las pudriciones de la madera que afectan al sisu en la India se encuentran *Daedalea flavida* Lev., *Daldinia erschscholzii* (Ehrenb.) Rehm., *Favolus canadensis* Klotzsch., *Fomes fastuosus* (L.) Berk., *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., *G. lucidum* (Leyss.) Kaist., *Hymenochaeta damaecornis* (Link.) Lev., *Irpex flavus* Klotzsch., *Marasmius pangerangensis* P. Henn., *Peniophora indica* Thind & Rattan y *Poliporus gilvus* Schw. (15). *Fomes durissimus* Lloyd se ha reportado como una causa de la pudrición del tocón (15), y *F. lucida*

(Leyss.) Fr., una pudrición que parece esparcerse bajo la superficie del terreno, se ha reportado causando un daño serio en plantaciones (27). Se reporta que el sisu es resistente a la pudrición radical causada por *G. lucidum* durante los primeros 8 a 10 años en plantaciones, pero es muy susceptible después, en particular en sitios arenosos (19). Se ha reportado a *Nummularia cinnabarina* P. Henn. como la causa de un cancro con ampollas en el sisu (15).

Se reporta que el sisu sufre un daño considerable en la India debido a las plagas de lepidópteros *Plecoptera reflexa*, un defoliador, y *Dichomeris eridantis*, que entreteje las hojas (19), y que es susceptible al ataque de la carcoma (17). Se ha reportado un daño en el vivero causado por el grillo *Brachytrypes portentosus* en la India, con el daño más extenso ocurriendo en marzo, abril y septiembre (19). Se reporta que los árboles jóvenes son susceptibles al ataque de las termitas (27, 29).

Se reporta que entre las plantas parasíticas que causan un daño considerable al sisu se encuentran *Loranthus longiflorus* (27), *Tapinanthus dodoneifolius* (17), y, en bosques aluviales, las trepadoras *Dregea volobilis* Benth., *Cryptolepis buchanani* Roem & Sch., y *Acacia pennata* Willd. (27). Las plantaciones de especies mixtas se recomiendan para ayudar a combatir la competencia por las hierbas y el daño por las plagas (29).

El sisu se ve sujeto al daño por el forrajeo por el ganado vacuno, las cabras, los venados, camellos y liebres; se ha reportado que los puercoespines y las ratas causan daño al sistema radical (17, 27). Los árboles con sistemas radicales poco profundos, tales como aquellos que se encuentran a menudo en plantaciones irrigadas, son susceptibles a ser volcados por el viento (27).

USOS

El sisu es uno de los árboles madereros más importantes en la India. La madera es muy dura y con una fibra estrecha, es durable, se seca bien y no se tuerce o raja (2). La albura es de blanca a un color blanco pardusco claro, y el duramen es de un color pardo dorado a pardo oscuro con franjas de un color pardo más profundo. La madera es de moderadamente pesada a pesada, con un peso específico de 0.78 a 0.83 g por cm³; muy dura y fuerte, con una textura medianamente tosca y una fibra entrelazada y con una porosidad difusa sin anillos de crecimiento evidentes (11). El duramen es extremadamente durable y es uno de los menos susceptibles a las termitas de la madera seca en la India (11). El sisu se usa extensamente para muebles, entrepaños, construcción de botes, postes de alambrado eléctrico, postes de cerca y otros, ruedas, cajas, chapa de utilidad y construcción general. Los usos especiales incluyen los instrumentos musicales, el tallado, ornamentos, equipo atlético y mangos de herramientas (2, 11). La madera de sisu es un combustible excelente; los valores calóricos de la albura y el duramen se reportan como de 4.9 y 5.2 kcal/g, respectivamente (17).

Las ramas y el follaje jóvenes son usadas como forraje para el ganado (11). El aceite obtenido de las semillas se usa para tratar enfermedades de la piel. Se reporta que la madera pulverizada, aplicada externamente como una pasta, se usa en el tratamiento de la lepra y otras enfermedades de la piel (2). El sisu se planta extensamente en el sur de Asia para controlar la erosión en hondonadas y dunas (29).

GENETICA

El género *Dalbergia*, que contiene alrededor de 300 especies de plantas leñosas tropicales y subtropicales, fue nombrado en honor de los botánicos suecos de finales del siglo XVIII, Nils y Carl Gustav Dalberg (1, 11). Otras especies del género *Dalbergia* de valor comercial debido a su duramen ornamental incluyen a *D. latifolia* Roxb., *D. cultrata* Grah. y *D. oliveri* Gamble (27).

LITERATURA CITADA

1. Allen, O.N.; Allen, E.K. 1981. The Leguminosae: a sourcebook of characteristics, uses, and nodulation. Madison, WI: University of Wisconsin Press. 812 p.
2. Benthall, A.P. 1933. The trees of Calcutta and its neighborhood. Calcutta, India: Thacker Spink and Co. 513 p.
3. Bhandary, S.B.R. 1988. *In vitro* propagation of *Dalbergia sissoo*. Banko Janakari. 2(1): 31-33.
4. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Technical series report 79. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 691 p.
5. Champion, H.G. 1936. A preliminary survey of the forest types of India and Burma. Indian forest records (Silviculture), 1 (1). New Delhi, India: Government of India Press. 286 p.
6. Chaturvedi, A.N. 1985. Biomass production on saline alkaline soils. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 3: 7-8.
7. Gamble, J.S. 1922. A manual of Indian timbers. London, England: Sampson Low, Marston & Co. 866 p.
8. Ghosh, R.C. 1985. Planting techniques in relation to site and type of planting stock. En: Burley, J.; Stewart, J.L., eds. Increasing productivity of multipurpose species: Proceedings of a Symposium; July 1984; Kandy, Sri Lanka. Vienna, Austria: International Union of Forestry Research Organizations: 257-273.
9. Hawkins, T. 1987. Volume and weight tables for *Eucalyptus camaldulensis*, *Dalbergia sissoo*, *Acacia auriculiformis* and *Cassia siamea* in the central bhabar terse of Nepal. Banko Janakari. 1(2): 21-28.
10. Joshi, H.K.; Kumar, A. 1986. On the occurrence of fungal diseases in some fodder trees. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 4: 18-19.
11. Little, E.L., Jr. 1983. Common fuelwood crops: a handbook for their identification. Morgantown, WV: Communi-Tech Associates. 354 p.
12. Little, E.L., Jr.; Woodbury, R.O.; Wadsworth, F.H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1024 p. Vol. 2.
13. Lugo, A.E.; Figueroa, J. 1984. *Anthocephalus chinensis* (Lam) A. Rich. ex Walp. Silvics of forest trees of the American Tropics. SO-ITF-SM-1. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.
14. Misra, C.M.; Singh, S.L. 1987. Ecological evaluation of certain leguminous trees for agro-forestry. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 5: 5.
15. Mukerji, K.G.; Bhasin, J. 1986. Plant diseases of India. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Co. 468 p.
16. National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington, DC: National Academy of Sciences. 332 p.
17. National Academy of Sciences. 1983. Firewood crops: shrub and tree species for energy production. Washington, DC: National Academy of Sciences. 92 p. Vol. 2.
18. Parrotta, J.A. 1987. *Albizia procera* (Roxb.) Benth. Silvics of forest trees of the American Tropics. SO-ITF-SM-6. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.
19. Puri, S.; Nagpal, R. 1988. Effect of auxins on air-layers of some agro-forestry species. Indian Journal of Forestry. 11(1): 28-32.
20. Rajvanshi, R.; Gupta, S.R. 1985. Biomass, productivity and litterfall in a tropical *Dalbergia sissoo* Roxb. forest. Journal of Tree Sciences. 4(2): 73-78.
21. Robbins, A.M.J. 1988. Storage of *sissoo* (*Dalbergia sissoo*) seed. Banko Janakari. 2(1): 57-59.
22. Shamet, G.S.; Kumar, S. 1988. Rooting studies of *Punica granatum* and *Dalbergia sissoo* cuttings under controlled phyto-environment conditions. Indian Forester. 114(6): 331-334.
23. Sharma, D.C.; Taneja, P.L.; Bisht, A.P.S. 1988. Biomass, productivity and nutrient cycling in a *Dalbergia sissoo* plantation. Indian Forester. 114(5): 261-268.
24. Sheikh, M.I.; Raza-ul-Haq. 1982. Effect of spacing on the growth of *Dalbergia sissoo*. Pakistan Journal of Forestry. 32(2): 73-74.
25. Singh, P.; Singh, S. 1987. Pest and pathogen management in agroforestry systems. En: Khosla, P.K.; Khurana, D.K., eds. Agroforestry for rural needs: Procedimientos de un Simposio; 1987 February 22-26; New Delhi, India. Solan, India: Indian Society of Tree Scientists. 1: 153-177.
26. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 275 p.
27. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, England: Clarendon Press. 3 vol.
28. Von Carlowitz, P.G. 1986. Multipurpose tree and shrub seed directory. Nairobi, Kenya: International Council for Research in Agroforestry. 265 p.
29. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J. 1980. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. Tropical Forestry Paper 15. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford; London: Overseas Development Administration. 256 p.
30. Westwood, S. 1987. The optimum growing period in the nursery for six important tree species in lowland Nepal. Banko Janakari. 1(1): 5-12.

Previamente publicado en inglés: Parrotta, John A. 1989. *Dalbergia sissoo* Roxb. *Sissoo*, Indian rosewood. SO-ITF-SM-24. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.

Guanacaste

Leguminosae
Mimosoideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las mimosas

John K. Francis

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb., o guanacaste, es un árbol inmenso y de copa extensa (fig. 1). Las hojas bipinadas compuestas del guanacaste tienen finas hojuelas y las semillas se encuentran dentro de una vaina de aspecto singular, retorcida y un de color marrón oscuro (fig. 2). El árbol se puede ver con frecuencia en pastizales y parques, a la vez que es un árbol común en los bosques y con una madera valiosa.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El guanacaste crece en los bosques y sabanas desde el centro de México (23° N.) a través de la América Central y el norte de la América del Sur (hasta cerca de la latitud 7° N.), Colombia, Venezuela, Trinidad, Guyana y el extremo norte de Brasil (20, 25, fig. 3). La especie se ha plantado también como un árbol de sombra en el Caribe y en otros países tropicales.

Clima

El guanacaste coloniza una gran variedad de hábitats. Es una especie clímax en las zonas de vida forestal subtropicales secas y crece en áreas perturbadas en bosques siempreverdes y semi-caducifolios de las zonas de vida tropical y subtropical húmedas (15, 25). Las temporadas secas de 1 a 6 meses de duración son usuales en la mayoría de los hábitats del guanacaste (3, 19). A pesar de que la especie es más común a elevaciones bajas, se le puede encontrar creciendo de manera natural hasta los 900 m sobre el nivel del mar en Costa Rica



Figura 1.—Árboles de guanacaste, *Enterolobium cyclocarpum*, creciendo a campo abierto en Puerto Rico.

(6) y se le ha plantado a elevaciones de 1,100 m (19). Las temperaturas promedio anuales en el área de distribución natural del guanacaste se encuentran en el intervalo de 23 a 28 °C (5, 9). Este árbol aparentemente tiene un cierto grado de resistencia a las heladas, ya que en la Florida se cultivan individuos al norte del límite de las heladas (2). El guanacaste se recomienda en áreas con una precipitación anual de entre 750 a 2000 mm (3, 11). En Puerto Rico, los individuos saludables se encuentran creciendo en áreas que reciben hasta 2500 mm de precipitación anual.

Suelos y Topografía

El guanacaste tolera los suelos alcalinos y calcáreos (3). Los árboles de ornamento y en plantaciones pequeñas en Puerto Rico han crecido bien en suelos con un pH con un valor inferior de hasta 5.0. Los suelos profundos de una textura mediana son probablemente mejores, pero los Ultisoles erosionados, las arcillas profundas y las arcillas arenosas poco profundas permiten también un buen desarrollo. El guanacaste no parece tolerar los suelos pobremente drenados. En las áreas muy húmedas, los árboles crecen en grupos en terreno elevado y con un mejor drenaje (6). La especie se encuentra usualmente en una topografía plana o levemente ondulada.

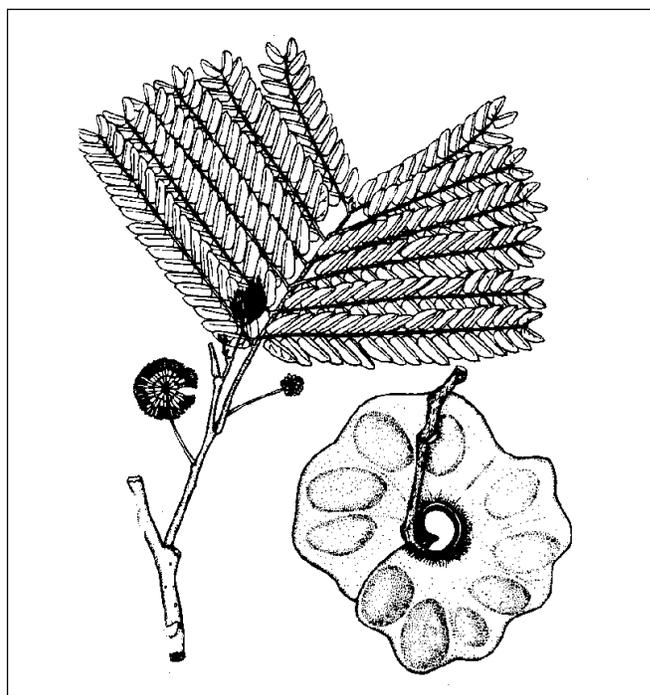


Figura 2.—Hojas, flores y fruto del guanacaste, *Enterolobium cyclocarpum*.

Cobertura Forestal Asociada

El guanacaste es una especie dominante en todas las asociaciones en las que se encuentra. Es el árbol más grande en los bosques tropicales caducifolios y semi-caducifolios (26). En un bosque tropical semi-caducifolio en México, se registraron los siguientes socios importantes: *Ficus mexicana* Miguelo., *F. padifolia* H.B.K., *Brosimum alicastrum* Sw., *Licania arborea* Seemann, *Sideroxylon capirit* (A. DC.) Pittier, *Trichilia hirta* L. y *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (26). En el sur de México, en suelos profundos que hoy en día se ven cultivados en su mayor parte, se describe una comunidad que contuvo (además del guanacaste): *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Astronium graveolens* Jacq., *Brosimum alicastrum* Sw., *Cedrela odorata* L., *Ficus* spp., *Spondias mombin* L. y *Vitax gaumeri* Greenm. (26). El bosque seco extenso en la costa pacífica de la América Central típicamente contiene los siguientes socios: *C. odorata* L., *Swietenia humilis* Zucc., *Samanea saman* (Jacq.) Benth., *L. arborea* Seemann, *Hymenaea courbaril* L., *Andira inermis* (W.Wright) HBK., *Platymiscium* spp., *Chlorophora tinctoria* (L.) Gaud., *Astronium graveolens* Jacq., *Delbergia* spp. y *Sweetia panamensis* Benth. (10).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores pequeñas de color blanco aparecen en agrupaciones en la base de las hojas (20, 25). La florescencia tiene lugar durante los meses de marzo y abril, durante el rebrote de nuevas hojas luego de la estación seca afoliar (18, 19). No existen indicaciones en la literatura con respecto a la edad de la aparición de las primeras flores; sin embargo, los árboles de 26 años de edad en una plantación en Puerto Rico no han florecido todavía. Las frutas consisten de unas vainas brillantes y de color marrón oscuro que se enroscan a lo largo de uno de los bordes, dándole una apariencia semejante a la de una oreja humana. Las frutas tienen de 7 a 12 cm de diámetro y contienen de 8 a 16 semillas (16, 19, 25); se maduran durante el año en que se forman y caen a la superficie en marzo y abril. Las frutas contienen una pulpa melosa que las hacen muy atractivas y son consumidas por las vacas y otros animales de pasto en grandes cantidades.



Figura 3.—Distribución natural del guanacaste, *Enterolobium cyclocarpum*, en México y la América Central y del Sur.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas se recolectan con facilidad recogiendo las vainas del suelo a medida que caen. La separación se efectúa mediante el macerado de las vainas o al sacar las semillas una por una con la punta de un cuchillo. Se producen de uno a varios kilogramos de semillas por árbol. Existen 1,100 semillas de 1.3 a 1.9 cm de largo por cada kilogramo (19, 23). Se reporta que las semillas se almacenan bien (3). Sus gruesas testas deben ser perforadas para permitir la penetración de agua para que así ocurra la germinación. Esto se puede efectuar haciendo muescas en las semillas en una amoladera, o remojando brevemente las semillas en agua hirviendo. En la naturaleza, la escarificación y la diseminación tienen lugar primariamente a través de la ingestión de las vainas por las vacas, los caballos y los ungulados salvajes (19). Los roedores parecen preferir comer las semillas en proceso de germinación; esconden las semillas después de hacer muescas en ellas, lo que propicia la germinación.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación del guanacaste comienza casi inmediatamente luego de la penetración de agua a la semilla. Muchas plántulas brotan del suelo al cuarto día después de la siembra. La germinación es epigea. Un trabajador reportó una germinación del 84 por ciento (28). La siembra se puede efectuar en bandejas, semilleros, bolsas de vivero o directamente en el campo. El presionar las semillas en turba húmeda o el cubrirlas con una capa de suelo húmedo de 1 ó 2 cm, es adecuado para la germinación. Las plántulas se desarrollan con rapidez, no necesitan de sombra y son resistentes a las sequías. Por lo general se puede obtener una buena supervivencia usando plántulas en contenedores y el plantado de cepas o tocones (3). Las plántulas deberán tener 0.5 m de altura al momento de transplantarlas al campo a los 6 meses. Una prueba usando plántulas en contenedores en el sureste de México tuvo una supervivencia del 77 por ciento (4). Se han establecido pocas plantaciones de guanacaste, a pesar de que es una especie a menudo recomendada para ese propósito.

La regeneración natural es poco frecuente debido a varias razones. Las semillas se esparcen más que nada a través de los animales de pasto y después de germinar y crecer un poco son casi siempre consumidas por los mismos animales. Mueren también al ser pisoteadas y debido a los incendios, la sombra excesiva, la sequía excesiva y la competencia con las gramíneas (19). Debido a que el guanacaste es un árbol con una copa de gran tamaño, se necesita solamente que sobreviva uno que otro individuo para alcanzar una presencia impresionante en un bosque o una sabana.

Reproducción Vegetativa.—Los árboles de guanacaste pueden rebrotar al ser cortados e incluso los árboles de gran tamaño rebrotan a veces al ser cortados. El anillado de los árboles para matarlos es a menudo poco efectivo debido al vigoroso rebrote debajo del anillo. La especie puede tolerar el desmochado (la remoción periódica de todas las ramas principales) (18). No existen reportes sobre injertos o el arraigado de estacas.

Etapas del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—A pesar de que el guanacaste es común y tiene una amplia distribución, no existe información disponible sobre su tasa de crecimiento en los rodales naturales. Tiene sin embargo la reputación de crecer rápidamente. Los árboles creciendo en los bosques en

Costa Rica alcanzan 190 cm en d.a.p. y tienen unos fustes sin ramificaciones de hasta 15 m de largo (9). Debido a que los árboles se encuentran por lo usual muy esparcidos, los volúmenes por hectárea son por lo tanto bajos.

Unas pocas pruebas han resultado en una información mínima sobre la especie en las plantaciones. En Costa Rica, las parcelas de 7.5 a 8 años de edad tuvieron unas alturas de 11 a 16 m y unos d.a.p. de 8 a 11 cm (6, tabla 1). En el sur de México, los árboles en parcelas de 8 años de edad promediaron 8 m de altura y 12 cm en d.a.p. (4). El guanacaste creciendo junto con otras especies en suelos derivados de granito promediaron 6 m de alto a los 5 años de edad en Puerto Rico (12). A los 25 años, estos árboles y otras plantaciones mixtas en piedra caliza tuvieron una altura promedio de 18 m, un d.a.p. de 42 cm, un fuste sin ramificaciones de 7.4 m de largo y una supervivencia del 24 por ciento. El individuo más alto tuvo una altura de 26 m y un d.a.p. de 84 cm. A medida que su posición como dominante se ve afianzada y se desarrolla una copa de gran tamaño, el crecimiento en diámetro se ve acelerado.

Los árboles de guanacaste son comunes como sombra en pastizales, parques y propiedades de gran tamaño. En estos contextos el guanacaste crece con bastante rapidez hasta alcanzar un gran tamaño. Se han observado unos incrementos en el diámetro de hasta 10 cm anuales (22). El árbol más grande en Puerto Rico es probablemente un guanacaste de 2.4 m en d.a.p. y 39 m de alto. Tiene entre 50 y 80 años de edad. El árbol se encuentra cerca de Mayagüez a una elevación de 20 m y una precipitación de 1900 mm anuales. Se reporta que los árboles creciendo a campo abierto en la América Central alcanzan 3.0 m en d.a.p. y 40 m de altura (28).

Comportamiento Radical.—Los árboles de guanacaste de gran edad desarrollan unos contrafuertes pequeños y producen grandes raíces a lo largo de la superficie (23) por un espacio de 2 ó 3 m. Las aceras, las calles y los cimientos pueden ser rajados o levantados por los árboles de guanacaste creciendo en las cercanías. Las plántulas desarrollan una raíz pivotante, pero se desconoce si persiste en los árboles adultos.

Reacción a la Competencia.—El guanacaste es intolerante a la sombra cuando en la etapa de plántula, beneficiándose de la sombra leve sólo cuando se encuentra bajo condiciones de estrés por falta de humedad. Es muy intolerante a la sombra cuando maduro. El árbol deberá recibir una luz solar adecuada como un dominante o codominante a partir de la etapa de brinjal en adelante o perecerá. El desyerbado meticoloso de las plantaciones durante los primeros años es esencial. Una plantación mixta de 26 años de edad en Puerto Rico tuvo un área basal de 13 m²/ha. Se recomiendan unos espaciamientos de 3 por 3 m o 4 por 4 m, con entresacados en una rotación de 25 a 35 años (3). La longitud de los fustes y su forma en las plantaciones han sido mejoradas a través de la poda (6).

Agentes Dañosos.—El guanacaste no parece presentar ninguna enfermedad o plaga de insectos seria. Sin embargo, se pueden presentar unas pudriciones de las raíces y los bases, a la vez que verrugas, después del daño mecánico o por el fuego en Puerto Rico. Una enfermedad todavía sin nombrar es causada por un hongo que ha sido identificado como *Fusarium oxysporum* var. *perniciosum* (21). La enfermedad resulta en una exudación copiosa de color amarillo en las fisuras de la corteza en los troncos o ramas infectadas. Varios insectos que taladran la madera (insectos bupréstidos, cerambícidos y escolítidos) se ven atraídos a las áreas infectadas. Tarde o temprano, las ramas infectadas de gran tamaño pueden quebrarse repentinamente por su propio peso, constituyendo una amenaza seria en los lugares en donde los árboles proporcionan sombra a las casas, los vehículos o la gente. Los árboles infectados que presenten peligro deberán ser removidos tan pronto como la condición sea detectada. Las ramas de guanacaste se pueden también quebrar con los vientos fuertes (20). Se ha descrito una enfermedad de las plántulas causada por *Ravenelia lagerheimiana* Diet. (27). En su área de distribución natural, un gran número de flores se ve destruido por *Asphondylia enterolobii*, una mosca que causa agallas (19). Un insecto chupador, *Umbonia crassicorni* ataca al guanacaste en varias localidades en Costa Rica (1).

A pesar del hecho de que las semillas de guanacaste contienen un 2 por ciento de albicina y 1 por ciento de ácido

Tabla 1.—Alturas y diámetros del guanacaste, *Enterolobium cyclocarpum*, creciendo en parcelas de estudio en tres países

País e identificación de la parcela	Edad	Altura	D.a.p.	Supervivencia	Referencia
	Años	m	cm	Porcentaje	
México					
1	8.5	7.1	10.8	69	(3)
2	8.5	7.6	11.9	75	(3)
3	8.5	8.3	13.2	81	(3)
4	8.5	7.8	13.4	81	(3)
Costa Rica					
105	8.0	11.4	16.6	baja	(5)
107	7.5	10.4	12.7	baja	(5)
302	8.0	8.1	11.5	...	(5)
Puerto Rico					
PAE *	5.0	6.0	...	79	(11)
PAE	25.0	18.0	42.0	24	†

*PAE = Prueba de adaptabilidad de especies.

†Pruebas de adaptabilidad de especies en suelos graníticos y de piedra caliza; información inédita archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

pipecólico, varias especies de insectos y animales las ingieren (19). En Costa Rica, el insecto *Stator generalis* ataca las semillas en etapa inactiva en el suelo. Las cotarras del género *Amazona* comen grandes cantidades de estas semillas. El roedor *Liomys salvini*, cuando se encuentra presente, ingiere la mayoría de las semillas en el suelo. Los pecaríes rajan y se comen las semillas (19).

La albura del guanacaste cosechado es susceptible a la descomposición y al ataque por los insectos, pero el duramen es resistente a la descomposición (19) y probablemente a las termitas de la madera seca (7). Un autor reporta que el guanacaste no es resistente a las termitas (9).

USOS

El uso principal del guanacaste es la de sombra para el ganado en los pastizales (19, 25). La especie es también útil para los ganaderos ya que el ganado vacuno, los caballos y las cabras se alimentan de las vainas y, hasta cierto punto, de las flores y las hojas (19, 29, 30). El guanacaste se usa en la América Central como sombra en cafetales, a pesar de que otras especies se ven usadas con mayor frecuencia (17). Se ha demostrado que la especie es capaz de fijar nitrógeno (18). La gente se come las vainas inmaduras como un vegetal cocido y se come las semillas tostadas o cocidas como una legumbre y molidas y mezcladas con harina (8, 20, 23). Se reporta que las semillas descascaradas contienen un 35 por ciento de proteína (8). Las frutas y la corteza producen tanino y se usan en la manufactura de jabón. La goma exudada por las heridas en la corteza es un sustituto para la goma arábiga (20). Se han usado los extractos de la corteza en la medicina popular para el tratamiento de los resfriados (23) y la bronquitis (6).

La albura del guanacaste es blanca y se distingue fácilmente del duramen de color de marrón a marrón rojizo. Se le ha comparado en su apariencia a la madera del nogal (20). La madera es de una textura tosca con una fibra entrelazada; es dura y moderadamente durable (7). El peso específico es aparentemente variable y se han registrado los siguientes valores: 0.4 a 0.6 (20), 0.34 (7) y 0.37 g por cm³ (este último valor se obtuvo de un árbol muestreado por el autor en un área con una precipitación moderada en Puerto Rico). La madera se seca con lentitud, pero con poca tendencia a torcerse o cuartearse. El encogimiento es del 2.0 por ciento radial y 5.2 por ciento tangencial (7). La madera es fácil de trabajar a mano y con herramientas eléctricas, pero madera de tracción resulta en madera de tracción. El polvo de la madera seca es una sustancia irritante. Entre los usos de la madera se encuentran la ebanistería, los muebles, los entrepaños, la chapa decorativa, la madera para la construcción, los artículos novedosos y los artículos de cocina (7, 14, 20, 22, 24). La madera es notablemente durable en el agua y se ha usado para abrevaderos y canoas, a la vez que para la construcción de botes modernos (22). La madera se usa también para postes (19), leña y para producir un carbón de baja calidad (3).

GENETICA

El género *Enterolobium* contiene seis o siete especies similares y está confinado a México y la América Central y

del Sur (4). Se reconoce una variedad nombrada de guanacaste, *E. cyclocarpum* v. *perota* Schomburg. (22). Un grupo estrechamente relacionado procedente de la región amazónica, *E. schomburgii* Benth. se reconoce ahora como una especie distinta. El número de cromosomas del guanacaste es 2N = 26 (13).

LITERATURA CITADA

1. Araya F., C.; Argüedas G., M.; Hilje Q., L. [y otros]. 1980. Informe anual 1986. Cartago, Costa Rica: Programa Interinstitucional de Protección Forestal. 34 p.
2. Barrett, M.F. 1956. Common exotic trees of south Florida. Gainesville, FL: University of Florida Press. 414 p.
3. Bauer, J. 1982. Especies con potencial para la reforestación en Honduras, resúmenes. Tegucigalpa, Honduras: Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal. 42 p.
4. Bertoni, V.R.; Juárez G., V.M. 1980. Comportamiento de nueve especies forestales tropicales plantadas en 1971 en el campo experimental forestal tropical "El Tormento." Revista Ciencia Forestal. 25(5): 4-39.
5. Burkart, A. 1952. Las leguminosas argentinas, silvestres y cultivadas. Buenos Aires, Argentina: Acme Agency, Ltd. 569 p.
6. Camacho, M.P. 1981. Ensayos de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales en Costa Rica. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica y Ministerio de Agricultura y Ganadería. 287 p.
7. Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 466 p.
8. Espejel, I.; Martínez, E. 1979. El guanacaste. Comunicado 33. Jalapa, Veracruz, México: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Botánicos. 4 p.
9. Forest Service. 1943. The forests of Costa Rica. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 48 p.
10. Fournier, O., L.A. 1970. Fundamentos de ecología vegetal, segunda parte: sinecología. San José, Costa Rica: Departamento de Biología, Universidad de Costa Rica. 174 p.
11. Fournier, O., L.A.; Herrera de Fournier, M.E. 1977. La sucesión ecológica como un método eficaz para la recuperación del bosque de Costa Rica. Agronomía Costarricense. 1(1): 23-29.
12. Geary, T.F.; Briscoe, C.B. 1972. Tree species for plantations in the granitic uplands of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-14. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station. 8 p.
13. Gómez, P. A. 1966. Estudios botánicos en la región de Misantla, Veracruz. Distrito Federal, México: Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. 173 p.
14. Guridi G., L.I. 1980. La madera en las artesanías del Estado de Michoacana. Boletín Divulgativo 50. Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 128 p.
15. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
16. Holdridge, L.R.; Poveda A., L.R. 1975. Arboles de Costa Rica. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical. 546 p. Vol. 1.
17. Hueck, K. 1961. The forests of Venezuela. Fortwissenschaftliche Forschungun 14/6. Hamburg, Germany: Verlag Paul Parey. 106 p.

18. Hughes, C.E.; Styles, B.T. 1984. Exploration and seed collection of multiple-purpose dry zone trees in Central America. *International Tree Crops Journal*. 3: 1-31.
19. Janzen, D.H. 1983. *Costa Rican natural history*. Chicago, IL: University of Chicago Press. 816 p.
20. Little, E.L., Jr.; Woodbury, R.O.; Wadsworth, F.H. 1974. *Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1024 p. Vol. 2.
21. Martorell, Luis F. 1953. ¿Qué árbol sembraré? *Caribbean Forester*. 14(3/4): 152-160.
22. National Academy of Sciences. 1979. *Tropical legumes: resources for the future*. Washington, DC: National Academy of Sciences. 331 p.
23. Neal, M.C. 1948. *In gardens of Hawaii*. Special Pub. 40. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum. 805 p.
24. Patiño, V.F.; Villagómez A., Y. 1976. Los análisis de semillas y su utilización en la propagación de especies forestales. *Boletín* 40. Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 26 p.
25. Pennington, T.D.; Sarukhan, J. 1968. *Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México*. Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 413 p.
26. Rzedewski, J.; Huertas M., L. 1981. *Vegetación de México*. Distrito Federal, México: Editorial Limusa. 432 p.
27. Saenz R., J.A.; Fournier O., L.A. 1982. *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Gris., un nuevo hospedero para *Raverrelia lagertheimiana* Diet. *Turrialba*. 32(3): 333-336.
28. Salazar, R. 1985. *Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico de Investigaciones y Enseñanza. 459 p.
29. Standly, P.C. 1928. *Flora of the Panama Canal Zone*. Contributions from the United States Herbarium. Washington, DC: Smithsonian Institution. 416 p. Vol. 27.
30. Susano H., R. 1981. Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovecharse como forraje. *Revista Ciencia Forestal*. 29(6): 31-39.

Eucalyptus deglupta Blume

Kamarere

Myrtaceae

Familia del mirto

John K. Francis

Eucalyptus deglupta Blume, conocido como kamarere en Papua Nueva Guinea, bagras en las Filipinas y leda en Indonesia (35), es un árbol alto y elegante con una corteza atractiva y de muchos colores (fig. 1).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La distribución natural del kamarere, que se encuentra entre las latitudes 9° N. y 11° S., cubre el área de Mindanao en las Filipinas; Sulawesi, Ceram e Irian Jaya en Indonesia y Papua Nueva Guinea, incluyendo Nueva Bretaña (12, 20, fig. 2). Es una de solamente dos especies de *Eucalyptus* cuya distribución natural se extiende más allá de Australia (la otra es *E. urophylla* S.T.Blake) y es la única que no ocurre de manera natural en Australia (4, 41). El kamarere ha sido plantado a través de los trópicos húmedos, en particular en las Islas Salomón, Fiji, Samoa, Taiwan, Malasia, la Costa de Marfil, Costa Rica, Honduras, Brasil, Cuba y Puerto Rico (17, 38).

Clima

Los rodales naturales de kamarere crecen en áreas en donde la precipitación anual varía entre 2000 y 5000 mm (41), pero la mayoría de los rodales comerciales se encuentran en donde la precipitación anual promedio es de entre 2500 y 3500 mm (12). La precipitación en estas áreas tiende a ser uniforme a través de todo el año, con sólo unos pocos meses con un promedio de menos de 150 mm (20). Las temporadas secas prolongadas ocurren muy rara vez (12) y la humedad relativa es por lo usual alta, entre el 70 y el 80 por ciento (19). En las elevaciones bajas, las temperaturas mensuales máximas promedio varían entre 24 y 33 °C, mientras que en



Figura 1.—Árboles de kamarere, *Eucalyptus deglupta*, de 15 años de edad en una plantación en Puerto Rico.

las elevaciones de más de 300 m, las temperaturas mensuales promedio varían entre 13 y 27 °C (12). La especie no se encuentra expuesta a las heladas en su área de distribución natural.

Suelos y Topografía

El kamarere crece bien en margas arenosas profundas y moderadamente fértiles, pero también crece en ceniza volcánica y suelos areniscos (35). La especie se puede encontrar en sus áreas nativas desde el nivel del mar hasta los 1,800 m (26). Los mejores rodales se desarrollan en los bancos y terraplenes de los ríos a menos de 150 m sobre el nivel del mar (12). Se requiere de un buen drenaje en el suelo (21). En los suelos pobres y a mayores elevaciones, los árboles tienen un crecimiento mucho más lento. El kamarere coloniza a menudo los depósitos aluviales recientes, las áreas de derrumbes y la ceniza volcánica recién depositada (12, 19).

Cobertura Forestal Asociada

Por lo general, el kamarere se reproduce en rodales puros (19). Sin embargo, ocasionalmente forma una asociación con *Octomeles sumatrana* Miq., una especie secundaria agresiva (43). Cuando los rodales llegan más allá de la madurez, se ven invadidos por especies forestales primarias tales como *Pometia pinnata* (Taun), *Dracontomelum mangiferum* Bl., *Homalium* spp., *Celtis* spp. y *Pterocarpus indicus* Willd. (19).

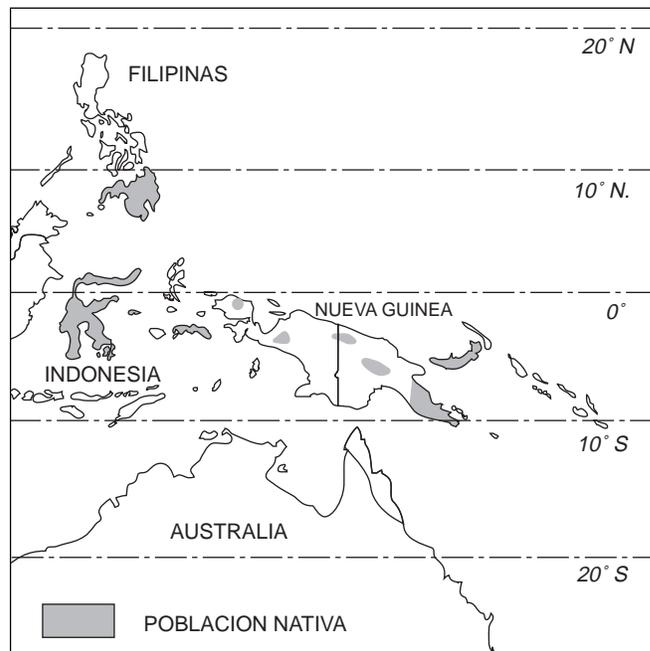


Figura 2.—La distribución natural del kamarere, *Eucalyptus deglupta*.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El kamarere comienza a florecer a una edad temprana, usualmente en 3 ó 4 años en las plantaciones (19). Las flores de color crema aparecen en las panículas terminales o axilares de umbelas, cada una con entre tres y siete flores (12). La florescencia ocurre durante la mayoría de los meses (41). Las semillas se maduran en cápsulas de 3 a 5 mm de largo en un período de 5 a 6 meses (19, 35).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Cada cápsula contiene de 12 a 48 semillas (2), las que constituyen alrededor del 2 por ciento del peso en seco de la cápsula (41). Las semillas son pequeñas, alrededor de 15,000 a 18,000 por gramo (12). Por lo usual, entre 2,000 y 3,000 semillas por gramo son viables (39). Sin embargo, la germinación de las semillas de alta calidad puede ser de hasta el 90 por ciento (41). Nueve árboles semilleros de 10 años de edad en Malasia produjeron un promedio de 87 g de semillas por árbol en una sola recolección (5). Las cápsulas se pueden recoger cuando verdes y se abrirán para liberar las semillas después de 2 ó 3 días de secado al sol (41). Después de secas, las semillas se pueden almacenar por hasta 2 años mediante la refrigeración en contenedores herméticos (39). Las semillas del kamarere son aladas y esto, junto con el pequeño tamaño de las semillas, les permite ser llevadas a las áreas perturbadas cercanas. Las semillas viajarán un poco más allá de una distancia igual a la altura del árbol con un viento de 10 km/hr (20). El agua es el vehículo más importante para la dispersión de las semillas ya que los sitios en donde crece el kamarere se encuentran en planicies inundadas por los ríos (19).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación del kamarere es epigea (12) y tiene lugar en un período de 4 a 20 días (39). La temperatura óptima para la germinación es de 35 °C (32). El tratamiento previo de las semillas no parece ser necesario. Típicamente, el primer paso en el proceso de producción de las plántulas es la siembra de las semillas en bandejas de germinación sombreadas y cubiertas con vidrio. Las semillas germinarán sobre una superficie húmeda, pero se recomienda el espolvorear una capa fina de arena o de marga colada por encima (41). La arena, el suelo margo-arenoso, el aserrín y el musgo *Sphagnum* molido usados como substratos han dado resultados más o menos iguales en la germinación (23). El medio para la germinación se esteriliza por lo usual con el objeto de evitar el “mal del vivero” que afecta a las plántulas (41). Las plántulas se transplantan a tubos o tiestos cuando tienen de dos a tres pares de hojas por encima de los cotiledones. Las provisiones con las raíces desnudas y las plántulas con las raíces desnudas y sus hojas removidas no son usadas debido a sus bajas tasas de supervivencia (2). Las plántulas alcanzan un tamaño plantable de 20 a 30 cm entre 3 y 4 meses después de la germinación (41). La sombra deberá ser reducida de manera gradual, desde la plena sombra durante la germinación a un cuarto de sombra y hasta el sol pleno al final de la fase del vivero (19, 33). Ya que las plántulas de kamarere son muy susceptibles a la sequía (que causa el marchitamiento), el plantado deberá efectuarse durante una etapa lluviosa. Después de un mes en el campo, las plántulas son capaces de resistir el estrés usual por falta de agua (14). Los procedimientos para la preparación exitosa del sitio incluyen el arado de surcos (1) y la quema de la vegetación cortada que quede después de las operaciones madereras (40). Si se

controla al principio, la vegetación leñosa en competencia se ve rápidamente cubierta por el kamarere, pero si las gramíneas se convierten en un problema, deberán ser controladas durante el primer y segundo año mediante el rocío de herbicidas o el labrado de la tierra alrededor de los árboles jóvenes con un azadón (41). Se usa a veces un abono colocado cerca de, pero no en contacto con, las raíces al mismo tiempo que tiene lugar el plantado, con el objeto de ayudar a las plántulas a dominar a las malas hierbas en competencia (33). El crecimiento inicial es muy rápido. En Nueva Bretaña un crecimiento de 4.5 a 6 m es la norma durante el primer año (19).

Reproducción Vegetativa.—El rebrote del kamarere al ser cortado es demasiado pobre como para ser usado como un método para la regeneración de las plantaciones (20). Sin embargo, las estacas del kamarere se arraigan con facilidad. Más del 99 por ciento de las estacas de kamarere a partir de los tallos de plántulas se arraigarán comenzando alrededor de 5 días después del tratamiento al ser tratadas con una pasta de hormonas y rociadas (13). Las raíces se pueden utilizar también para reproducir el kamarere (39). Los injertos en parche son lo suficientemente efectivos como para ser usados en la reproducción (11).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El kamarere se considera como uno de los árboles de más rápido crecimiento (35). Es también capaz de crecer hasta alcanzar un tamaño extraordinario. Se han registrado individuos de hasta 72 m de alto y 1 m de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) (29). El mayor incremento anual en altura se observa por lo usual durante el primer año y disminuye gradualmente durante los siguientes 25 ó 30 años. La figura 3 muestra el potencial

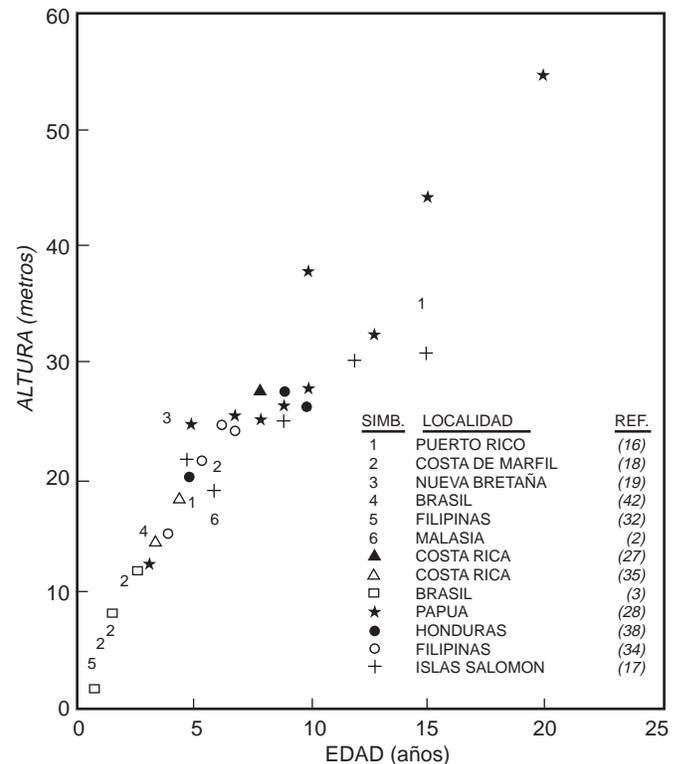


Figura 3.—La altura promedio a varias edades para varias plantaciones excepcionales de kamarere, *Eucalyptus deglupta*, a nivel mundial.

para el crecimiento en altura en plantaciones en varias localidades alrededor del mundo. Se indica solamente la mejor plantación para cada edad en cada localidad. Se han preparado curvas de índice de sitio para el kamarere de plantación para las islas de Sabah (6) y Mindanao (34) y para Costa Rica (36). Sin embargo, el kamarere es una especie sensitiva al sitio; cuando se planta en sitios pobres, el kamarere podrá crecer de manera tan lenta que nunca producirá maderos de tamaño utilizable. Esto ha ocurrido en sitios elevados y pobres en nutrientes en Puerto Rico. El crecimiento en diámetro depende del espaciamiento, pero unos incrementos anuales de 2 a 3 cm/año no son raros en las rotaciones para pulpa (de 5 a 12 años).

Un rodal natural de kamarere cosechado en Nueva Bretaña contuvo 940 m³/ha de volumen maderero (19). Otra plantación en Nueva Bretaña alcanzó un volumen de 520 m³/ha en 20 años (17). Se han preparado una tabla de rendimiento basada en el índice del sitio y la edad del rodal (34) y ecuaciones para el volumen de un solo árbol basadas en los diámetros y las alturas (27, 36). Los incrementos anuales promedio en volumen en las plantaciones en buenos sitios variaron entre 15 y 37 m³/ha (fig. 4). Si se desean, las cosechas de entresacado pueden comenzar al final del primer año para estaquillas y continuar subsecuentemente, pasando por postes, pulpa y maderos aserrables a medida que la plantación envejece. La edad de la rotación para pulpa, la cual es el producto más importante en las plantaciones, es de 5 a 12 años (17). La edad de la rotación para maderos aserrables en Sabah es de 16 a 18 años (6) y en Papua Nueva Guinea, de 25 años con entresacados a los 5, 10 y 15 años (17).

Comportamiento Radical.—Las plántulas desarrollan unos sistemas radicales tanto verticales como horizontales de manera agresiva, y la raíz pivotante se ramifica a una edad temprana. Los árboles maduros tienen unas raíces pivotantes verticales y ramificadas y un sistema radical lateral superficial cuya longitud es de un cuarto a un tercio de la altura del árbol (12). Sin embargo, el desarrollo de las raíces depende de las condiciones del suelo y la competencia entre los árboles. Las raíces por lo general no son una amenaza para las aceras y los cimientos. Las micorrizas ectotróficas se

forman en los vellos de las raíces del kamarere (3). El árbol a menudo desarrolla unos contrafuertes de 3 a 4 m de altura en los suelos inestables y en los aluvios de ríos (12).

Reacción a la Competencia.—El kamarere es intolerante a la sombra. Se necesita de una luz vertical plena para el desarrollo más allá de la etapa de plántula (41). La especie no se reproduce bajo sombra y necesita de claros naturales o artificiales. Típicamente, el kamarere forma rodales puros; o encuentra unas condiciones adecuadas, reproduciéndose en grandes cantidades y dominando, o fracasa por completo. En pruebas iniciales, unos espaciamientos de 2 por 2 m resultaron en árboles estancados al final del segundo año (10), de manera que se adoptaron unos espaciamientos mayores. Al presente el espaciamiento más común es probablemente de 4 por 4 m sin entresacado para una rotación de pulpa (17). El reemplazo para llenar huecos causados por la mortalidad deberá efectuarse antes del final de la primera temporada de crecimiento para evitar que las nuevas plántulas sean suprimidas por los árboles cercanos de mayor edad (41). Un área basal de 26 m²/ha se reportó para una plantación de 20 años de edad en Nueva Bretaña (17). Una plantación de *Eucalyptus* spp. mixta, de 15 años de edad en Puerto Rico sostuvo un área basal total de 38 m²/ha, de la cual 12 m²/ha fueron de kamarere. Se reportaron unos incrementos anuales promedio en área basal de 2.6 y 2.8 m²/ha para unas plantaciones de 4 y 9 años de edad en Nueva Bretaña y Java, respectivamente (19). La copa de los árboles jóvenes es cónica, con un líder bien definido y ramas horizontales (12). Las hojas se presentan de manera horizontal, lo que maximiza la intercepción de la luz solar (20). A medida que el árbol envejece se pierde la dominancia apical y las copas adquieren una parte superior plana. Los rodales cerrados tienen una longitud de copa promedio igual a un cuarto a un tercio de la altura promedio del árbol (12).

Agentes Dañinos.—Existen varias plagas serias del kamarere. Una falena hapiálda que barrena en anillos y una falena cócida son las dos plagas de insectos principales en Sabah (6). Estos barrenadores reducen significativamente el valor de los árboles como maderos aserrables. Unas pérdidas de hasta el 40 por ciento de las plántulas han resultado en unas plantaciones debido al ataque por el caracol gigante (*Achatina fulica* Bowdich) que se alimenta de la corteza, y las plántulas pueden quebrarse con el peso de estos caracoles (19, 41). Estos caracoles se pueden controlar con carnada de metaldehido. Las termitas son también una plaga severa del kamarere (19). Estas atacan al árbol desde la etapa de plántula hasta la madurez, a veces consumiendo el duramen en su totalidad. La quema previa al plantado ayuda a reducir la actividad de las termitas (40). En Papua Nueva Guinea, la larva de la falena cócida, *Zeuzera coffeae* Nietner, taladra el cámbium y la albura de los árboles jóvenes, dejándolos susceptibles a quebrarse con los vientos fuertes. En una plantación, el tres por ciento de los árboles se vieron afectados (17). El anillador de los tallos, *Agrilus opulentus* Ker., ataca los árboles suprimidos en Papua Nueva Guinea (24). En las Filipinas, *Agrilus* sp. mata árboles en algunas plantaciones (37). La pudrición del duramen probablemente afecta al kamarere a nivel mundial. Una investigación en una plantación en Papua Nueva Guinea encontró que del 38 al 83 por ciento de los árboles se encontraban afectados, pero la cantidad de pudrición presente en cada árbol era en general tan pequeña que la calidad de la pulpa no se vió afectada (22). En la América Central y en Brasil se han reportado unos problemas serios con las hormigas

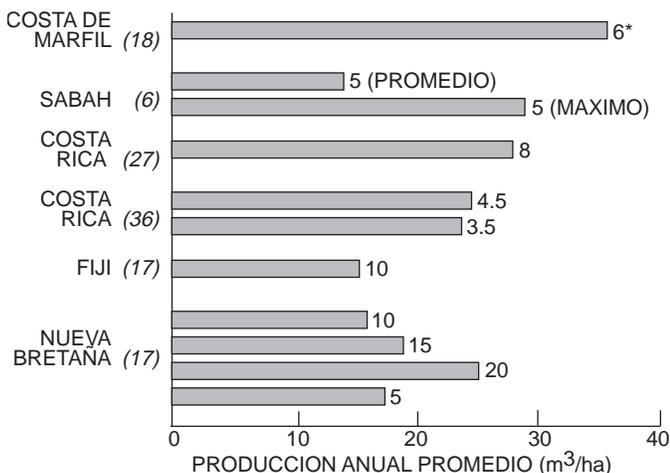


Figura 4.—Mediciones de la producción anual promedio en volumen a la edad indicada (*) de plantaciones de kamarere, *Eucalyptus deglupta*, en varios países (referencias en paréntesis).

defoladoras (*Atta* spp.) (26, 36). Se demostró que la necrosis terminal en las Islas Salomón, causada por el hemíptero *Amblypelta coophaza cocophaga* China, se puede reducir mediante la corta de la vegetación entre los árboles de *Eucalyptus* spp. y la introducción de la hormiga *Oecophylla smaragdina* (25).

El kamarere posee la corteza más delgada (3 mm) de todos los eucaliptos y por lo tanto es extremadamente sensitivo a los incendios (30). Los incendios de toda clase deberán excluirse de las plantaciones de kamarere. Un cancro asociado con las heridas en los árboles, en particular las causadas por machetes durante la remoción de enredaderas, es común en ciertas áreas de Puerto Rico. Los árboles de ornamento en Puerto Rico sufren con frecuencia de la quiebra de sus ramas con las ráfagas de viento. Se ha reportado que las plántulas de kamarere pueden sobrevivir unas temperaturas de -2 °C, pero que mueren a temperaturas más bajas (19).

USOS

El duramen del kamarere es de un color marrón rojizo y con una fibra tosca. La albura es blanca o de un rosado pálido. La madera del kamarere se seca fácilmente con poca degradación y un encogimiento moderado durante el proceso (de 3.9 por ciento radial y 7.8 por ciento tangencial) (7). Tiene una fibra listada distintiva y un buen lustre. La madera se aserra y se trabaja a máquina con facilidad, a excepción de cierto grado de rajado en la madera aserrada radialmente (12, 19). El peso específico es mayor para el material procedente de los bosques antiguos (de 0.45 a 0.65 g por cm³) que para el material procedente de las plantaciones jóvenes (de 0.35 a 0.40 g por cm³) (7). El duramen es resistente a *Lyctus* spp. (los escarabajos de polvo de salvadera) (14), pero no es resistente a las termitas. La madera no es durable cuando se encuentra en contacto con el suelo (35).

La madera del kamarere es usada para muebles, molduras, pisos, construcciones y botes (14). La mayoría del kamarere de plantación alrededor del mundo se cultiva para la obtención de pulpa. De la madera del kamarere se obtiene también una pulpa fuertemente sulfatada que se puede blanquear hasta alcanzar un gran brillo (6). El kamarere se usa también, de manera limitada, para leña y para hacer carbón (26). Los aceites aromáticos del kamarere han sido estudiados, pero ocurren en cantidades tan pequeñas (del 0.2 por ciento en el follaje, 29), que no poseen un interés industrial. La especie se planta a menudo como un árbol de ornamento y de sombra, debido a su muy atractiva corteza y a su crecimiento rápido.

GENETICA

El género *Eucalyptus* contiene más de 500 especies (29). El kamarere, *E. deglupta* Blume (*E. naudiniana* F. Muell. es un sinónimo botánico) ha sido colocado en la serie *Degluptae* junto con *E. raveretiana* F. Muell y *E. bachyandra* F. Muell. (31). La densidad de la madera se correlaciona con un 70 por ciento de la variación en la calidad de la madera y es altamente hereditaria (9). La selección deberá efectuarse con la meta de una mayor densidad y una mayor uniformidad en la misma. Existen hoy en día programas de selección y procedencia en varios países (15).

LITERATURA CITADA

1. Acosta, R.; Morejón, J.M. 1981. Influencia de la preparación de los suelos cenagosos sobre el crecimiento del *Eucalyptus deglupta*. Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria; Ciencia y Técnica en la Agricultura. 4(2): 57-63.
2. Barnard, R.C. 1953. Experience with exotic tree species in Malaya. *The Malayan Forester*. 16: 29-40.
3. Batista, M.P.; Gorges, J.F.; Franco, M.A.B. 1982. Avaliação do crescimento inicial de uma essência nativa em comparação com outras exóticas, no nordeste do Para, Brasil. Sao Paulo, Brasil: Instituto Florestal; Campos do Jordao 16A, Parte 2. 1395 p.
4. Boland, D.J.; Brooker, M.I.H.; Chippendale, G.M. [y otros]. 1984. *Forest trees of Australia*. Melbourne, Australia: Nelson CSIRO. 687 p.
5. Bowen, M.R.; Eusebio, T.V. 1982. Seed handling practices: four fast-growing hardwoods for humid tropical plantations in the eighties. *The Malaysian Forester*. 45(4): 534-547.
6. Chong, T.K.; Jones, N. 1982. Fast growing hardwood plantations on logged-over forest sites in Sabah. *The Malaysian Forester*. 45(4): 558-575.
7. Chudnoff, M. 1984. *Tropical timbers of the world*. Agric. Handb. 607. Madison, WI: Forest Products Laboratory, U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 464 p.
8. Dalton, J.; Davidson, J. 1974. Time of establishment of seedlings of *Eucalyptus deglupta* at two locations in Papua New Guinea. *Tropical Forestry Res. Note RS-25*. Bulolo, Papua New Guinea: Department of Forestry. 19 p.
9. Davidson, J. 1972. Variation, association, and inheritance of morphological and wood characters in an improvement program for *Eucalyptus deglupta* Blume. Bulolo, Papua New Guinea: Australian National University. 263 p. Disertación doctoral.
10. Davidson, J. 1973. Forest tree improvement-kamarere. *Tropical Forestry Res. Note SR.6*. Bulolo, Papua New Guinea: Department of Forests. 13 p.
11. Davidson, J. 1973. Techniques of grafting *Eucalyptus deglupta* Blume. *Tropical Forestry Res. Note SR.9*. Bulolo, Papua New Guinea: Department of Forests. 9 p.
12. Davidson, John. 1973. A description of *Eucalyptus deglupta*. *Tropical Forestry Res. Note SR-7*. Bulolo, Papua New Guinea: Forest Research Station, Department of Forests. 23 p.
13. Davidson, John. 1973. A technique for rooting seedling cuttings of *Eucalyptus deglupta* Blume. *Tropical Forestry Res. Note SR-8*. Bulolo, Papua New Guinea: Department of Forests. 10 p.
14. Division of Utilization. 1970. Properties and uses of Papua and New Guinea timbers. Boroka, Papua New Guinea: Forest Products Research Center, Department of Forests. 44 p.
15. Fenton, R.; Roper, R.E.; Watt, G.R. 1977. Lowland tropical hardwoods: an annotated bibliography of species with plantation potential. Wellington, New Zealand: External Aid Division, Ministry of Foreign Affairs. 498 p.
16. Figueroa, J.C.; Whitmore, J.L. 1980. Three species of *Eucalyptus* tested in Puerto Rico: five years after outplanting. *Southern Journal of Applied Forestry*. 4(4): 169-174.
17. Food and Agriculture Organization. 1979. *Eucalyptus for planting*. FAO. Forestry Series 11. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 677 p.

18. Goudet, J.P. 1974. Plantaciones experimentales d'especies papeteras dans la région de San Pedro (1971-1974). Abidjan, Cote d' Ivoire: Centre Technique Forestier Tropical. 84 p.
19. Heather, W.A. 1955. The kamarere forests of New Britain. *Empire Forestry Review*. 34(1): 255-278.
20. Hillis, W.E.; Brown, A.G. 1978. Eucalyptus for wood production. Melbourne, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 434 p.
21. Lama, G. de la G. 1976. Atlas de eucalipto. Sevilla, España: Ministerio de Agricultura. 680 p. Vol. 1.
22. Lamb, D.; Lago, D.; Mosimbi, M. 1974. Heart rot in plantation stands of *Eucalyptus deglupta* Blume growing on alluvial soils. *Tropical Forestry Res. Note SR-20*. Bulolo, Papua New Guinea: Department of Forests. 10 p.
23. Leon-Boado, E. de. 1976. Germination of bagras (*Eucalyptus deglupta*) using different soil media. *Philippine Forestry Journal*. 1: 34-37.
24. Luton, J.R.; Roberts, H. 1980. Preliminary assessment of provenance susceptibility in *Eucalyptus deglupta* to *Agrilus opulentos* attack. *Tropical Forestry Res. Note SR-38*. Bulolo, Papua New Guinea: Office of Forests. 5 p.
25. MacFarlane, R.; Jackson, G.V.H.; Marten, K.D. 1976. Dieback of eucalyptus in the Solomon Islands. *Commonwealth Forestry Review*. 55(1): 133-139.
26. National Academy of Science. 1983. Firewood crops: shrub and tree species for energy production. Washington, DC: National Academy Press. 92 p. Vol. 2.
27. Navarro, C. 1985. Producción de biomasa de *Eucalyptus deglupta* en una plantación de ocho años en Turrialba, Costa Rica. *Silvoenergía* 8. Turrialba, Costa Rica: CATTLE ROCAP. 4 p.
28. Pape, R. 1973. New horizons: forestry in Papua New Guinea. Port Moresby, Papua New Guinea: Ministry of Forests. 70 p.
29. Penfold, A.R.; Willis, J.J. 1961. The eucalyptus: botany, cultivation, chemistry, and utilization. London, England: Leonard Hill [Libros] Limited. 551 p.
30. Pryor, L.D. 1976. The biology of *Eucalyptus*. Institute of Biology's Studies in Biology 61. London, England: Edward Arnold Limited. 82 p.
31. Pryor, L.D.; Johnson, L.A.S. 1971. A classification of the eucalypts. Canberra, Australia: The Australian National University. 82 p.
32. Scott, L. 1983. Germinating eucalypt seed. En: Combined Proceedings, International Plant Propagator's Society. 32: 357-362. Auckland, New Zealand: Plant Diseases Division, DSIR.
33. Tagudar, E.T.; Gianan, N. 1970. Development of a *Eucalyptus deglupta* (Blume) plantation inside the Bislig Bay Lumber Company, Inc. Occasional Paper 40. Manila, Philippines: Forest Research Division, Bureau of Forestry. 5 p.
34. Tomboc, C.C. 1977. Growth, yield and economic rotation of bagras (*Eucalyptus deglupta*) pulpwood in the PICOP plantation (Mindanao) Part 2: Yield prediction method. *Silvatrop Philippines Forestry Research Journal*. 2(2): 117-126.
35. Turnbull, J. 1974. Kamarere, *Eucalyptus deglupta* Blume. Forest Tree Series 175. Canberra, Australia: Department of Primary Industry, Forestry and Timber Bureau. 4 p.
36. Ugalde A., L.A. 1980. Rendimiento y aprovechamiento de dos intensidades de raleos selectivos en *Eucalyptus deglupta* Blume en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 127 p. Tesis de M.S.
37. Viado, G.B. 1979. The varicose borer, *Agrilus* sp. (Coleoptera: Buprestidae), of bagras (*Eucalyptus deglupta*). *Sylvatrop Philippine Forestry Research Journal*. 4(1): 45-47.
38. Wadsworth, F.H. 1960. Records of forest plantation growth in Mexico, the West Indies, and Central and South America. *Caribbean Forester*. 21(Supp.): 10, 11, 17.
39. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J.P.; Henman, G.S. 1984. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. *Tropical Forestry Pap. 15*. Oxford, England: Unit of Tropical Silviculture, Commonwealth Forestry Institute. 256 p.
40. Webb, L.J. 1977. Ecological considerations and safeguards in the modern use of tropical lowland rain forests as a source of pulpwood: example, the Madan Area, PNG. Indooroopilly, Queensland: Rain Forest Ecology Section, Commonwealth Scientific and Industrial Organization. 36 p.
41. White, K.J.; Cameron, K.J. [s.f.]. Silvicultural techniques in Papua New Guinea forest plantations. Bull. 1. Port Moresby, Papua New Guinea: Division of Silviculture, Department of Forests. 99 p.
42. Woessner, R.A.; Lopes, O.M.N. 1981. Growth of *Eucalyptus deglupta* Bl. at Jari on different soils up through age three. Internal Memo. Jari, Brasil: Jari Florestal. 9 p.
43. Wormsley, J.S.; McAdams, J.B. 1975. The forests and forest conditions in the territories of Papua New Guinea. Bulolo, Papua New Guinea: Department of Forests. 62 p.

Eucalyptus globulus Labill.

Eucalipto goma azul

Myrtaceae

Familia de los mirtos

Roger G. Skolmen y F. Thomas Ledig

Eucalyptus globulus Labill., conocido en inglés como “bluegum eucalyptus” o eucalipto goma azul y eucalipto común en español, y también como “Tasmanian bluegum”, es una de las especies de eucalipto mejor conocidas a nivel mundial. Es la especie “tipo” para el género en California, España, Portugal, Chile y muchas otras localidades. Una de las primeras especies de árboles en ser introducida de Australia a otros países, se ha convertido hoy en día en la especie de eucalipto más extensamente plantada en el mundo.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

Se reconocen cuatro subespecies. El árbol tipo, de la subespecie *globulus*, se encuentra confinado más que nada a la costa sureste de Tasmania, pero crece también en pequeños bolsones de la costa oeste de Tasmania, en ciertas islas en el estrecho de Bass al norte de Tasmania y en el Cabo Otway y el Promontorio de Wilson al sur de Victoria, en Australia (9). Otras subespecies se pueden encontrar en Victoria y en New South Wales (13).

La especie fue introducida a California en 1856 (1) y a Hawaii aproximadamente en 1865 (18) y se ha naturalizado en ambos estados. Es también bastante común como una especie de ornamento en Arizona, pero no se ha naturalizado en ese lugar. En California se usa hoy día primariamente en plantales en hileras a lo largo de las carreteras y como rompevientos, pero con anterioridad se establecieron unas extensas plantaciones. El área plantada llega a un total de 16,000 ha (17). En California esta área se extiende desde el condado de Humboldt al norte hasta el condado de San Diego hacia el sur, el mejor crecimiento encontrándose en el cinturón costero de neblina en la cercanía de San Francisco. Se pueden ver numerosos plantales en el Valle Central desde Redding hacia el sur a través de Fresno hasta Bakersfield y San Bernardino. En Hawaii existen aproximadamente 5,000 ha, casi todas de ellas en las islas de Hawaii y Maui. En California y Hawaii, el árbol se regenera dentro y cerca del margen de las plantaciones. En algunas áreas de Hawaii se esparce de manera suficientemente rápida como para ser considerada como una plaga por los hacendados.

Recientemente, la especie ha sido también plantada en su área nativa de Tasmania, en donde es una fuente importante de pulpa (22).

Clima

A pesar de que el eucalipto goma azul posee una gran adaptabilidad climática, las introducciones más exitosas a nivel mundial han ocurrido en lugares con un clima templado y moderado o en altas elevaciones con temperaturas frías en las áreas tropicales (8). Se dice que el clima ideal es el de la

costa de Portugal, que carece de una temporada seca severa, con una precipitación anual promedio de 900 mm y una temperatura mínima que nunca baja de -7 °C. En la costa de California, el árbol prospera con sólo 530 mm de precipitación anual y con una marcada temporada seca, gracias a que la neblina compensa por la falta de lluvia. Se puede ver una situación similar en Chile, en donde los suelos profundos y fértiles a la vez que las neblinas moderan los efectos de la precipitación baja y estacional (8). En Hawaii, el eucalipto goma azul crece de mejor manera en las plantaciones a una altura de 1,200 m, en donde la precipitación es de 1270 mm anuales y se encuentra distribuida de manera uniforme o muestra un máximo durante el invierno. La distribución estacional de la precipitación no es de importancia crítica para la especie. A pesar de que por lo general crece bien en los países con un máximo de precipitación mediterráneo o durante la estación fría, también crece bien en los climas con una precipitación veranera en Etiopía y Argentina (8).

Suelos y Topografía

El eucalipto goma azul crece bien en una gran variedad de suelos. Requiere de un buen drenaje, baja salinidad y de un suelo con una profundidad de aproximadamente 0.6 m o más. Existen pocos otros factores limitantes (8). En los lugares con una estación seca pronunciada, tal como California, el árbol crece mejor en suelos aluviales profundos debido a la mayor cantidad de humedad disponible.

En Hawaii el árbol crece de muy buena manera en Distrandepts Típicos e Hídricos, que son suelos que pertenecen al gran grupo de suelo forestal pardo latosólico. Estos suelos tienen por lo general 0.9 m de profundidad, una reacción ácida y están formados sobre ceniza volcánica. En California, el árbol crece bien en una variedad de suelos mucho mayor que en Hawaii, desde los Ultisoles y Alfisoles que se han desarrollado en depósitos sedimentarios extremadamente gastados por los elementos y en piedra arenisca, hasta los Inceptisoles y Aridisoles que se han desarrollado sobre una gran variedad de materiales paternos.

En Portugal, casi el 15 por ciento de las tierras están plantadas con esta especie. La mayoría de los rodales se encuentran en suelos desarrollados a partir de piedra arenisca y piedra caliza, los cuales han sido severamente degradados por los cultivos desde hace muchos siglos. Los mejores rendimientos ocurren en margas arcillosas y arcillas finas (11).

Cobertura Forestal Asociada

En su hábitat indígena, el eucalipto goma azul crece en rodales puros y en una mezcla con *Eucalyptus obliqua* L'Herit, *E. regnans* F. Muell., *E. viminalis* Labill., *E. amygdalina* Labill. y *E. pulchella* Desf. A pesar de que en su mayor parte ha sido plantado en plantaciones puras en países en donde

ha sido introducido, ha sido también plantado en mezclas. En California, se le ha mezclado con mayor frecuencia con *E. tereticornis* Smith y *E. camaldulensis* Dehnh. (19). En Hawaii se le ha plantado en mezclas con muchas otras especies de eucalipto.

La mayoría de los densos rodales de eucalipto goma azul en California y Hawaii son notables por carecer casi por completo de vegetación en el sotobosque, a excepción de unas cuantas tenaces gramíneas. A pesar de que esta condición se encuentra con toda probabilidad relacionada al clima más bien seco que provee de los mejores sitios para esta especie, se ha demostrado también que las hojas de este árbol producen unas fitotoxinas solubles en agua que pueden prevenir el crecimiento de la radícula de muchas plantas herbáceas (7). En Hawaii, *Myrica faya* Ait. es una especie que a veces invade los rodales de eucalipto goma azul. Se ha encontrado también a la nociva enredadera *Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey prosperando en un rodal joven regenerado por rebrotes.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

El eucalipto goma azul posee una ventaja competitiva considerable comparado con la mayoría de otras especies de árboles, debido a que su follaje juvenil es rara, vez consumido por el ganado vacuno u ovino. (fig. 1) (8). Esta condición no sólo fue la causa de su popularidad para ser plantado en pastos en campo abierto hace años, pero también permite la supervivencia de las plántulas naturales en la presencia de animales de pasto alrededor de los rodales plantados. El árbol se reproduce mediante la germinación de sus semillas en los claros en los rodales plantados y en los terrenos adyacentes a las plantaciones.

Las semillas almacenadas en el suelo bajo rodales de



Figura 1.—Arboles de eucalipto goma azul, *Eucalyptus globulus*, mostrando la facilidad con que se establece por medio de sus semillas en los pastizales adyacentes a las zonas plantadas. Se esparce con rapidez (si no se controla) debido a que el ganado no se alimenta de las plántulas.

mayor edad a menudo germinan prolíficamente después de las operaciones madereras y la reproducción natural resultante interfiere con el manejo de los rodales a base de rebrotes (21).

Flores y Fruto.—En California, el eucalipto goma azul florece de noviembre a abril, durante la temporada lluviosa (15). En Hawaii, algunos árboles florecen durante todo el año, pero la florecencia es más abundante de febrero a marzo. Las flores en botón poseen una tapa verrugosa u opérculo de aproximadamente 2.5 cm de diámetro, el cual se desprende, permitiendo que los numerosos filamentos de los estambres se desplieguen en forma de brocha de afeitar por encima de la base en forma de taza (el hipantio). Las flores blanco amarillentas son polinizadas por los insectos, los colibríes y por otras especies que se alimentan de polen y néctar. Al igual que en casi todas las especies de eucalipto, el polen es usualmente viable antes de que el estigma sea receptivo (8). La fruta, una cápsula leñosa distintiva ensanchada en su parte superior, de 15 mm de largo y 2 cm de diámetro, se madura de octubre a marzo en California, aproximadamente 11 meses después de la florecencia (15). En Hawaii, la fruta se madura a través de todo el año.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del eucalipto goma azul son relativamente grandes para un eucalipto. Hay entre 18 y 320 semillas por gramo de semillas y hollejo o alrededor de 460 semillas limpias por gramo (2, 4, 15). Las cápsulas liberan las semillas inmediatamente al alcanzar la madurez y las semillas son dispersadas por el viento. La distancia de dispersión calculada en base a una altura de 40 m con unos vientos de 10 km por hora, fue de solamente 20 m. Las semillas recién liberadas germinan dentro de unas pocas semanas bajo condiciones adecuadas. Los árboles comienzan a producir semillas a los 4 ó 5 años y rinden unas abundantes cosechas de semillas en la mayoría de los lugares a unos intervalos de 3 a 5 años (23). Las semillas pueden ser almacenadas por largos períodos de tiempo en contenedores herméticos a una temperatura de 0 a 3 °C.

Desarrollo de las Plántulas.—Las plántulas recién germinadas poseen unos cotiledones en forma de corazones invertidos que aparecen de forma epigea. Los tallos de las plántulas, especialmente aquellos creciendo bajo sombra, tienen por lo usual una sección transversal cuadrada, a menudo por hasta 3 a 5 m de altura en el tallo. Estos tallos cuadrados tienen por lo usual unas protuberancias o “alas” en las esquinas. Las hojas juveniles, las cuales son opuestas y de forma lanceolada ancha, de 9 por 9 cm, pueden persistir por más de un año (9). Los árboles de 6 m o más de altura en los rodales a base de rebrotes presentan a menudo un follaje enteramente juvenil en forma. Estas hojas juveniles presentan una pelusilla cerosa y de un color azul gris que son la razón para el nombre común de la especie (goma azul).

Las plántulas cultivadas en contenedores en el vivero alcanzan un tamaño plantable de aproximadamente 30 a 40 cm de altura en un período de 3 a 4 meses. Las plántulas se pueden establecer si se plantan con las raíces desnudas, pero el éxito depende en gran medida de la presencia de un clima lluvioso y favorable después del plantado. Por lo tanto, las plántulas son por lo usual cultivadas en contenedores y plantadas con el terrón. Las plántulas no son resistentes a las heladas (23).

Bajo condiciones favorables en los buenos sitios en Hawaii, se puede esperar que las plántulas que germinen

después de las operaciones madereras y que no sean suprimidas alcancen una altura de 1 m a los 6 meses, 2 m a 1 año y 4 m a los 2 años. Las plántulas en cuatro rodales en base a rebrotes en Hawaii crecieron de manera pobre debido a que fueron por lo general suprimidas por los rebrotes de los tocones (21). A pesar de esto, se registró un crecimiento anual promedio de 1.1 cm en el diámetro a la altura del tocón y de 1.4 m en la altura en todas las plántulas de 3, 4, 5 y 6 años de edad. Las provisiones de plántulas y rebrotes en estos rodales fueron abundantes, promediando más de 6,000 tallos por hectárea. Las mediciones en seis rodales plantados representativos en California con una edad de 5 años o menos revelaron un crecimiento anual promedio en la altura de 2 m (19). En Victoria, Australia, las plántulas plantadas sin abonar crecieron 1 m anualmente durante un período de 4 años, mientras que el abonado de las plántulas a tres niveles diferentes casi duplicó la tasa de crecimiento (5). Las plántulas de eucalipto goma azul muestran una fuerte respuesta al abonado con nitrógeno y fósforo en muchos suelos (23).

Reproducción Vegetativa.—El eucalipto goma azul rebrota fácilmente al ser cortado a partir de los tocones de cualquier edad y tamaño. Los tocones deberán ser cortados a una altura de 10 a 20 cm en los rodales manejados por rebrotes (23). Los tocones cortados a menor altura no rebrotan bien a partir del lignotubérculo y los tallos de los rebrotes a partir de los tocones cortados a una altura mayor de la ideal tienden a quebrarse fácilmente con el viento. Debido a que las yemas que rebrotan se encuentran en el lado cortical del cambio y tienen inicialmente una conexión débil con la madera del tocón, es esencial que la corteza se encuentre firmemente adherida al tocón para la supervivencia de los tallos de los rebrotes. En cuatro rodales en base a rebrotes en Hawaii, con una edad de entre 2 y 6 años después de las operaciones madereras, el crecimiento anual promedio de los rebrotes fue de 15 mm en el diámetro a la altura del tocón y de 1.8 m en la altura (21). Este crecimiento fue considerablemente mejor que el de las plántulas en los mismos rodales anteriormente mencionados.

En otros lugares en Hawaii, en donde los dasónomos carecen de experiencia más allá de la primera rotación, el eucalipto goma azul se mantiene por tres rotaciones por rebrotes después de la primera rotación, llamada la rotación de plántulas. Las rotaciones varían entre 5 y 10 años dependiendo del país y del sitio. Los rebrotes indeseables se remueven por lo usual durante los primeros 2 años de una cosecha de rebrotes, pero por lo usual no se efectúa un entresacado. En Portugal, los rodales en base a rebrotes son a veces manejados por el sistema de “rebrotes con estándares”, de manera que se retiene una cosecha de fustes aserrables de los árboles más rectos y mejores entre las cosechas de los rebrotes, con el objeto de cortarlos como madera aserrable cuando alcancen el tamaño apropiado (8).

En Portugal, las rotaciones en los rodales por rebrotes son de 10 a 15 años con unos rendimientos anuales de 15 a 20 m³ por ha (11).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El eucalipto goma azul se considera como un árbol de rápido crecimiento en la mayoría de los países en donde es usado, pero se reporta una gran variedad de cifras para el crecimiento y rendimiento en

la literatura. Desconocemos la existencia de datos para los rodales naturales en Australia, pero algunas plantaciones en Tasmania, Victoria y el Australian Capital Territory (A.C.T.) han prosperado de buena manera (3). En Tasmania se reportó un rendimiento de la subespecie *globulus* a los 17 años de 35 m³ por hectárea, los árboles de mayor tamaño alcanzando una altura de 30 m. Una plantación de la ssp. *globulus* en Victoria promedió aproximadamente 20 cm en el d.a.p. y 18 m de altura a los 14 años, mientras que otra plantación (de la ssp. *bicostata*) en Canberra, A.C.T., a la edad de 13 años y con un aprovisionamiento un tanto menor, promedió 21 cm en el d.a.p. y 15.5 m de altura (3).

Estas cifras se encuentran bien dentro del espectro reportado en otros países (8). El crecimiento anual en el noroeste de España promedia 20 m³ por hectárea, pero en el suroeste de España sólo de 5 a 6 m³ por hectárea. En Uruguay, un crecimiento anual de 25 m³ por hectárea se considera como bueno. En Etiopía y Portugal, a la edad de 10 años en los sitios de más alta calidad, el crecimiento muy bueno es de 20 m³ por hectárea por año.

En California se midieron 67 rodales diferentes en 1924 (19). El crecimiento anual promedio de todos estos rodales, con una edad de 2 a 42 años, fue de 19 m³ por hectárea. Diez de estos rodales, con una edad de 13 a 16 años y similares a la plantación en Australia, promediaron 19.6 cm en d.a.p. y 20.4 m de altura y tuvieron un crecimiento anual promedio de 21 m³ por hectárea. El rodal de mayor altura promedió



Figura 2.—Rodal de eucalipto goma azul, *Eucalyptus globulus*, plantado en 1877 en el predio de la Universidad de California en Berkeley.

38.7 m a los 23 años. El rodal de mayor altura en California es uno plantado en 1877 en el predio de la Universidad de California en Berkeley; este rodal contiene árboles que han mostrado una altura de más de 61 m desde 1956 (fig. 2) (1).

En Hawaii, 20 rodales con unas edades de entre 2.5 y 35 años fueron evaluados en 1911 (18). Cuatro de los rodales se encontraron en el intervalo de 11 a 20 años de edad, un tanto similar a las plantaciones en Australia. En estos cuatro, el d.a.p promedio fue de 29.2 cm y la altura promedio de 23 m. El rodal más alto promedió 30.5 m a los 14 años. Siete rodales con una edad de 5 a 20 años tuvieron un rendimiento anual promedio de 20 m³ por hectárea. Los árboles más altos de eucalipto goma azul en Hawaii se encontraron en el rancho Kukaiau en la isla de Hawaii y tuvieron aproximadamente 61 m de alto hasta que fueron cortados a la edad de 70 años.

Comportamiento Radical.—El eucalipto goma azul por lo general no forma una raíz pivotante. Produce raíces a través de todo el perfil del suelo, arraigándose a una profundidad de varios pies en los suelos que lo permiten o de manera superficial de lo contrario. En los suelos poco profundos, el surcamiento profundo para permitir una mayor penetración de las raíces ha mejorado el crecimiento de manera muy marcada (8). En la mayoría de los árboles todas las raíces se encuentran por debajo del lignotubérculo, pero ocasionalmente las raíces adventicias resultan del acodo del tallo por encima del lignotubérculo. El árbol presenta una buena resistencia a los vientos cuando alcanza el tamaño de brinjal, pero debido a que el sistema radical se desarrolla con lentitud, puede ser volcado por el viento durante la etapa de plántula.

Reacción a la Competencia.—El eucalipto goma azul se clasifica por lo general como intolerante a la sombra y los rodales plantados desarrollan una diferenciación de la copa tan pronto como el dosel se cierra. En los sitios para los cuales es más adecuado, otras especies no pueden competir con él. En Australia crece con frecuencia en rodales mixtos debido a la variación del micrositio, que favorece a las especies en competencia que han evolucionado en el área (23).

A pesar de que las hojas de la especie producen toxinas solubles en agua que pueden ayudar a prevenir la competencia con árboles de mayor tamaño (7), se requieren por lo usual de una o dos limpiezas de mantenimiento poco después del plantado con el fin de evitar que las gramíneas crezcan por encima de las plántulas. En Hawaii, los rebrotes a partir de lignotubérculos enterrados a menudo crecen hasta 30 cm de manera horizontal a través de la hojarasca y la grama antes de salir hacia la luz.

Agentes Dañinos.—Aunque el eucalipto goma azul rara vez es ingerido por el ganado vacuno u ovino, las plántulas a menudo se ven anilladas por los roedores. Esta condición se puede prevenir cultivando alrededor de los árboles jóvenes para remover la cubierta protectora requerida por los roedores (19). A pesar de que los animales de pasto no se comen los árboles, existe el peligro de que los pisoteen y por lo tanto deberán ser excluidos de las plantaciones jóvenes.

En California, los rodales de eucalipto goma azul son altamente susceptibles a los incendios durante la temporada seca. La corteza, que cuelga en tiras de los tallos, fácilmente acarrea el fuego hacia las copas y las hojas contienen unos aceites volátiles que producen un fuego de alta temperatura. Sin embargo, los árboles rara vez perecen por el fuego, ya que rebrotan vigorosamente a partir de los tallos y la base (8). En el clima más húmedo de Hawaii, los incendios no han

sido un problema en los rodales de eucalipto goma azul.

Las plántulas son intolerantes a las heladas y por lo usual las temperaturas de -5 a -10 °C las matan. La resistencia a las heladas aumenta con la madurez, siendo el follaje juvenil menos resistente que el follaje maduro (6). En 1972 una helada severa en los cerros de Berkeley, California, defolió por completo la mayoría de los eucaliptos goma azul maduros. Varias autoridades consideraron a los árboles como muertos y se dió inicio a un programa de corta de recuperación con el objeto de remover la amenaza de un incendio. Unos pocos meses después, la mayoría de los árboles “muertos” rebrotaron a partir de los tallos y las bases y comenzaron a crecer de nuevo. Estos rebrotes se consideraron como indeseables y se llevaron a cabo varios experimentos con el objeto de prevenirlos. El tratamiento más exitoso fue el de saturar los tajos hechos con hachas en las bases de los tallos con una solución de 0.36 kg por litro de glifosfato en agua (10). Este tratamiento mató a los árboles.

El árbol es susceptible a las sequías, particularmente en los suelos poco profundos. En dichos suelos, el surcamiento profundo ha sido usado de manera efectiva con el objeto de permitir una penetración más profunda de las raíces y de superar la susceptibilidad a las sequías.

Varios insectos atacan al eucalipto goma azul, aunque ninguno ha constituido un problema serio en California o Hawaii. Un insecto que es común a nivel mundial es el barrenador de la madera, *Phoracantha semipunctata*, el cual ha causado una alta mortalidad en Nueva Zelandia. Varios insectos defoliadores en los géneros *Gonipterus*, *Chrysophtharta* y *Mnesampela* atacan esta especie.

Los hongos por lo usual no han constituido un problema severo en el eucalipto goma azul. El mal de vivero (“damping off”), causada por *Botrytis cinerea* ha sido un problema, pero se puede controlar con facilidad. *Pythium* y *Rhizoctonia* spp. han causado también la muerte en los viveros en contenedores o bandejas de germinación, en particular cuando se ha hecho uso de semillas viejas (16). *Fusarium* spp. han destruido grandes cantidades de semillas almacenadas en España. El ataque por *Diplodia* y *Armillaria* se ha reportado en varios países, pero ninguna de estas plagas se considera como seria (8, 23).

USOS

El eucalipto goma azul es uno de los árboles más valiosos como rompevientos a nivel mundial debido a su resistencia a los vientos y al mal gusto de sus plántulas para los animales de pasto (8, 18, 19). Debido a su capacidad para rebrotar a lo largo del tallo, se puede usar y podar en setos, constituyendo de esta manera unas barreras visuales y auditivas efectivas a lo largo de las carreteras. La variedad horticultural “compacta” es una forma enana usada a lo largo de las carreteras en California. Los rompevientos de eucalipto goma azul son aun más efectivos con un estrato inferior o con un plantel adyacente de árboles más pequeños y de arbustos (20).

La especie es una fuente importante de leña en muchos países primariamente debido a su habilidad para rebrotar después de ser cortada. La madera se quema bien, dejando un residuo escaso de ceniza y produce un buen carbón (8). El árbol muestra promesa para ser usado como madera combustible a nivel industrial en vez de petróleo. Unos planteles abonados y con un espaciamiento estrecho en Victoria, Aus-

tralia, produjeron unos incrementos anuales promedio de 9 a 14 toneladas métricas por hectárea en peso seco de madera del tallo durante un período de 4 años (3). En Hawaii, los rodales de regeneración por rebrotes de 3 a 6 años de edad y sin cuidado alguno promedian unos pesos secos de la madera del tallo de 5 a 7 toneladas por hectárea por año. Un rodal durante su quinto año de crecimiento produjo 14 toneladas por hectárea. Otro rodal, durante su segundo año, produjo 8 toneladas por hectárea (20).

El eucalipto goma azul es muy usado para pulpa, particularmente debido a que su corteza, que es aceptable para la mayoría de los procesos de producción de pulpa, añade en gran medida al rendimiento. Se utiliza más que nada para productos blanqueados hechos con los procesos de sulfatos, sulfitos o bisulfitos (8).

Otros usos incluyen la extracción de aceites esenciales a partir de las hojas, la producción de miel a partir de las flores (las cuales son también una buena fuente de polen), los planteles para el control de la erosión y los planteles al margen de las carreteras para servir como barrera contra la luz y el ruido excesivos de vehículos (8). Debido a que la madera es pesada y sufre mucho encogimiento durante el secado no es adecuada para la producción de madera. El aserrado de los maderos es difícil y la calidad de la madera es pobre debido a los problemas del estrés durante el crecimiento. Los usos principales del eucalipto goma azul son los de maderos de minas, y postes para cercas y líneas eléctricas (23). En la América del Sur, los postes rectos y uniformes se usan extensamente en la construcción (17). Se produce madera para la construcción y chapa decorativa en gran escala en España y Portugal, en donde la madera se usa para toneles, muebles y pisos (8). En Hawaii se produjo en el pasado una pequeña cantidad de madera para la construcción.

GENÉTICA

Diferencias Poblacionales

Varias especies previamente descritas, incluyendo a *E. bicostata* Maiden & al., *E. maidenii* F. Muell. y *E. pseudoglobulus* Naudin ex Maiden, han sido reducidas a una subespecie del eucalipto goma azul (*E. globulus* ssp. *globulus*) (12). Se pueden encontrar clinas muy marcadas en muchas de las características vegetativas y de los frutos a través de los límites entre las subespecies, mientras que aparecen unos cambios más graduales dentro de las distribuciones de las cuatro subespecies en Australia. La ssp. *pseudoglobulus* es la central, transformándose en cada una de las otras tres subespecies en varios de sus márgenes. Las plántulas con la mayor resistencia a las heladas se originan en las poblaciones más arriba de los 450 m de elevación en las distribuciones de la ssp. *bicostata* y la ssp. *maidenii*, pero éstas tienden a ser las de mayor edad (13). El eucalipto goma azul de Tasmania, ssp. *globulus*, que se origina cerca del nivel del mar en la parte sur de la distribución de la especie, es el de más rápido crecimiento. Dentro de las específicas categorías taxonómicas la tolerancia de las plántulas a las sequías está asociada con las poblaciones nativas a los sitios más secos. Las variaciones en la pelusa glauca de las hojas se correlacionan con la elevación, las formas más "azules" siendo más resistentes a las heladas y más tolerantes a las sequías

que las formas más "verdes". Se conocen un número de variedades, tales como el eucalipto goma azul de California var. "compacta" (Hort.), un cultivar propagado en los viveros comerciales por su comportamiento compacto y ampliamente usado a lo largo de las carreteras en California (2, 20).

Híbridos

Se conocen híbridos naturales o controlados del eucalipto goma azul con *E. blakelyi* Maiden., *E. botryoides* Sm., *E. cinerea* F. Muell. ex Benth., *E. cypellocarpa* L. Johnson, *E. ovata* Labill., *E. rudis* Endl., *E. tereticornis*, *E. urnigera* Hook. f. y *E. viminalis* (8, 14, 18).

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1956. The trees that captured California. Sunset. August: 41-49.
2. Blakely, W.F. 1965. A key to the eucalyptus. Canberra, Australia: Forestry and Timber Bureau. 359 p.
3. Borough, D.J.; Incoll, W.D.; May, J.R.; Bird, T. 1978. Yield statistics. En: Hillis, W.E.; Brown, A.G., eds. Eucalypts for wood production. Canberra, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 201-225. Capítulo 10.
4. Cremer, K.W. 1977. Distance of seed dispersal in eucalypts estimated from seed weights. Australian Forestry Research. 7: 225-228.
5. Cromer, R.H.; Raupach, M.; Clarke, A.R.P.; Cameron, J.N. 1975. Eucalypt plantations in Australia—the potential for intensive production and utilization. Appita. 29(3): 165-173.
6. Chen, Binglin; Yang, Juntao. 1987. Frost injury of *Eucalyptus* associated with an unusually cold winter in Yunnan Province. En: Li, P.H., ed. Plant cold hardiness. New York: Alan R. Liss: 361-362.
7. del Moral, Roger; Muller, Cornelius H. 1969. Fog drip: a mechanism of toxin transport from *Eucalyptus globulus*. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 96(4): 467-475.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1979. Eucalypts for planting. FAO Forestry Series 11. Rome, Italy. 677 p.
9. Hall, Norman; Johnston, R.D.; Chippendale, G.M. 1975. Forest trees of Australia. Canberra, Australia: Department of Agriculture, Forestry and Timber Bureau. 334 p.
10. Hamilton, W. Douglas; McHenry, W.B. 1982. Eucalyptus stump sprout control. Journal of Arboriculture. 8(12): 327-328.
11. Kardell, Lars; Steen, Eliel; Fabião, Antonio. 1986. *Eucalyptus* in Portugal—a threat or a promise? Ambio, Journal of the Human Environment. 15(1): 6-13.
12. Kirkpatrick, J.B. 1974. The numerical intraspecific taxonomy of *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae). Botanical Journal Linnean Society. 69: 89-104.
13. Kirkpatrick, J.B. 1975. Geographical variation in *Eucalyptus globulus*. Australian Forestry and Timber Bureau Bull. 47. Canberra: [Editor desconocido]. 64 p.
14. Kirkpatrick, J.B.; Simmons, D.; Parsons, R.F. 1973. The relationship of some populations involving *Eucalyptus cypellocarpa* and *E. globulus* to the problem of phantom hybrids. New Phytopathology. 72: 867-876.

15. Krugman, Stanley L. 1974. *Eucalyptus* L'Herit eucalyptus. En: Schopmeyer, C.S., tech. coord. Seeds of woody plants in the United States. Agric. Handb. 450. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture: 384-392.
16. Krugman, Stanley L. 1981. Comunicación personal. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Timber Management Research Staff.
17. LeBarron, Russell K. 1981. Comunicación personal. Springdale, AR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
18. Margolin, Louis. 1911. Eucalyptus culture in Hawaii. Honolulu, HI: Hawaii Board of Agriculture and Forestry, Division of Forestry. 80 p. En cooperación con: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
19. Metcalf, Woodbridge. 1924. Growth of eucalyptus in California plantations. Bull. 380. Berkeley, CA: University of California, Agricultural Experiment Station. 61 p.
20. Metcalf, Woodbridge. 1968. Introduced trees of central California. Berkeley, CA: University of California Press. 159 p.
21. Skolmen, Roger G. 1981. Growth of four unthinned *Eucalyptus globulus* coppice stands on the island of Hawaii. En: Whitmore, J.L., ed. Proceedings, IUFRO/MAB/FS symposium: wood production in the neotropics via plantations; 1980 Sept. 8-12; Río Piedras, PR. Washington, DC: International Union of Forestry Research Organizations: 87-95.
22. Tibbits, W.N. 1986. Eucalypt plantations in Tasmania. Australian Forestry. 49(4): 219-225.
23. Turnbull, J.W.; Pryor, L.D. 1978. Choice of species and seed source. En: Hillis, W.E.; Brown, A.G., eds. Eucalypts for wood production. Canberra, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization: 6-65. Chapter 2.

Previamente publicado en inglés: Skolmen, Roger G.; Ledig, F. Thomas. 1990. *Eucalyptus globulus* Labill. Bluegum eucalyptus. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 299-304.

Eucalyptus grandis Hill ex Maiden

Myrtaceae Familia de los mirtos

George Meskimen y John K. Francis

Eucalyptus grandis Hill ex Maiden es nativo a la costa este de Australia. Su nombre común es “rose gum” (eucalipto rosado en español) o “flooded gum”, el cual es un nombre equivocado. El eucalipto rosado es una de las principales especies forestales en los estados australianos de Queensland y New South Wales, en donde alcanza una altura de 43 a 55 m y un diámetro de 122 a 183 cm (16). Su forma es excelente, con unos fustes claros, rectos y altos de hasta dos tercios de la altura total. La corteza es delgada y caduca, desprendiéndose en fajas para revelar una superficie lisa marcada con unos patrones ondulantes blanco plateado, gris pizarra, terracota o verde claro. En ocasiones persiste un forro cortical gris claro, en forma de planchas o con fisuras, sobre los primeros 1 a 2 m de la base del tronco.

El eucalipto rosado es uno de los eucaliptos de mayor importancia comercial, con más de medio millón de hectáreas plantadas en las áreas tropicales y subtropicales de cuatro continentes. Se han llevado a cabo unos programas masivos de plantación en la República de Sudáfrica y en Brasil y existen plantaciones de buen tamaño en Angola, Argentina, la India, Uruguay, El Congo, Zambia y Zimbabwe (22). En el suroeste de la Florida, el eucalipto rosado podría emerger como una especie comercial en las plantaciones. Se le ha sometido a pruebas exitosas para pulpa y combustible y su madera posee un buen potencial para ser usada para postes, paletas, chapa decorativa y otros productos. En California, Hawaii y Puerto Rico, el eucalipto rosado ha sido incluido en algunas pruebas de especies y la decoración del paraje.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

En el área central de su distribución, el eucalipto rosado crece en la margas aluviales o volcánicas en valles y planicies a una distancia máxima de la costa de 160 km, sobre la línea divisoria entre Queensland y New South Wales, desde la latitud 26° y 33° S. (10, 16).

En la Florida, las investigaciones intensivas sobre el eucalipto rosado comenzaron en 1960 y el plantado operacional en 1972. Al final de la temporada de plantación de 1980, había sido plantado a nivel comercial en 5,650 ha en los condados de Glades, Hendry y Charlotte en el suroeste de la Florida entre las latitudes 26° 31' y 27° 02' N. y entre las longitudes 81° 31' y 81° 48' W. Fuera de esa zona existen numerosas áreas de plantación potenciales en el sur de la Florida.

Clima

El clima en la distribución natural australiana del eucalipto rosado es subtropical húmedo, con unas temperaturas mínimas promedio durante los meses más fríos

Eucalipto rosado

entre 2 y 10 °C y unas temperaturas máximas promedio de cerca de 29 °C durante los meses más calientes. La precipitación promedio entre 1020 y 1780 mm anuales; se encuentra concentrada durante el verano, pero la precipitación mensual durante la temporada seca es de por lo menos 20 mm (10, 22). Las áreas costeras se ven por lo general libres de las heladas, pero las áreas a una mayor altitud y más alejadas de la costa sufren unas heladas ocasionales (6).

El suroeste de la Florida es húmedo y subtropical. El verano es largo, lluvioso y cálido; el invierno es seco y moderado, pero con la amenaza de heladas dañinas. La precipitación anual promedio es de entre 1270 y 1400 mm. La precipitación mensual durante la temporada lluviosa, de junio a septiembre, promedia alrededor de 180 a 200 mm. La precipitación durante la temporada seca, de noviembre hasta abril o mayo, promedia 50 mm por mes (41). Sin embargo, la precipitación durante la temporada seca no es confiable. Las temperaturas máximas diarias desde el final de mayo hasta el final de septiembre exceden los 32 °C en la mayoría de los días, pero rara vez alcanzan los 38 °C. Durante los meses más fríos, las temperaturas máximas diarias promedian cerca de los 24 °C y las temperaturas mínimas diarias cerca de 11 °C (28); pero unos repentinos frentes fríos transforman las cálidas tardes en unas noches peligrosamente heladas. Las temperaturas más bajas registradas en cada uno de 30 inviernos promediaron -4.4 °C (23).

Suelos y Topografía

Esta especie crece en las tierras planas o en las pendientes inferiores de los valles fértiles y profundos en Queensland y New South Wales. Crece mejor en los suelos margosos, profundos, bien drenados y húmedos de origen aluvial o volcánico (6). Los suelos arcillosos son aceptables si poseen un buen drenaje (24).

Las plantaciones de eucalipto rosado en la Florida se encuentran en una región fisiográfica conocida como “the Western Flatlands”, o las tierras planas del oeste; las elevaciones cambian de una manera casi imperceptible desde el nivel del mar en la costa hasta los 6, 12 o rara vez los 18 m de elevación tierra adentro. Los suelos son casi exclusivamente miembros de los Haplacuosos hipertérmicos siliciosos y arenosos. Estos suelos, derivados de depósitos marinos, son principalmente arenas, fuertemente ácidos, pobremente drenados y con unos horizontes espódicos por debajo que son por lo común impermeables al agua e impenetrables por las raíces. La combinación de una precipitación estacional elevada, una topografía plana y una baja elevación resulta en unos altos niveles de aguas subterráneas, unas zonas radicales de poca profundidad y unas inundaciones locales durante la temporada lluviosa. Por otra parte, durante la temporada seca, estos suelos arenosos se vuelven deficientes en humedad con rapidez.

Cobertura Forestal Asociada

En su área de distribución natural, el eucalipto rosado crece en unos bosques abiertos y altos, en asociación con los eucaliptos *E. intermedia*, *E. pilularis*, *E. microcorys*, *E. resinifera* y *E. saligna*, a la vez que *Syncarpia glomulifera*, *Tristania conferta* y *Casuarina torulosa*. El eucalipto rosado crece también por lo común al margen y a veces dentro de los bosques pluviales (6). En la Florida, las plantaciones de eucalipto rosado se establecen con mayor frecuencia en las praderas de palmetos. La vegetación característica de las praderas de palmetos consiste de una vegetación terrestre baja de *Serenoa repens*, *Aristida stricta*, *Andropogon* spp., *Myrica pusilla*, *M. cerifera*, *Ilex glabra* y *Quercus minima*, con los ocasionales árboles de *Sabal palmetto*, *Quercus virginiana* y *Pinus palustris* (12).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El eucalipto rosado, como todos los eucaliptos, presenta unas flores perfectas. Las yemas se forman en umbelas axilares con siete yemas por agrupación por lo usual. Cada flor consiste de un estilo central rodeado de estambres, con una altura de aproximadamente 8 mm y formando una inflorescencia de aproximadamente 20 mm de diámetro. Las agrupaciones de flores de color blanco cremoso son atractivas y conspicuas, pero no de una calidad horticultural.

La temporada principal para la florescencia es de la mitad de agosto hasta el final de septiembre, pero algunos árboles comienzan a florecer temprano durante agosto, mientras que algunos terminan de florecer durante la mitad de noviembre. Esta temporada de florescencia del final del verano al comienzo del otoño se ajusta bien a la temporada de florescencia de las bajas elevaciones en Sudáfrica, pero difiere de la florescencia durante el final del otoño y el principio del invierno en las altas elevaciones (19) y de la florescencia a medio invierno en Australia (5). Cada árbol florece en serie en un período de 5 a 10 semanas, con un promedio de tan solo el 12 por ciento de la cosecha de yemas florales del árbol en su apogeo floral durante cada semana en particular.

Los insectos forrajeros, las abejas en particular, polinizan las flores. En una flor individual, el estigma no es receptivo hasta después de la liberación del polen, pero debido a que cada árbol florece en serie, existen desafortunadamente muchas oportunidades para la autofertilización. En un huerto de semillas en Sudáfrica, la autofertilización ocurrió con una frecuencia del 10 al 38 por ciento, causando 10 anomalías dañinas reconocibles y deprimiendo el crecimiento en altura de las plántulas transplantadas al campo en un 8 al 49 por ciento si se les compara a la progenie resultante de cruces (20). La precocidad floral tiene un gran factor heredable; unas pocas familias florecen a una edad de plantación de 1 año, muchas más a la edad de 2 años y el 97 por ciento del huerto a los 3 años de edad.

Entre 2 y 3 semanas después de la florescencia, los estambres y el estilo se marchitan y desprenden, dejando una cápsula de semillas en forma de urna y leñosa, cerrada por entre cuatro y seis válvulas cobertoras. Las cápsulas son de aproximadamente 8 mm de largo por 6 mm de diámetro. La mayoría de las umbelas completan el desarrollo de cinco

a siete cápsulas hasta la madurez.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las cápsulas se encuentran listas para ser cosechadas entre 6 y 7 meses después de la florescencia. Sin embargo, las cápsulas permanecen cerradas en el árbol por lo menos por 1 año después de alcanzar la madurez, de manera que es posible el recoger dos cosechas de semillas al mismo tiempo si se cosecha en años alternos. Las cápsulas deberán ser cosechadas mediante la corta de los pedúnculos de las umbelas; la alternativa de cortar las ramitas enteras que presentan semillas reduce la siguiente cosecha floral.

Las válvulas de las cápsulas se secan, se abren y liberan las semillas. Las cápsulas esparcidas libremente sobre una superficie seca liberan sus semillas después de aproximadamente 2 horas bajo el sol pleno. Los lotes comerciales de gran tamaño pueden ser extraídos en aproximadamente 1 semana en cámaras equipadas con estantes de malla, con un calentamiento a una temperatura de 30 a 35 °C, una circulación de aire forzado y una reducción de la humedad.

Los árboles individuales presentan entre 3 y 25 semillas sanas por cápsula, con un promedio de cerca de 8 (21) y una cantidad mucho mayor de óvulos infértiles que se conoce como el “hollejo”. Las semillas fértiles son de un tamaño minúsculo, de tan solo aproximadamente 1 mm de diámetro. Las partículas de hollejo son de un color más claro y tan solo un poco menor y más livianas que las semillas. El limpiado de las semillas incluye la separación por tamaño y forma a través de cribas múltiples, seguida de la separación por el peso en un separador neumático.

En la Florida se pueden cosechar unas cantidades operacionales de semillas de un huerto a la edad de 3.7 años y la producción aumenta anualmente hasta nivelarse a una edad de aproximadamente 10 años. La producción de semillas es confiable de año a año, pero existe una gran variación de un árbol a otro en la cantidad, pureza y viabilidad de las cosechas de semillas. La cosecha de semillas para un año para unos árboles de 7 años de edad fue como sigue:

Volumen de semillas sin limpiar	1.70 litros
Peso de las semillas sin limpiar	0.99 kg
Semillas que germinan saludables	688 por gramo
Semillas que germinan	694,115 por árbol

Las semillas se han almacenado exitosamente por 20 años ya sea congelándolas a una temperatura de -8 °C o refrigerándolas a 10 °C. Las semillas del eucalipto rosado no requieren de un tratamiento previo a la siembra.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación del eucalipto rosado es epigea y tiene lugar entre 7 y 14 días después de la siembra (45). Se necesita de un suelo desnudo y húmedo para la regeneración natural; los depósitos dejados por los incendios, la erosión y las inundaciones proveen de unos semilleros satisfactorios. En los bosques comerciales, la especie es casi siempre regenerada mediante el plantado. Las plántulas usualmente se cultivan hasta una altura de 20 a 30 cm, lo que toma entre 3 y 5 meses (30). Debido a la sensibilidad a la desecación, las plántulas por lo usual se cultivan en contenedores. Los contenedores rígidos con cavidades múltiples, de los cuales se pueden remover las plántulas con las raíces y el terrón intactos, son usados casi siempre en las operaciones a gran escala. Las plántulas se cultivan también en bolsas plásticas de vivero. En la ausencia de las heladas y las sequías, las plántulas se pueden plantar

a través de todo el año. En muchas áreas, la producción de las plántulas y el plantado deberán ser cuidadosamente programadas. En la Florida el plantado deberá coincidir con las lluvias de verano para proveer a las plántulas de suficiente tiempo para convertirse en brinzales resistentes antes de enfrentarse a las heladas de invierno.

Preparación del Sitio y Plantado en la Florida.—El éxito en el establecimiento del eucalipto rosado en las plantaciones depende de una doble aplicación de un rodillo cortador o disqueo en dos direcciones con el objeto de reducir significativamente la competencia vegetativa, seguida de la distribución al vuelo de 1.12 toneladas por hectárea de fosfato de roca pulverizada para superar una severa deficiencia natural de fósforo, y finalmente de la provisión de una cama para elevar las plántulas arriba de las aguas estancadas durante la primera temporada lluviosa (26). Los rizomas de los palmetos *Serena repens* (saw-palmetto) son gruesos, fibrosos y con un arraigamiento profundo, requiriendo de un equipo pesado para la corta. Los terratenientes preparan los sitios durante la primavera, cuando las sequías prolongadas aumentan el efecto de las cortas o disqueo. La primavera también provee a las malas hierbas en competencia de poco tiempo y humedad para colonizar los áreas preparadas antes del inicio de la plantación en el verano.

Las cuadrillas encargadas del plantado usan tractores de ruedas elevados con el objeto de pasar por encima de las camas de plantación y halar las máquinas plantadoras, equipadas con cubículos que sostienen cuatro cartones conteniendo un total de 1,400 a 2,000 plántulas en contenedores. Este número es suficiente para recorrer varias hileras con una longitud de hasta 1 km. La densidad de plantación recomendada es de 1,495 plántulas por hectárea en camas con un espaciamiento de 3.7 m entre sí y con plántulas espaciadas a 1.8 m a lo largo de las camas (27).

Durante los primeros 2 años de plantado a máquina, la supervivencia promedió un 86 por ciento durante una temporada extremadamente lluviosa y un 75 por ciento durante un año seco. La supervivencia subsecuente al plantado a máquina probablemente promedia aproximadamente un 84 por ciento. El plantado a mano alcanza de manera rutinaria una supervivencia de por lo menos el 95 por ciento.

Reproducción Vegetativa.—Después de la cosecha, bajo condiciones favorables, las plantaciones de eucalipto rosado se regeneran mediante los rebrotes a partir de los tocones. Por lo común se cosechan entre dos y tres rotaciones de rebrotes antes de que sea necesario el replantar con plántulas. Los vástagos de los rebrotes crecen inicialmente con mayor rapidez que las plántulas, pero esa ventaja se ve parcialmente eliminada por la mortalidad de los tocones, la cual es por lo usual de aproximadamente un 5 por ciento por rotación en Sudáfrica (40). En muchas áreas, los rebrotes se forman uniformemente bien sin importar la temporada durante la cual se efectúa la cosecha. Sin embargo, en la Florida se demostró que las cosechas durante el verano (de junio a septiembre) redujeron la capacidad para el rebrote.

La propagación vegetativa ha sido un gran desafío. Las estacas a partir de plántulas muy pequeñas se arraigan con facilidad, pero la capacidad para el arraigado cesa antes de que las plántulas alcanzan 1 m de altura, debido a la producción de inhibidores de las raíces producidos por las hojas adultas (33). Sin embargo, incluso en los árboles adultos, las estacas de los brotes epicórmicos inducidos en la base del árbol mediante el tumbado del árbol o por el anillado retienen su capacidad para el arraigado. El éxito del arraigamiento

varía de manera substancial entre los clones y existen unas marcadas influencias estacionales y unos estrictos requisitos culturales para cada área geográfica. La técnica es particularmente ventajosa en la multiplicación de los individuos híbridos sobresalientes. Comenzando durante la mitad de la década de 1970, algunas plantaciones comerciales fueron propagadas mediante estacas arraigadas en Brasil (8, 18), en donde el método se usa hoy en día para establecer plantaciones clonales de gran tamaño (9). La reproducción mediante las técnicas de cultivos histológicos han sido demostradas a su vez (39).

Los huertos clonales de semillas han sido producidos a través de injertos en Sudáfrica, pero la incompatibilidad demorada de los injertos es un problema común y debilitante. La incompatibilidad puede ser reducida considerablemente al injertar las púas o verduguillos en huéspedes hermanos o medio hermanos (46).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento del eucalipto rosado en rotaciones cortas es rápido. Un crecimiento en altura promedio de 2 m por año es común (30) y se ha reportado una tasa de 4 m por año (36). Los rendimientos promedios son de alrededor de 27 m³ por ha por año (22). El incremento leñoso en los mejores sitios es aún más impresionante:

País	Período	Rendimiento	Referencia
	Años	m ³ /ha/año	
Colombia	4.5	25	(25)
La India	8 a 10	20 a 25	(32)
Sudáfrica	—	35	(30)
Uganda	—	17 a 45	(30)
Kenya	6 (rebrotos)	46	(30)
Brasil	7 a 8	45 a 73	(36)

El incremento anual promedio para el crecimiento en altura culmina temprano en la Florida. En los buenos sitios, el crecimiento puede promediar 3.5 m anualmente durante los primeros 4 años, para después disminuir gradualmente a un promedio de 2.4 m sobre una rotación de 8 años. Las plantaciones comerciales con un aprovisionamiento adecuado no han alcanzado aun la edad para la cosecha, pero la información inicial sobre el crecimiento apoya las siguientes proposiciones para el planeamiento:

Una rotación de plántulas de 8 años.

Arboles promediando aproximadamente 18 m de altura a una edad de 8 años.

Un rendimiento anual para el volumen y el peso de la siguiente manera:

	Volumen	Peso seco
	m ³ /ha	t/ha
Pesimista	12.9	5.4
Realista	16.1	6.9
Optimista	19.3	8.3

Estos rendimientos anuales se encuentran bien debajo de los estándares mundiales y se deben probablemente a los suelos infértiles del sur de la Florida y a sus elevados niveles de agua subterránea de manera estacional. Los rendimientos incluyen aproximadamente un 18 por ciento de corteza por volumen y un 14 por ciento por peso. La densidad promedia

alrededor de 0.45 g por cm³ para la madera y aproximadamente 0.32 g por cm³ para la corteza. El contenido de humedad es de alrededor de 0.50 g por cm³ para la madera y de 0.72 g por cm³ para la corteza (14).

Comportamiento Radical.—Las plántulas naturales desarrollan una pronunciada raíz pivotante con pocas laterales si las condiciones así lo permiten. Las raíces de las plántulas en contenedores adquieren más o menos su forma natural después del trasplante al campo, sin importar las restricciones previas (3). El eucalipto rosado no desarrolla tubérculos lignificados (6).

Los suelos del sur de la Florida esculpen de una manera drástica los sistemas radicales de los eucaliptos rosados. Estos Espodosoles presentan un horizonte A₁ arenoso y delgado, con una escasa acumulación de nutrientes y materia orgánica. Por debajo se encuentra un horizonte A₂ severamente lixiviado de arena estéril y blanca. El horizonte A₂ cambia de una manera abrupta a un B₂h, el horizonte espódico, que consiste de arena fina enriquecida con compuestos orgánicos y de aluminio. En algunas áreas, esta capa dura espódica se posa sobre el agua subterránea y resiste la penetración de las raíces tanto de una manera física como mediante la toxicidad por el aluminio (4). Típicamente, las raíces pivotantes penetran a una profundidad aproximada de 50 cm y a continuación se dividen en dos o más raíces pivotantes de menor tamaño que apenas terminan en el horizonte espódico (4). Al excavar los árboles se encuentra un márgen abrupto de raíces alimentarias y laterales muertas en el horizonte A₂, aparentemente debido a una mortalidad por anoxia causada por los niveles friáticos causados por horizontes impermeables o niveles friáticos que se elevan durante la temporada lluviosa del verano (4). Esta zona anóxica de poca profundidad limita el suelo disponible durante la principal temporada de crecimiento durante el verano y las raíces no pueden penetrar el horizonte espódico para perseguir el agua subterránea a medida que recede durante la larga temporada seca.

Reacción a la Competencia.—El eucalipto rosado es intolerante a la sombra. Las plántulas sólo pueden desarrollarse bajo sol pleno o casi pleno; los árboles tienen que mantener una posición dominante o codominante en el dosel para su supervivencia a largo plazo. Los árboles suprimidos mueren rápidamente y los árboles intermedios deberán crecer hasta alcanzar una posición en el estrato superior para evitar una eventual pérdida de vigor y luego su muerte.

A pesar de su sorprendente capacidad para el crecimiento, las plántulas de eucalipto rosado recién plantadas compiten de una manera pobre con las malas hierbas y no toleran ni la competencia radical ni las condiciones sombreadas. En la Florida necesitan de 3 meses razonablemente libres de la competencia para crecer a una altura de aproximadamente 1.5 m y dominar el sitio. Los esfuerzos locales se concentran en las praderas vírgenes y los pinares cortados, en donde la corta y la cubierta con material orgánico controlan la vegetación terrestre baja nativa lo suficiente como para permitir el establecimiento del eucalipto rosado sin necesidad de un control de las malas hierbas posterior al plantado. Sin embargo, la competencia inicial con la vegetación a menudo retrasa el crecimiento y probablemente contribuye a una gran variación entre los árboles en un rodal particular. El control de las malas hierbas posterior al plantado por medio de herbicidas y la cultivación es beneficioso (38). Un aumento

en el volumen a los 5 años del 48 al 55 por ciento fue obtenido a través de unas combinaciones tanto de cultivo como de rocío con herbicida durante los primeros 24 meses (31). La vegetación en competencia contribuye también al peligro de incendios. El eucalipto rosado ocupa por completo los sitios adecuados en la Florida con una provisión apropiada cuando la plantación tiene una edad de 2.5 años y la cobertura herbácea ha desaparecido casi por completo. En los sitios pobres, la competencia intensa podría continuar por 5 años.

Las relaciones competitivas se desarrollan temprano entre los árboles de plantación y permanecen bien definidas a través de la rotación de 8 años. En la primera plantación comercial de la Florida (fig.1), el 75 por ciento de los árboles muestreados que se encontraron en el cuartil superior para la altura a una edad de 2.5 años se encontraron aun en el cuartil superior a una edad de 8.5 años, y el 73 por ciento de los árboles en el cuartil inferior a una edad de 2.5 años se encontraron ya sea muertos o todavía en el cuartil inferior a la edad de 8.5 años. De manera similar, de los 131 árboles cosechables muestreados a los 8.5 años, el 85 por ciento habían sido predichos como árboles cosechables a los 2.5 años de edad; de los 37 árboles muestreados que se encontraron como desechables o muertos a los 8.5 años, el 68 por ciento habían sido predichos como desechables a los 2.5 años.

Agentes Dañinos.—La mayor amenaza para la supervivencia del eucalipto rosado es una caída en la humedad del suelo al momento del trasplante al campo. Si esto ocurre, las personas encargadas del manejo deberán estar listas para cesar las operaciones de plantado hasta que las lluvias se reanuden. Se han sufrido unas pérdidas severas en el vivero por causa de un cancro fungal que anilla los tallos causada por *Cylindrocladium scoparium*, pero el rocío alternando chlorothalomyl y benomyl lo previenen o controlan



Figura 1.—*Eucalipto rosado*, *Eucalyptus grandis*, en el suroeste de la Florida, con una edad de plantación de 7.5 años.

(1).

Las heladas severas dañan a los brinzales de eucalipto rosado incluso en la zona de plantación comercial, pero rebrotan y crecen de nuevo de manera vigorosa. Las heladas han causado varias veces la pérdida de una temporada de crecimiento, pero nunca de una plantación. El sur de la Florida tiene por lo usual unas heladas de inversión, con unas temperaturas menores a nivel del suelo que a los 2 m sobre él. Existe una fuerte correlación positiva entre la resistencia a las heladas y el rápido crecimiento inicial; los árboles resistentes desarrollan unos tallos más grandes con una corteza más gruesa y aislante cerca de la superficie del terreno y elevan también los delicados tejidos terminales a la zona más alta con un aire más cálido. Cada año de crecimiento adicional reduce el riesgo de que los árboles sean dañados por las heladas. Desde que las investigaciones sobre el plantado fueron comenzadas en 1961, ha existido un daño severo en 1 de cada 3 años en las plántulas durante su primer invierno, en 1 de cada 5 años en los brinzales durante su segundo invierno y en solamente 1 de cada 19 años en los árboles durante su tercer invierno o después.

Las plantaciones locales están sufriendo una incidencia cada vez mayor de úlceras basales causadas por el hongo *Cryphonectria cubensis*. La incidencia de úlceras en la más vieja plantación piloto aumentó del 15 por ciento a la edad de 7 años a un 50 por ciento a la edad de 11 (2). Los árboles infectados en la Florida no parecen haber sido debilitados, pero la mortalidad ha sido seria en Brasil (del 30 por ciento) y Surinam (del 50 por ciento). Las úlceras basales pueden aparecer en árboles de menos de 2 años de edad.

Los rayos eléctricos ocurren con una frecuencia alta y poco usual en el suroeste de la Florida (37). Durante una rotación de 8.5 años en una plantación de 67 hectáreas, el 4.4 por ciento de los árboles muestreados sufrieron la caída directa o cercana de un rayo y el 2.5 por ciento murió como resultado del evento.

No han habido huracanes en el suroeste de la Florida desde el inicio del plantado comercial, pero existe una probabilidad de un 10 por ciento de que un huracán azote la zona en un dado año. Un huracán causaría unas volcaduras serias, tal como las causadas por el Huracán Allen en *Eucalyptus* en Jamaica (42).

Las termitas que devoran las plántulas durante los primeros años han sido un serio problema en las plantaciones de eucalipto rosado en la India (29). Es digno de mencionar también la seria tendencia de los maderos del eucalipto rosado a rajarse en sus extremos. Las pérdidas pueden minimizarse al procesar la madera en los aserraderos en un plazo de 3 días después de la corta, tronzando a unas longitudes tan grandes como sea posible y aserrando con cuidado (34).

USOS

La albura del eucalipto rosado es de un color rosado pálido y el duramen es de rojo claro a oscuro. La madera tiene una fibra recta, una textura tosca y es moderadamente fuerte (6). Es, al máximo, moderadamente durable, pero la albura es por lo general resistente a los barrenadores del género *Lyctus* (6, 7). El peso específico varía entre 0.62 y 0.80 (6, 7, 24). La madera del eucalipto rosado se usa para la construcción general, ensambladuras, triplex, entrepaños, la construcción de botes, pisos, postes para el alambrado,

puntales en minas y postes de cercas (6, 7).

En 1972, la madera del eucalipto rosado cosechada en una plantación investigativa de 8.5 ha se usó en una prueba a escala comercial en un molino de pulpa en la Florida. Una mezcla del 70 por ciento de eucalipto rosado con un 30 por ciento de madera nativa dura de especies frondosas se usó para la manufactura de papel de seda facial de alta calidad, con unas excelentes propiedades de fortaleza y suavidad (43). Unas pruebas previas en el laboratorio mostraron que la madera de eucalipto rosado descortezada rindió una pulpa de papel tipo "kraft" blanqueado de igual calidad a la rendida por las maderas de especies frondosas nativas a unos números kappa similares. El brillo de la pulpa blanqueada fue igual o superior a la de los controles con maderas de especies frondosas nativas, a un costo de procesamiento equivalente o un tanto mayor (14). Sin embargo, las propiedades de fortaleza de las hojas de muestra fueron por lo general inferiores a la de las maderas de especies frondosas nativas usadas como controles.

Una prueba pirolítica se efectuó para determinar el valor de la energía que podría recuperarse de las astillas de un árbol completo de eucalipto rosado de 9 años de edad en el suroeste de la Florida. El 70 por ciento de la energía contenida en las astillas secas pudo ser recuperada como carbón y aceite, los cuales podrían ser transportados y almacenados. El 21 por ciento del valor de la energía del árbol fue convertido en aceite volátil no condensado y en gas de baja energía que solo podrían ser usados *in situ* o vendidos a un usuario adyacente (35).

GENETICA

El eucalipto rosado se encuentra más estrechamente relacionado a *E. deanei* y *E. saligna* (6). No se reconoce ninguna subespecie o variedad.

Los árboles de eucalipto rosado plantados en el suroeste de la Florida constituyen una raza local desarrollada a través de las pruebas con tres generaciones de selección y progenie en el ambiente local. Gracias a la selección recurrente en favor de las adaptaciones locales, los árboles resultan mejores que los seleccionados en Australia, Sudáfrica u otras partes.

Un sistema de cruces a largo plazo necesita de la importación de tantos lotes de semillas de eucalipto rosado como sea posible, preferiblemente de recolecciones de árboles únicos seleccionados en Australia, pero se han incluido algunos lotes en grueso y muchos lotes de poblaciones exóticas fuera de Australia. Cada lote de semillas (o familia) contribuye aproximadamente 60 plántulas a un plantel de gran tamaño en el campo que se conoce como la población genética base. Todos los individuos de todas las familias se ven distribuidos completamente al azar en parcelas de un sólo árbol. Se mide la tasa de crecimiento de los árboles y se colocan en una escala de acuerdo a su resistencia a las heladas, la presencia de un tallo recto, su comportamiento ramoso y su adaptación general. A los 2.7 años de edad (o a un tercio de la rotación), los árboles se seleccionan y el resto se usa de manera selecta para convertir la población base en un huerto de plántulas para semillas. Las mejores familias contribuyen por lo usual tres o cuatro selecciones al huerto de semillas; la mayoría de las familias contribuyen sólo una o dos y aproximadamente un tercio de las familias se eliminan de la población usada en los cruces por falta de candidatos de calidad.

Los árboles selectos intercambian polen durante la primera florescencia masiva a una edad de un poco más de 3 años. Durante la siguiente primavera la semilla resultante se recolecta y se usa para establecer la población base de la siguiente generación, la cual constituye también la prueba de progenie del huerto de plántulas para semillas. De esta manera se completa una generación de selección en 4 años. Los resultados de las pruebas de progenie identifican los mejores árboles comerciales del huerto de semillas, a la vez que los malos árboles para semillas a ser eliminados del huerto.

Cada generación de selección mejora la adaptación de la raza local a las condiciones locales, pero se deberán importar nuevas familias para expandir la base genética y así minimizar la depresión causada por los cruces entre árboles emparentados.

En la presente población genética base, las familias australianas de primera generación promedian 7.5 dm³ de volumen del tallo a los 2.5 años. Las familias de segunda generación de la Florida, comparadas con esas familias australianas, promedian un 95 por ciento más de volumen del tallo (14.6 dm³); las familias de tercera generación promedian un 127 por ciento más (17.0 dm³), y las familias de cuarta generación un 163 por ciento más (19.7 dm³).

Un estudio diseñado para medir la ganancia realizada compara las tres siguientes poblaciones, cada una en plantales en bloque replicados:

Premier— Seis familias de generación avanzada (con un promedio de 3.5 generaciones de selección) que se consideran como superiores para los caracteres combinados de producción en volumen, resistencia a las heladas, forma y reproducción por rebrotes.

Comercial— Las 33 familias de generación avanzada (con un promedio de 2.9 generaciones) incluidas en la mezcla de semillas para la temporada comercial de 1979.

Ancestral— Cuatro lotes de semillas importados de los cuales descienden las seis familias "premier" y 21 de las 33 familias comerciales.

A una edad de 1.5 años, tanto los árboles "premier" como los comerciales excedieron de manera significativa la altura de los árboles ancestrales en un 23 y 13 por ciento, respectivamente. Las tres poblaciones tuvieron unas diferencias significativas en cuanto a su tolerancia a las heladas. Las familias "premier" sufrieron más que nada un daño foliar, mientras que las familias comerciales y ancestrales sufrieron un daño cada vez mayor al follaje y a las partes leñosas.

Híbridos

La raza local de la Florida es predominantemente, pero no exclusivamente, *E. grandis*. Unos pocos árboles en los huertos de semillas y unos cuantos descendientes esparcidos presentan una mezcla reconocible de caracteres de *E. robusta*, *E. tereticornis* y *E. camaldulensis*. Dadas la proximidad y la florescencia sincronizadas, el eucalipto rosado se puede hibridar con muchas especies de eucalipto. Algunos de los híbridos F₁ son superiores a las especies progenitoras para ciertos ambientes forestales exóticos, pero F₂ y las generaciones subsecuentes muestran una segregación y una falla de los híbridos clásicas. Los híbridos F₁ entre *E. grandis*

y *E. tereticornis* muestran especial promesa en la India (44) y Zambia (17). En Espirito Santo, en Brasil, los híbridos entre *E. grandis* y *E. urophylla* se plantan como rodales clonales a partir de estacas arraigadas (8). En el sur de la Florida existe evidencia de que los híbridos F₁ entre *E. grandis* y *E. robusta* pueden ser más productivos que las especies progenitoras puras.

LITERATURA CITADA

1. Barnard, E.L. 1981. *Cylindrocladium scoparium* Morgan on *Eucalyptus* spp. in a south Florida tree nursery: damage and fungicidal control. [Resumen]. *Phytopathology*. 71(2): 201-202.
2. Barnard, E.L.; English, J.T. 1980. Basal cankers of *Eucalyptus* spp. Plant Pathology Circular 219. Tallahassee, FL: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry. 2 p.
3. Barrett, R.L. 1981. Some observations on root forms of forest trees from planter-flats and their nursery systems. Whattle Research Institute Report [University of Natal, South Africa]. 34: 104-115.
4. Barros, N. F. 1979. Growth and foliar nutrient concentrations of *Eucalyptus grandis* in relation to spodosol properties in south Florida. Gainesville, FL: University of Florida. 174 p. Disertación doctoral.
5. Blakely, W. F. 1955. A key to the eucalypts. 2^a ed. Forest and Timber Bureau, Canberra, Australia. 359 p.
6. Boland, D.J.; Brooker, M.I.H.; Chippendale, G.M.; Hall, N. [y otros]. 1984. Forest trees of Australia. Melbourne, Australia: Nelson-CSIRO. 687 p.
7. Brown, W.H. 1978. Timbers of the world. Australia. Timber Research and Development Association. High Wycombe, Buckinghamshire, England. 93 p. Vol. 8.
8. Campinhos, Edgard. 1980. More wood of better quality: intensive silviculture with rapid-growth improved *Eucalyptus* spp. for pulpwood. En: Proceedings, Tappi Annual Meeting, Atlanta, GA. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]: 351-357.
9. Campinhos, Edgard, Jr.; Ikemori, Yara K. 1987. Cloning *Eucalyptus* species. En: Management of the forests of tropical America: prospects and technologies, 1986 Sept. 22-27; San Juan, PR. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]: 291-296.
10. Carter, C.E. 1945. The distribution of the more important timber trees of the genus *Eucalyptus*. Atlas 1. Canberra, Australia: Commonwealth Forestry Bureau. 8 p.
11. Davis, John H., Jr. 1943. The natural features of southern Florida. Florida Geological Survey Bull. 25. Tallahassee, FL: [Editor desconocido]. 311 p.
12. Eyre, F.H., ed. 1980. Forest cover types of the United States and Canada. Washington, DC: Society of American Foresters. 148 p.
13. Franklin, E.C. 1977. Yield and properties of pulp from eucalypt wood grown in Florida. *Tappi*. 60(6): 65-67.
14. Franklin, E.C.; Meskimen, George. 1975. Wood properties of some eucalypts for the Southern United States. En: Proceedings, Society of American Foresters National Convention, Washington, DC. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]: 454-458.
15. Geilfus, Frans. 1994. El árbol al servicio del agricultor. Turrialba, Costa Rica: ENDA-Caribe y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 773 p. Vol. 2.

16. Hall, Norman; Johnston, R.D.; Chippendale, G.M. 1970. Forest trees of Australia. Canberra, Australia: Forest and Timber Bureau. 334 p.
17. Hans, A.S. 1974. Artificial *Eucalyptus grandis* x *E. tereticornis* hybrids: survival, growth and wood density studies. East African Agriculture and Forestry Journal. 38: 321-324.
18. Hartney, V.J. 1980. Vegetative propagation of the eucalypts. Australian Forest Research. 10: 191-211.
19. Hodgson, L.M. 1976. Some aspects of flowering and reproductive behavior in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden at J. D. M. Keet Forest Research Station: 1. Flowering, controlled pollination methods, pollination and receptivity. South African Forestry Journal. 97: 18-28.
20. Hodgson, L.M. 1976. Some aspects of flowering and reproductive behavior in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden at J. D. M. Keet Forest Research Station: 2. The fruit, seed, seedlings, self fertility, selfing and inbreeding effects. South African Forestry Journal. 97: 32-43.
21. Hodgson, L.M. 1976. Some aspects of flowering and reproductive behavior in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden at J.D.M. Keet Forest Research Station: 3. Relative yield, breeding systems, barriers to selfing and general conclusions. South African Forestry Journal. 99: 53-58.
22. Jacobs, Max. 1976. Eucalypts for planting. Borrador. FO:MISC7610. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 398 p.
23. Johnson, Warren O. 1970. Minimum temperatures in the agricultural areas of peninsular Florida: summary of seasons 1937-67. Publication 9. Gainesville, FL: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences. 154 p.
24. Lama Gutierrez, Gaspar de la. 1976. Atlas del eucalipto. Sevilla, España: Ministerio de Agricultura. [s.p.]. Vol. 1.
25. Lambeth, Clements C.; Lopez, Juan L. 1988. A *Eucalyptus grandis* clonal tree improvement program for Carton de Colombia. Res. Rep. 120. Cali, Colombia: Investigación Forestal, Carton de Colombia. 7 p.
26. Meskimen, George. 1980. Planting eucalyptus trees in south and central Florida. Tallahassee, FL: Florida Division of Forestry. 9 p.
27. Meskimen, George; Franklin, E.C. 1978. Spacing *Eucalyptus grandis* in southern Florida: a question of merchantable versus total volume. Southern Journal of Applied Forestry. 1: 3-5.
28. Mincey, W.F.; Yates, H.E.; Butson, K.D. 1967. South Florida weather summary. Weather Forecasting Mimeo WEA 68-1. Lakeland, FL: U.S. Department of Commerce, Weather Bureau and University of Florida Agricultural Experiment Station, Federal-State Agricultural Weather Service. 30 p.
29. Nair, K.S.S.; Verma, R.V. 1985. Some ecological aspects of the termite problem in young eucalypt plantations in Kerala, India. Forest Ecology and Management. 12(3/4): 287-303.
30. National Academy of Sciences. 1980. Firewood crops: shrub and tree species for energy production. Washington, DC: National Academy of Sciences. 236 p.
31. Osorio, Luis F. 1988. Physical and chemical site preparation of a pasture for reforestation with *Eucalyptus grandis*, *Cupressus lusitanica*, and *Pinus oocarpa*—5 year results. Res. Rep. 118. Cali, Colombia: Investigación Forestal, Carton de Colombia. 10 p.
32. Pandey, D. 1987. Modelo para el estudio del rendimiento de las plantaciones en las zonas tropicales. Unasyuva. 39(314): 74-75.
33. Paton, D.M.; Willing, R.R.; Nichols, W.; Pryor, L.D. 1970. Rooting of stem cuttings of *Eucalyptus*: a rooting inhibitor in adult tissue. Australian Journal of Botany. 18: 175-183.
34. Priest, D.T. 1985. Research results pointing to improved yield and utilization of *E. grandis* sawn timber. Paper 10-4. En: Symposium on forest products research international—achievements and the future., 1985 April 22-26. Pretoria, South Africa. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]: [s.p.].
35. Purdy, K.R.; Elston, L. W.; Hurst, D.R.; Knight, J. A. 1978. Pyrolysis of *Eucalyptus grandis* and melaleuca whole-tree chips. Atlanta, GA: Georgia Institute of Technology, Engineering Experiment Station; final report, project A-2148. 34 p.
36. Race, H. F. 1976. Aracruz: the shape of things to come. Pulp & Paper Canada. 3: 1-5.
37. Raisz, Erwin; Durkle, John R. 1964. Atlas of Florida. Gainesville: University of Florida Press. 52 p.
38. Schonau, A.P.G.; Themaat, R. Verloren von; Boden, D.I. 1981. The importance of complete site preparation and fertilizing in the establishment of *Eucalyptus grandis*. South African Journal of Forestry. 116: 1-10.
39. Sita, G.L.; Rani, Sobh; Rao, S.K. 1986. Propagation of *Eucalyptus grandis* by tissue culture. En: *Eucalyptus* in India: past, present, and future; 1984 Jan. 30-31; Peechi, Kerala, India. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]: 318-321.
40. Stubbings, J.A.; Schonau, P.G. 1979. Management of short rotation coppice crops of *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden. Whattle Research Institute Report. Pietermaritzburg, South Africa: University of Natal. 15 p.
41. Thomas, Terence M. 1970. A detailed analysis of climatological and hydrological records of south Florida with reference to man's influence upon ecosystem evolution. Tec. Rep. 70-2. Miami, FL: University of Miami, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science. 111 p.
42. Thompson, Donald A. 1983. Effects of hurricane Allen on some Jamaican forests. Commonwealth Forestry Review. 62(2): 107-115.
43. Uhr, Selmer C. 1976. Eucalypt—the wonder tree. American Forests. 82(10): 42-43, 59-63.
44. Venkatesh, C.S.; Sharma, V.K. 1979. Comparison of a *Eucalyptus tereticornis* x *E. grandis* controlled hybrid with a *E. grandis* x *E. tereticornis* putative natural hybrid. Silvae Genetica. 28(4): 127-131.
45. Webb, Derek B.; Wood, Peter J.; Smith, Julie P.; Henman, G. Sian. 1984. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Tropical Forestry Pap. 15, Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. 256 p.
46. Wyk, G. van. 1977. Graft incompatibility in *Eucalyptus grandis*. South African Forestry Journal. 103: 15-17.

Previamente publicado en inglés: Meskimen, George; Francis, John K. 1990. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Rose gum eucalyptus. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 305-312.

Eucalyptus robusta Sm. Robusta

Myrtaceae Familia de los mirtos

James P. King y Roger G. Skolmen

Eucalyptus robusta Sm., conocido como robusta, es nativo a una estrecha zona costera en el sureste de Australia. La especie se adapta a una extensa variedad de climas y ha sido introducida en muchos climas tropicales, subtropicales y templados cálidos, incluyendo Puerto Rico, el sur de la Florida, la costa de California y en Hawaii. Se ha naturalizado solamente en el sur de la Florida, Puerto Rico y Hawaii. Conocido comúnmente como “swamp-mahogany” (caoba de los pantanos) en Australia, en los Estados Unidos se le conoce como “robusta eucalyptus” y como robusta, eucalipto o “beakpod eucalyptus” en Puerto Rico (2, 16, 17).

La especie se introdujo originalmente como una candidata para la producción de maderos y combustible, como protección en las cuencas y como rompevientos. Hasta 1960 se habían establecido más de 4,650 hectáreas de plantaciones en Hawaii (fig. 1). La especie ha sido estudiada en la Florida como una fuente de pulpa (8).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La robusta es nativo a lo largo de la costa australiana de New South Wales y el sureste de Queensland. Se le encuentra



Figura 1.—La robusta, *Eucalyptus robusta*, se usa para la producción de maderos en Hawaii.

principalmente en los pantanos y al borde de las lagunas y ríos costeros, en donde se ve sujeto a unas inundaciones periódicas (5, 9). La temperatura máxima promedio durante el mes más caliente es de 30 a 32 °C; la temperatura mínima promedio durante el mes más frío es de aproximadamente 3 a 5 °C. Ocurren de 5 a 10 heladas ligeras cada año en su área de distribución natural (6).

En Hawaii, la robusta crece bien desde cerca del nivel del mar hasta los 1,100 m, en donde la precipitación anual es de entre 1000 mm y 6350 mm y las temperaturas rara vez o nunca llegan al punto de congelación.

La robusta en la Florida crece principalmente en la porción sur del Estado, en donde las heladas pueden ocurrir con una frecuencia anual. La precipitación anual promedio es de 1320 mm, del 70 al 80 por ciento de la lluvia cayendo durante la temporada lluviosa entre mayo y octubre.

En Puerto Rico la especie exhibe su mejor crecimiento en las regiones montañosas a una elevación aproximada de 460 m, en donde la precipitación anual promedia 2540 mm (17).

En el sur de California y a lo largo de la costa norte de California, las plantaciones de robusta se han visto sujetas a varias tandas de heladas fuera de estación (11, 20, 21), con temperaturas que han alcanzado los -9 °C. En cada ocasión se observó inicialmente un daño severo al follaje (con la muerte de más del 80 por ciento del follaje de la copa), pero los tallos se recuperaron en un espacio de 3 meses.

A pesar de que la robusta se puede recuperar después de un daño severo pero ocasional por las heladas, parece ser que la variable limitante en su distribución es la baja temperatura. Si la temperatura cae bajo los -9 °C anualmente, la robusta introducida rara vez tendrá éxito. En la provincia de Yunnan en China, una temperatura de -7 °C dañó a la robusta, pero menos severamente que a *E. globulus* (4).

Suelos y Topografía

La robusta crece bien en una variedad de suelos, que van desde sus sitios nativos inundados de manera intermitente (6, 9), hasta los suelos calientes y secos durante el verano del Valle Central de California (11).

En la Florida, los suelos típicos son unas arenas finas, ácidas y pobremente drenadas con unas capas duras a unas profundidades proporcionales a la profundidad del nivel estacional alto de las aguas subterráneas. En estos suelos, la robusta se comporta mejor en los suelos menos pobremente drenados, los cuales son típicos de los haplaquodos arénicos y aéricos del orden Spodosoles (7).

La mayoría de los eucaliptos de esta especie en Hawaii se plantan en sitios considerados como demasiado escarpados para la agricultura—por lo usual unas pendientes del 10 al 20 por ciento. En las islas más antiguas de Kauai, Oahu, Molokai y Maui, los árboles se plantaron predominantemente en Oxisoles y Ultisoles. En la isla más reciente, Hawaii, las plantaciones se encuentran más que nada en Histosoles e

Inceptisoles. Todos estos suelos se forman sobre materiales de origen basáltico, ya sea ceniza volcánica o piedras de lava. Los suelos son pobres en nitrógeno y fósforo y a menudo fuertemente ácidos. El substrato de lava puede encontrarse ya sea en capas casi continuas o en escorias de lava porosa muy fracturadas. El drenaje del suelo, por lo tanto, varía desde muy pobre hasta extremadamente rápido en unos trechos muy cortos.

Cobertura Forestal Asociada

En su área de distribución natural, la especie es dominante en algunas áreas y a menudo se le encuentra en rodales puros. Los árboles asociados pueden incluir al eucalipto "kinogum" (*Eucalyptus resinifera*), a *E. gummifera*, a *E. tereticornis*, a *Casuarina glauca* y a varias especies de *Melaleuca* (8).

A través de la década de 1930, cuando se efectuó la mayoría de las plantaciones de árboles en Hawaii, la robusta se usó para sobreplantar las plantaciones fracasadas. Por lo tanto, debido a que *E. robusta* pudo sobrevivir en una gran variedad de sitios, se le encuentra en muchas plantaciones mixtas. Algunos de los socios comunes de la robusta son *E. saligna*, *E. microcorys*, la melaleuca (*Melaleuca quinquenervia*), la casuarina (*C. equisetifolia*) y el roble se seda (*Grevillea robusta*). El helecho gigante (*Cibotium* spp.) es también muy común en el sotobosque de los rodales plantados. Un reporte menciona un rodal puro de *E. robusta* con una invasión severa de *Podocarpus cupressina*. En los sitios más húmedos en la isla de Hawaii, los rodales de este eucalipto a menudo desarrollan un estrato inferior denso y casi impenetrable de la guayaba de fresa, *Psidium littorale*.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La robusta tiene unas flores perfectas que son polinizadas por los insectos. En la Florida, California y Hawaii, se han observado árboles floreciendo al final de la tercera temporada de crecimiento. La florescencia máxima en la Florida ocurre de septiembre a noviembre (7) y en California la temporada máxima es de enero a marzo (11). En Hawaii y en las áreas más tropicales, pueden aparecer nuevas flores en casi cualquier parte del año y los árboles individuales ocasionalmente florecen durante todo el año.

Los árboles florecen con entre 5 y 10 flores por umbela axilar. Los pétalos y los sépalos se encuentran unidos para formar una estructura en forma de tapa (el opérculo) que se desprende de la punta de la yema floral durante la antesis. Los eucaliptos son por lo general protandros. La parte vistosa de la flor de color crema es en realidad el gran número de estambres que rodea al estigma.

La fruta es una cápsula verde oscura en forma de vaso, de 12 a 15 mm de largo que contiene muchas semillas pequeñas. La fruta se madura entre 5 y 7 meses después de la florescencia.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas de la robusta son pequeñas y, al igual que en todos los eucaliptos, no contienen endosperma. La semilla viable es difícil de separar del hollejo (los óvulos sin fertilizar o abortados) en las cápsulas florales maduras. Existen de 200

a 400 semillas viables por gramo de semillas y hollejo (12).

La dispersión de las semillas ocurre más que nada por el viento y puede comenzar en un espacio de 6 semanas después de la maduración de la cápsula de la semilla. En la Florida, la mayoría de los árboles retiene las semillas en unas cápsulas cerradas por más de 1 año después de la maduración (7).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea (12). La robusta en la Florida se ha reproducido ocasionalmente de manera natural alrededor de vecindades abandonadas, probablemente después de los incendios. La fuente de semillas fue por lo usual un viejo paraje de amenidad de robusta y las plántulas se desbordaron fuera de la vegetación nativa perturbada. La especie no invade las siembras agrícolas recientemente abandonadas debido a una competencia más intensa con las malas hierbas (7).

La mayoría de los rodales de robusta en la Florida están siendo establecidos a través de la plantación de provisiones cultivadas en contenedores. Las plántulas en la Florida necesitan de varios meses para convertirse en brinzales con resistencia a las heladas antes de confrontar su primera helada. La siembra al inicio de la primavera sería ideal, pero la humedad en el suelo es deficiente hasta el comienzo de las lluvias del verano. Por lo tanto el período entre la mitad de junio hasta la mitad de agosto es el recomendado para la plantación (7).

La mayoría de los rodales de robusta en Hawaii han sido establecidos como plantaciones de una sola especie y, después de las operaciones madereras u otras perturbaciones, se regeneran como rodales puros de rebrotes y plántulas. La robusta ha sido usada en las plantaciones de biomasa. Estas se llevaron a cabo con plántulas creciendo en contenedores para asegurar la ventaja inicial necesaria para mantenerse un paso adelante de la gran variedad de vegetación agresiva y en competencia (25). Después del plantado, las plántulas cultivadas en contenedores en Hawaii crecen casi 30 cm por mes durante los primeros años.

Reproducción Vegetativa.—La mayoría de los nuevos tallos en los rodales de robusta explotados por su madera tienen su origen en rebrotes. Estos vástagos se originan de las yemas inactivas en el tejido del cámbium del tocón. Todas las partes de la superficie del tallo bajo la corteza contienen yemas inactivas que rebrotan rápidamente después del daño a la copa.

La robusta es una de las especies de *Eucalyptus* que produce tubérculos lignificados. Estos consisten de una masa de yemas vegetativas y contienen unas reservas alimenticias substanciales. Comienzan a formarse en las axilas de los cotiledones y en los primeros tres pares de hojas de la plántula. Eventualmente estos órganos se ven cubiertos por el tallo principal y permanecen como tubérculos ensanchados justo arriba de la corona radical.

Por lo tanto, cuando la robusta es sujeta a operaciones madereras, las fuentes de los rebrotes por lo usual son las yemas inactivas en el tejido cambial del tallo que rodea al tocón. Pero si el tallo en su totalidad perece debido a los incendios o, en el caso de las plántulas, a través del pastoreo, los nuevos rebrotes pueden provenir de los tubérculos lignificados (23). En una prueba en la Florida, el rebrote de la robusta se vió menos influenciado por la temporada de la corta que ya sea *E. grandis* o un híbrido, *E. grandis* X *robusta*, pero se vió reducido durante el caliente y seco verano (26).

No se han usado esquejes arraigados de robusta an una escala comercial, pero los esquejes obtenidos a partir de las

plántulas jóvenes y de los vástagos jóvenes de rebrotes han sido arraigados con éxito (10).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—En 1960, un estudio de ocho diferentes plantaciones de la robusta en Hawaii rindió la siguiente información sobre el crecimiento para plantaciones a unas elevaciones de entre 395 y 730 m y para árboles de 23 a 38 años de edad, con entre 358 y 642 árboles por hectárea de más de 28 cm en d.a.p. (14, 22):

Area basal: de 51 a 184 m² por hectárea.

Altura de los dominantes: de 28 a 55 m.

Crecimiento anual promedio por rodal: de 7 a 48 m³ por hectárea.

Crecimiento anual promedio para los ocho rodales: 26 m³ por hectárea.

Una de las primeras plantaciones de eucalipto en la Florida a una escala operacional establecida con plántulas genéticamente mejoradas fue establecida en 1972 en una pradera de palmetos. Dentro de esta plantación, se estableció un sistema de parcelas censadas para desarrollar la información necesaria para determinar el período de la rotación óptima, el rendimiento esperado y otras reglas para el manejo. Aunque el plantel se considera como severamente bajo en provisiones con 786 árboles por hectárea, las mediciones efectuadas a los 10.25 años calculan un rendimiento anual de 16.7 m³ por hectárea. La altura promedio de todos los tallos fue de 16.6 m y la altura de los árboles en la clase dominante fue de sólo 21.3 m. El volumen del rodal en 1979 fue de 172 m³ por hectárea (7, 18).

Los árboles plantados en Puerto Rico han alcanzado una altura de 27.4 m y un d.a.p. de 41 cm en 15 años (17). Los rodales de rebrotes por lo usual producen más que los rodales de plántulas. Un rodal de rebrotes de 10 años de edad en Hawaii produjo 140 m³ por hectárea, mientras que un rodal adyacente de plántulas, de 12 años de edad, rindió solamente 96 m³ por hectárea (3).

Comportamiento Radical.—La característica más distintiva del comportamiento radical de la robusta en Hawaii es la capacidad del árbol, en las áreas húmedas, para iniciar raíces adventicias a partir de las yemas en el tallo a unas alturas de entre 6 y 12 m (fig. 2) (13). Estas raíces crecen hacia abajo a través de la corteza húmeda para penetrar el suelo. A medida que la raíz aumenta de diámetro, se suelta a veces de la blanda corteza y aparece como una raíz aérea. El tallo inferior de algunos árboles de eucalipto se ve completamente rodeado de una masa entrelazada de estas raíces aéreas, algunas de ellas con un diámetro de 20 cm (14). La especie rara vez demuestra esta característica en su distribución natural o en las áreas más templadas. Sin embargo, se han observado raíces adventicias en un eucalipto en el Jardín Botánico de Sydney, en Australia y cerca de Río de Janeiro (15). A pesar de que puede ocurrir un cierto grado de acodos a partir del tallo, como observado previamente, la mayoría de las raíces se originan debajo de los tubérculos lignificados y ocupan el perfil del suelo disponible en su totalidad en los sitios bien drenados. La robusta es considerablemente resistente a los vientos en los suelos más profundos y a menudo se usa como rompevientos en Hawaii.

Reacción a la Competencia.—La robusta se clasifica como intolerante a la sombra. Cuando se le planta en hileras alternas con *E. saligna*, se ve por lo usual cubierto y suprimido

por éste y por lo usual muere en un espacio de 30 años. En Hawaii, la robusta se planta en sitios preparados y por lo usual crece con mayor rapidez que las hierbas en competencia que invaden el sitio. En los sitios extremadamente refractarios, la robusta se considera como la especie de última instancia, debido a su extraordinaria capacidad para sobrevivir y crecer.

Agentes Dañinos.—La robusta se ve notablemente libre de enfermedades o insectos serios cuando se le cultiva en los Estados Unidos. *Cylindrocladium scoparium* ha causado unas pérdidas serias en las plántulas en la Florida (1). Sin embargo, este hongo puede ahora ser controlado exitosamente mediante la fumigación del suelo y los contenedores con bromuro de metilo antes de la siembra, seguida de un rocío de benomyl. La causa principal del daño a los rodales de robusta en Hawaii es el viento (14). Las tormentas violentas



Figura 2.—Un árbol de robusta, *Eucalyptus robusta*, de 95 años de edad cerca de Honolulu, Hawaii, mostrando unas raíces adventicias bien desarrolladas a una gran altura en el tallo.

han quebrado los tallos y desarraigado los árboles. El daño por el desarraigo puede ser particularmente severo cuando los rodales se establecen en suelos poco profundos sobre un manto sólido de lava. Naturalmente, dichos suelos superficiales deberán evitarse y el plantado se deberá concentrar en los suelos o las rocas sólidas fracturadas en donde las raíces puedan penetrar a mayores profundidades.

En la Florida, las plantaciones de la robusta a la edad de 5 años pueden desarrollar una condición conocida como "robusta breakup" (la quiebra de la robusta). Grupos de árboles jóvenes pueden desarrollar una comba en el tallo principal o en las ramas primarias. Puede también ocurrir una quiebra a lo largo del tallo principal o las ramas primarias, y la madera en la zona de la quiebra puede tener un aspecto seco y quebradizo. No se han asociado patógenos o plagas con esta condición. Se sospecha la presencia de unas deficiencias de elementos menores, pero no se ha probado que ésta sea la causa. Los rodales adyacentes de *Eucalyptus grandis* no parecen verse afectados (7).

USOS

La robusta se usa en la silvicultura urbana y como rompevientos en las fincas debido a sus hojas de un color oscuro y brillantes y a su por lo general densa copa. Sin embargo, las ramitas y las ramas mueren continuamente y caen a la superficie, de manera que el árbol es un tanto peligroso como para ser usado en parques, áreas para acampar o incluso en jardines. En la isla de Kauai, un plantel de robusta de buena edad a la orilla de una carretera, aunque muy atractivo, se mantiene pagando un alto precio en la limpieza de la carretera.

GENETICA

Diferencias Poblacionales

Desconocemos la existencia en la literatura de información sobre las diferencias poblacionales en la robusta. Los estudios (ver "Razas") usando colecciones de semillas de Australia podrían ser adecuados para la agrupación y el análisis por procedencias, pero hasta la fecha dichos análisis no han sido reportados.

Razas

En 1975, los dasónomos en el sur de la Florida establecieron una población genética base de 352 recolecciones de la robusta a partir de árboles selectos en Australia, de familias de generación avanzada de dos generaciones previas de selección en la Florida, a la vez que de selecciones de los rodales naturalizados en la Florida. Esta población base fue subsecuentemente sujeta a una selección y separación para formar un huerto de plántulas para producir semillas de una raza local verdadera de la robusta para el sur de la Florida. Este huerto de semillas fue también una fuente de material genético en un esfuerzo para desarrollar híbridos de *E. grandis* y *E. robusta* adaptados a las condiciones de la Florida (7, 19).

Híbridos

Se han reportado varios híbridos naturales con una contribución de *Eucalyptus robusta* (24). Todos los híbridos interespecíficos tienen lugar entre *E. robusta* y otras especies del subgénero *Symphomyrtus*. Se han otorgado unos nombres botánicos reconocidos a varios de estos híbridos. Estos son: *E. botryoides* var. *platycarpa* (*E. botryoides* X *robusta*), *E. grandis* var. *grandiflora* (*E. grandis* X *robusta*), *E. longifolia* var. *multiflora* (*E. longifolia* X *robusta*), *E. kirtoniana* (*E. robusta* X *tereticornis*), *E. patentinervis*, *E. insizwaensis* (*E. robusta* X *globulus*, probablemente) y un híbrido sin nombre (*E. robusta* X *saligna*, probablemente).

LITERATURA CITADA

1. Barnard, E.L. 1984. Occurrence, impact, and fungicidal control of girdling stem cankers caused by *Cylindrocladium scoparium* on eucalyptus seedlings in a south Florida nursery (*Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus robusta*, benomyl, chlorothalonil, copper hydroxide). *Plant Disease*. 68(6): 471-473.
2. Bryan, L.W.; Walker, Clyde M. 1966. A provisional checklist of some common native and introduced forest plants in Hawaii. Misc. Pap. 69. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 34 p.
3. Buck, Michael G.; Imoto, Roger H. 1982. Growth of 11 introduced tree species on selected forest sites in Hawaii. Paper PSW-169. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 12 p.
4. Chen, Binglin; Yang, Juntao. 1987. Frost injury of *Eucalyptus* associated with an unusually cold winter in Yunnan Province. En: *Plant cold hardiness*. New York: Alan R. Liss, Inc.: 361-362.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1979 *Eucalyptus* for planting. FAO Forestry Series. 11 Rome, Italy. 677 p.
6. Franklin, E. C. 1977. Yield and properties of pulp from eucalypt wood grown in Florida. *Tappi*. 60(6): 65-67.
7. Geary, Thomas F.; Meskimen, George F.; Franklin, E.C. 1983. Growing eucalypts in Florida for industrial wood production. Gen. Tech. Rep. SE-23. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. 43 p.
8. Hall, Norman; Johnston, R.D.; Chippendale, G.M. 1975. *Forest trees of Australia*. Canberra, Australia: Forestry and Timber Bureau. 334 p.
9. Hartney, V.J. 1980. Vegetative propagation of the eucalypts. *Australian Forestry Research*. 10: 191-211.
10. Kelly, Stan. 1969. *Eucalypts*. (Texto de G.M. Chippendale y R.D. Johnston). Melbourne, Australia: Thomas Nelson Ltd. 82 p.
11. King, James P.; Krugman, Stanley. 1980. Tests of 36 *Eucalyptus* species in northern California. Res. Pap. PSW-152. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 6 p.
12. Krugman, Stanley L. 1974. *Eucalyptus* L'Herit eucalyptus. En: C. S. Schopmeyer, tech. coord. *Seeds of woody plants in the United States*. Agric. Handb. 450. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 384-392.
13. Lanner, Ronald M. 1966. Adventitious roots of *Eucalyptus robusta* in Hawaii. *Pacific Science*. 20: 379-381.

14. LeBarron, Russell K. 1962. Eucalypts in Hawaii: a survey of practices and research programs. Misc. Pap. 64. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 24 p.
15. LeBarron, Russell K. 1981. Comunicación personal. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station.
16. Little, Elbert L., Jr. 1978. Important forest trees of the United States. Agric. Handb. 519. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture: 55-58.
17. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
18. Meskimen, George. 1980. Growth and yield in south Florida's oldest eucalyptus plantations. Artículo preparado para el Taller sobre eucaliptus (Eucalyptus Workshop) de 1979, Bainbridge, Georgia. (Archivado en el Servicio del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Lehigh Acres, FL) 8 p.
19. Meskimen, George.; Franklin, E.C. 1984. Hybridity in the *Eucalyptus grandis* breeding population in Florida. Res. Pap. SE-242. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. 15 p.
20. Metcalf, Woodbridge. 1961. Progress with eucalyptus in North America: United States mainland. Section of USA Report for Second World Eucalyptus Conference. August 1961, Sao Paulo, Brazil. FAO, Rome. 18 p.
21. Munns, F. N. 1918. Relative frost resistance of eucalypts in southern California. Journal of Forestry. 16: 412-428.
22. Pickford, G.D.; LeBarron, R.K. 1960. A study of forest plantations for timber production on the island of Hawaii. Tech. Pap. 52. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 17 p.
23. Pryor, L.D. 1976. Biology of the eucalypts. The Institute of Biology's Studies in Biology 61. London: Edward Arnold Ltd. 82 p.
24. Pryor, L.D.; Johnson, L.A.S. 1971. A classification of the eucalypts. Canberra: Australian National University. 102 p.
25. Schubert, Thomas H.; Whitesell, Craig D. 1985. Species trials for biomass plantations in Hawaii: a first appraisal. Res. Pap. PWS-176. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 13 p.
26. Webley, O.J.; Geary, T.F.; Rockwood, D.L.; Comer, C.W.; Meskimen, G.F. 1986. Seasonal coppicing variation in three eucalypts in southern Florida. Australian Forest Research. 16(3): 281-290.

Previamente publicado en inglés: King, James P.; Skolmen, Roger G. 1990. *Eucalyptus robusta* Sm. Robusta eucalyptus. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 313-317.

Ficus citrifolia P. Miller Jagüey blanco

Moraceae Familia de las moras

John K. Francis

Los árboles de *Ficus citrifolia* P. Miller, conocidos también como jagüey blanco (en español), shortleaf fig (en inglés) y bois laglu (en francés) y un gran número de otros nombres comunes, tienen un follaje atractivo pero una forma torcida y muy ramosa (fig. 1), a menudo con raíces adventicias que se enrollan alrededor de sus troncos. Las plántulas se establecen en las copas de otros árboles, en las salientes rocosas, los acantilados y los edificios de ladrillos o piedra, pero rara vez o nunca en la superficie sombreada del bosque. Los árboles de jagüey blanco se plantan como postes vivos y ocasionalmente como ornamento; la madera se usa de manera limitada para combustible, carpintería e instrumentos musicales.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

Los límites de la distribución natural del jagüey blanco son problemáticos de establecer debido a la pobre definición de la especie (fig. 2). El genotipo que tipifica al jagüey blanco crece desde el sur de la Florida y las Bahamas a través de las Antillas Mayores y Menores (13, 15, 16). Varias poblaciones de *Ficus* spp. del sur de México a través de la América Central y del Sur hasta Paraguay han sido identificadas en diferentes ocasiones como jagüey blanco (17, 20, 24, 25). La identificación de las poblaciones en las áreas continentales como *F. citrifolia* debe ser tomada con precaución. Por ejemplo, un complejo amazónico anteriormente atribuido al jagüey blanco ha sido separado en siete especies y dos especies provisionales (2). Sin embargo, un estudio posterior sobre *Ficus* reconoce al jagüey



Figura 1.—Árbol de jagüey blanco, *Ficus citrifolia*, creciendo en un pastizal en Puerto Rico.

blanco como una especie separada (20). Las investigaciones definitivas deberán completarse para asegurarse de la exactitud de la taxonomía y de esa manera confirmar o negar la distribución del jagüey blanco en las áreas continentales.

Clima

El jagüey blanco crece en los bosques subtropicales secos con una precipitación de alrededor de 750 a 1000 mm por año. La especie es muy abundante en el bosque subtropical húmedo que recibe una precipitación anual de 1000 a 2000 mm por año. Los árboles crecen ocasionalmente en el bosque subtropical muy húmedo en las áreas con una precipitación de 2000 a 2500 mm por año (observación personal del autor). Por lo normal, una temporada seca de 2 a 5 meses es parte del ciclo climático anual a través de su distribución natural. Las temperaturas anuales promedio dentro de la porción caribeña de su distribución son de entre 23 y 25 °C y las temperaturas anuales promedio de 20 y 27.5 °C predominan en la distribución más extensa de la especie (11, 23).

Las heladas no ocurren en el área de distribución natural del jagüey blanco.

Suelos y Topografía

El jagüey blanco crece en suelos que van desde arenas hasta arcillas, con unos valores de pH de alrededor de 5.0 hasta 8.5. A pesar de que la especie crece en suelos derivados de muchos tipos de material, aquellos derivados de piedra caliza parecen ser los más favorables. El rocío salino



Figura 2.—Debido a su taxonomía aún incierta, la distribución natural (área demarcada) del jagüey blanco, *Ficus citrifolia*, es más cierta en las Indias Occidentales que en la América Central y del Sur (área sombreada).

moderado es tolerado. La topografía no es importante, excepto que las topografías escabrosas, las salientes rocosas y los acantilados proveen de un habitat en donde la competencia con otras especies es baja. El jagüey blanco es más abundante en los cerros húmedos de piedra caliza que en otras áreas boscosas de Puerto Rico.

Cobertura Forestal Asociada

Un rodal en un bosque húmedo en Puerto Rico con arcillas poco profundas sobre piedra caliza se vió dominado por *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Bucida buceras* L., *Citharexylum fruticosum* L., *Ficus citrifolia*, *Licaria parvifolia* (Lam.) Kostermans, *Ocotea coriacea* (Sw.) Britton, *Sabinea florida* (Vahl) DC., *Spondias mombin* L., *Thouinia striata* (Radlk.) Britton y *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC. (observación personal del autor). Un tipo singular de bosque húmedo en las paredes de los acantilados en Puerto Rico consiste casi enteramente de dos especies: *Clusia rosea* Jacq. y jagüey blanco (4). Un bosque húmedo en St. John, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, conteniendo jagüey blanco se vió dominado por *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Guapira fragrans* (Dum.-Cours) Little, *Maytenus laevigata* (Vahl) Greseb. ex Eggers, *Sabinea florida* y *Spondias mombin* (27). Entre los árboles dominantes en las pocas áreas sin cultivar en la isla de Anguilla se encuentran el jagüey blanco, *G. fragrans*, *Pisonia subcordata* Sw. y *Tabebuia pallida* (Lindl.) Miers (14).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El jagüey blanco produce una estructura llamada siconio, con muchas flores femeninas y masculinas minúsculas en sus paredes internas. Por lo ideal, cada flor femenina produce una semilla. Los siconios (o frutos) aparecen solos o apareados en tallos cortos en los nudos de las hojas. Los frutos aparecen a través de todo el año en gran cantidad (17).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Cada fruto contiene cientos de minúsculas semillas blanco amarillentas que en una recolección promediaron 4.6 millones de semillas por kilogramo, secadas al aire (8). Las semillas pueden ser limpiadas en pequeñas cantidades mediante la cribación en agua con una malla fina (con un calibre de 30). Se obtuvo una germinación del 36 por ciento comenzando 10 días después de colocar las semillas sobre papel filtro húmedo (8). La germinación es epigea. Las aves se alimentan de los frutos y dispersan las semillas a través de su excremento (17, 28).

Desarrollo de las Plántulas.—Las semillas germinan y las plántulas se desarrollan en horquillas y huecos en árboles y en las salientes rocosas, las paredes de los acantilados y las paredes de ladrillo o piedra. Las plántulas rara vez se desarrollan en el estrato inferior sombreado de los rodales forestales. Conocidas como hemiepífitas, las plántulas utilizan al árbol huésped como soporte, obteniendo sus nutrientes de la lluvia y de la lixiviación de la copa y el tallo del huésped. Estas plántulas crecen lentamente mientras una delgada raíz adventicia se extiende hasta el suelo. Durante una etapa de “enredadera” que comienza

después de que la raíz adventicia hace contacto con el suelo, la raíz adventicia se convierte en un tronco y el jagüey blanco joven comienza a crecer con mayor rapidez (17). La ocurrencia de las plántulas es relativamente rara, pero se ve balanceada por una supervivencia relativamente alta después de que las plántulas avanzan a la etapa de enredadera. Por razones desconocidas, el autor nunca logró obtener plántulas más allá de la etapa de cotiledón en las pruebas de laboratorio.

Reproducción Vegetativa.—La reproducción del jagüey blanco por métodos vegetativos es relativamente fácil. En Puerto Rico se establecen postes vivientes de esta especie de manera regular al colocar estacas de 5 a 10 cm de diámetro y de 1.5 a 2 m de alto como postes temporales en las líneas de cercas. Bajo condiciones húmedas, muchas de estas estacas se arraigan y crecen. Seis de 24 estacas sin tratar de ramas (de 0.5 cm de grueso y 30 cm de largo) colocadas en una mezcla de tierra húmeda en un vivero sombreado se arraigaron y produjeron nuevas hojas en un período de 4 a 6 meses (observación personal del autor). Los tocones de los árboles en etapa de poste y de tamaño aserrable jóvenes rebrotarán al ser cortados y las raíces retoñarán al ser separadas del árbol original.

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El jagüey blanco es un árbol de tamaño mediano. Una altura de más de 15 m se puede atribuir usualmente a la ventaja ganada al crecer a partir de en medio de la copa de otro árbol. El jagüey blanco de mayor tamaño documentado en Puerto Rico es de 1 m de diámetro y 14 m de altura.¹ Existe poca información disponible sobre la tasa de crecimiento del jagüey blanco. Un árbol en el bosque muy húmedo montano bajo (12) promedió 0.58 cm por año en crecimiento en diámetro en un período de 24 años y 10 árboles en un bosque subtropical húmedo promediaron 0.12 cm por año en crecimiento en diámetro en un período de 2 años (26). Nueve árboles en un bosque húmedo denso en St. John, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, añadieron un promedio de 0.14 cm de diámetro por año en un período de 5 años (27). Aparentemente, la especie tiene una tasa moderada de crecimiento cuando se ve libre de la competencia, pero posee una tasa lenta de crecimiento con la competencia.

A pesar de que la arquitectura de crecimiento del jagüey blanco procede de acuerdo al modelo de Rauh que por lo normal resulta en un tronco recto y único con ramas en capas (10), la forma ideal se pierde en la etapa de brinzal en una copa esparcida y ramosa. De hecho, la forma muy pobre del jagüey blanco previene el uso extenso de la especie para productos de madera.

A veces es deseable el remover los árboles de jagüey blanco de los setos en hileras o de los rodales forestales. En una prueba sobre el control químico, 36 árboles de jagüey blanco en Puerto Rico fueron tratados mediante la aplicación de 2,4,5-T² en aceite diesel a anillos en muesca. La inspección

¹Registro de árboles campeones de Puerto Rico. Información inédita. Archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

²Este herbicida ya no es manufacturado o vendido en los Estados Unidos. Su uso está prohibido para los propósitos silviculturales en los Estados Unidos por la Agencia para la Protección del Ambiente de los Estados Unidos.

de 6 a 12 meses después del tratamiento reveló que el 61 por ciento había muerto, lo cual constituye el porcentaje de eliminación más bajo de las 16 especies estudiadas (22). A pesar de que el 2,4,5-T ya no se usa como un herbicida, los malos resultados ilustran la dificultad de matar un árbol con un tronco acorazado con tantas raíces adventicias fusionadas. Hasta el día en que las investigaciones resulten en un éxito con otros herbicidas, el derribe de los árboles será el único método seguro para eliminar los individuos de esta especie.

Comportamiento Radical.—Una de las características más resaltantes del jagüey blanco es la gran profusión de raíces adventicias. Estas raíces se forman en el tronco y en la parte inferior de la copa y descienden a lo largo del tronco o envolviéndolo. A veces, las raíces adventicias cuelgan de la copa en capas densas. Se cree que estas “barbas” dieron origen al nombre de la isla de Barbados (9). A pesar de que la especie no tiene por lo usual contrafuertes significativos, las raíces laterales a menudo crecen sobre la superficie de los terrenos duros y rocosos a cierta distancia de los troncos de los árboles.

Reacción a la Competencia.—El jagüey blanco es intolerante a la sombra, necesitando de un ambiente soleado en medio de la copa de otros árboles y en salientes rocosas, acantilados y paredes de ladrillo o piedra para germinar y establecerse. Las raíces de los árboles de jagüey blanco epífitos se engruesan y se unen para formar un tronco y, junto con muchas raíces adventicias nuevas, pueden a veces estrangular al árbol huésped. Con mayor frecuencia, los árboles de jagüey blanco reemplazan gradualmente a los huéspedes a medida que éstos envejecen a través de la competencia y el sombreado. Los rodales en nueve sitios forestales húmedos con jagüey blanco presente contuvieron de 12 a 31 m² por ha con un promedio de 24 m² por ha de área basal total (26, 27).³

Agentes Dañinos.—A pesar de que se han observado numerosas especies de insectos viviendo en el árbol o alimentándose del follaje, la corteza, la madera o la fruta del jagüey blanco, ninguna parece constituir una amenaza para la especie (19). Los nidos y los senderos cubiertos de la termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren) son comúnmente observados en los árboles de jagüey blanco. Debido a que las termitas de la madera húmeda por lo normal sólo atacan la madera muerta, tales como las ramitas, las ramas, los postes y a veces las estructuras, rara vez afectan a los árboles en crecimiento.

En un censo sobre los recursos madereros en Puerto Rico efectuado en 1980, se encontró que el 100 por ciento de los árboles de jagüey blanco de tamaño aserrable eran de alguna manera defectuosos para los propósitos madereros. Se calculó que el 42 por ciento del volumen fue desechable; dos tercios de esa pérdida fueron debido a la forma y un tercio debido a la pudrición (1).

La madera del jagüey blanco se ve descolorada con rapidez por los hongos de la albura durante el proceso del secado, a menos que sea tratada con una solución fungicida (18). La madera del jagüey blanco no es durable cuando en contacto con el suelo. Los postes de cerca sin tratar de jagüey blanco se encontraron parcialmente descompuestos después de 1

año y se calculó que tienen una vida de servicio promedio de 1.4 años (6). Sin embargo, al bañarlos en soluciones de pentaclorofenol al 5 y 10 por ciento⁴ en aceite diesel, tuvieron una vida de servicio de 3.7 y 12.8 años, respectivamente (5).

USOS

La madera del jagüey blanco está compuesta de bandas alternantes de fibras de madera y parénquima blando. Esto otorga a la madera una atractiva apariencia listada de un color moreno claro y marrón (18). El duramen es un tanto más oscuro que la albura. La madera tiene un alto contenido de humedad (119 por ciento en base al peso seco) recién cortada y se seca lentamente con poca degradación. El encogimiento es de alrededor de 1 por ciento radial y 2.8 por ciento tangencial. La densidad de la madera secada al aire es de 0.48 g por cm³ (observación personal del autor). Unas muestras de madera procedentes de un árbol en una línea de cerca tuvieron una densidad secada al horno de 0.42 g/cm³ (18).

La madera se lija y cepilla con facilidad, pero la mayoría de las otras operaciones a máquina rinden una superficie lanuda o que se desmorona. La capacidad para retener los clavos y tornillos es excelente (18). La penetración de los preservativos (por el método de baño en frío) es de cerca del promedio para las especies de madera dura de Puerto Rico (7). El pH de la madera del jagüey blanco se midió como de 5.6, la más alta de las 27 especies de madera dura tropicales sometidas a pruebas (21). Por lo tanto, parece haber muy poco riesgo de corrosión de los herrajes usados en la madera de esta especie. La madera se usa de manera limitada para combustible, carpintería e instrumentos musicales tales como guitarras y cuatros (17).

Los árboles de jagüey blanco se usan de manera amplia, pero no extensa, como postes vivientes. En un censo sobre los recursos madereros de Puerto Rico, la especie se lista como la decimotercera en su contribución al área basal total en los bosques manejados para sombra en cafetales, pero su contribución al área basal total de los bosques secundarios en su totalidad es insignificante (3). Presumiblemente, el jagüey blanco se tiene en estima como un árbol para los setos en hileras en los bosques de sombra en cafetales. Los postes de cerca vivientes de jagüey blanco son fáciles de establecer debido a que las estacas de gran tamaño se arraigan con considerable facilidad y los rebrotes no se ven intensamente forrajeados por los animales de pasto. Como un poste viviente, el jagüey blanco tiene la desventaja de no producir un buen forraje y de tener una copa densa y esparcida. El jagüey blanco se usa hasta cierto punto como ornamento y árbol de sombra. El follaje de esta especie es de un atractivo color verde oscuro y brillante, pero los troncos son torcidos y ramificados y a menudo cubiertos con raíces adventicias. El jagüey blanco produce abundante fruta, la cual es comestible para los seres humanos, pero casi carente de sabor. Es, sin embargo, una importante fuente de alimento para las aves (28).

³Alemañ, Salvador. [s.f.] Comunicación personal con el autor. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁴El pentaclorofenol ya no es producido o usado en los Estados Unidos; los preservativos en uso al presente rinden una vida de servicio un tanto más corta.

GENETICA

El género *Ficus* tiene de 750 a 800 especies distribuidas a través de los Trópicos (13). El jagüey blanco es una especie variable (polimórfica) con una taxonomía incierta que se encuentra esparcido a través de una área extensa. Existe una gran cantidad de trabajo investigativo a efectuar tanto sobre el género como la especie. El jagüey blanco ha sido conocido por los sinónimos *F. brevifolia* Nutt., *F. laevigata* M. Vahl, *F. lentiginosa* M. Vahl, *F. lentiginosa* M. Vahl var. *imrayana*, *F. pedunculata* M. Vahl, *F. populifolia* Desf. y *F. populnea* Willd. (13, 16).

LITERATURA CITADA

1. Anderson, Robert L.; Birdsey, Richard A.; Barry, Patrick. 1982. Incidence of damage and cull in Puerto Rico's timber resource, 1980. Resour. Bull. SO-88. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 13 p.
2. Berg, C.C.; Vázquez Avila, M.; Kooy, F. 1984. *Ficus* species of Brazilian Amazonia and the Guianas. Acta Amazonica. 14(1/2): 159-194.
3. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
4. Chinae, Jesús Danilo. 1980. The forest vegetation of the limestone hills of northern Puerto Rico. Ithaca, NY: Cornell University. 70 p. Tesis de M.S.
5. Chudnoff, M.; Goytía, E. 1972. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico (1972 progress report). Res. Pap. ITF-12. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 28 p.
6. Englerth, George H. 1960. The service life of untreated posts in Puerto Rico after one year. Trop. For. Notes 5. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
7. Englerth, George H.; Goytía Olmedo, Ernesto. [s.f.] Preservation of Puerto Rican fence posts treated by cold soaking and the hot-and-cold bath method. Trop. For. Notes 2. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forestry Research Center. 4 p.
8. Francis, John K.; Rodríguez, Alberto. 1993. Seeds of Puerto Rican trees and shrubs: second installment. Res. Note SO-374. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
9. Gooding, E.G.B.; Loveless, A.R.; Proctor, G.R. 1965. Flora of Barbados. Overseas Res. Pub. 7. London: Ministry of Overseas Development. 485 p.
10. Hallé, F.; Oldeman, R.A.A.; Tomlinson, P.B. 1978. Tropical trees and forests, an architectural analysis. New York: Springer-Verlag. 241 p.
11. Hoffman, José A.J. 1975. Climatic atlas of South America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartografía. 6 p. + 28 mapas.
12. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
13. Howard, Richard A. 1988. Flora of the Lesser Antilles: Leeward and Windward Islands. Jamaica Plain, MA: Harvard University, Arnold Arboretum. 673 p. Vol. 4.
14. Howard, Richard A.; Kellogg, Elizabeth A. 1987. Contributions to a flora of Anguilla and adjacent islets. Journal of the Arnold Arboretum. 68(1): 105-131.
15. Little, Elbert L., Jr. 1978. Atlas of United States trees. Florida. Misc. Pub. 1361. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. [s.p.] + 256 mapas. Vol. 5.
16. Little, Elbert L., Jr. 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized). Agric. Handb. 541. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 375 p.
17. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
18. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
19. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. 303 p.
20. Pereira Carauta, Jorge Pedro. 1989. *Ficus* (Moraceae) no Brasil: conservação e taxonomia. Albertoa. 2: 64-365.
21. Pereles, José. 1960. The acidity of selected Puerto Rican woods. Caribbean Forester. 21(1/2): 41-44.
22. Sposta, Joseph W. 1960. Chemical removal of inferior tropical tree species. Trop. For. Notes 4. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
23. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartografía. 28 p. + 30 mapas.
24. Todzia, Carol. 1986. Growth habits, host tree species, and density of hemiepiphytes on Barro Colorado Island, Panama. Biotropica. 18(1): 22-27.
25. Veillón, Jean Pierre. 1986. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Lationamericano, Universidad de los Andes. 199 p.
26. Weaver, Peter L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Note SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
27. Weaver, Peter L. 1990. Tree diameter growth rates in Cinnamon Bay, St. John, U.S. Virgin Islands. Caribbean Journal of Science. 26(1-2): 1-6.
28. Wetmore, Alex. 1916. Birds of Porto Rico. Bull. 326. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 140 p.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1994. *Ficus citrifolia* P. Miller. Jagüey blanco. SO-ITF-SM-75. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.

Fraxinus uhdei (Wenzig) Lingelsh.

Fresno, tropical ash

Oleaceae Familia de los olivos

John K. Francis

Fraxinus uhdei (Wenzig) Lingelsh, conocido como fresno o tropical ash (en inglés), es un árbol atractivo de tamaño de mediano a grande, que alcanza una altura máxima de 37 m (1, fig. 1). Esta especie forestal se planta como árbol de sombra y muestra un buen potencial para la plantación forestal.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del fresno se extiende desde el área central occidental de México a través de Guatemala, desde las latitudes 25° a la 14° N. (8, fig. 2). La especie ha sido introducida con propósitos forestales en Hawaii, Puerto Rico y la India (2, 11, 21). Se ha plantado también como un árbol de sombra en Costa Rica y en áreas subtropicales de los Estados Unidos (8, 11, 19).

Clima

La precipitación anual promedio en su hábitat natural fluctúa entre 800 y 3000 mm (25). Casi toda la precipitación ocurre durante el período de mayo a octubre (9). Las temperaturas promedio varían desde 15 a 20 °C en enero hasta 20 a 25 °C en julio (25). Las heladas son ligeras y de poca frecuencia.

Suelos y Topografía

El fresno es una especie sensible a la clase de sitio; muchas plantaciones se han visto estancadas debido a las condiciones de sitio desfavorables. La única referencia en la literatura sobre la preferencia en cuanto a sitio en su área de distribución natural indica que el fresno por lo usual crece a lo largo de arroyos (24). Las observaciones en Puerto Rico y

un reporte de Hawaii (15) indican que el mejor crecimiento tiene lugar en suelos aluviales o coluviales y es pobre en pendientes erosionadas y cimas secas. El fresno parece crecer a tasas moderadas sobre tierra vegetal pedregosa de drenaje impedido (29) y sobre Ultisoles húmedos y pobres en nutrientes en las cuestas superiores. La mayoría de su distribución natural en México se encuentra arriba de los 2,400 m (13). En Guatemala, su distribución se extiende desde los 800 a los 2,000 m de elevación (24). En Hawaii, el mejor crecimiento se obtuvo a elevaciones entre 450 y 1,500 m (15).

Cobertura Forestal Asociada

Se encontró solamente una escasa información sobre las especies forestales asociadas. Los tipos de bosque en los cuales se encuentra el fresno se ven dominados usualmente por los encinas (*Quercus* spp.) (9). En las áreas agrícolas de gran antigüedad entre Puella y Texmelucán, en México, el fresno crece a lo largo de corrientes de agua junto con *Alnus glabrata* Fernald, *Salix bonplandiana* H.B.K., *Buddleia cordata* H.B.K., *Schinus molle* L. y *Populus* spp. (20).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las pequeñas flores monoicas aparecen en panículas grandes de 13 a 20 cm de largo (11). Las semillas son aladas (samaras) y tienen forma de paleta, de 2.5 a 4 cm de largo (23). No se especifica en la literatura la temporada en la cual se producen las semillas en su área de distribución natural. En Hawaii, la florescencia tiene lugar entre marzo y mayo, y la fruta se madura y cae entre julio y septiembre (1). En Puerto Rico se ha observado la florescencia ocurriendo en noviembre y enero,¹ y se recolectó una muestra de semillas



Figura 1.—Fresno, *Fraxinus uhdei*, en una plantación en Puerto Rico.

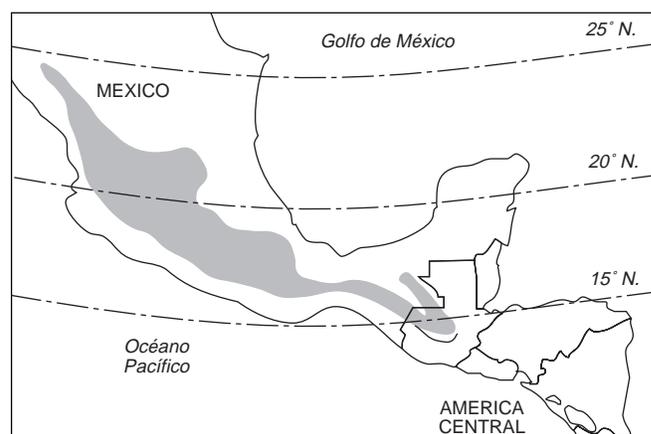


Figura 2.—Distribución natural aproximada del fresno, *Fraxinus uhdei*, en México y Guatemala.

durante el mes de agosto, también en Puerto Rico (11).

Producción de Semillas y su Diseminación.—En los árboles de plantación en la región sub-Himalaya de la India, las semillas se produjeron por primera vez a los 9 años de edad (21) y a los 15 años de edad en Hawaii (4). Las plantaciones en Puerto Rico también han producido semillas, las cuales se producen en abundancia (15). Los lotes de semillas procedentes de México promediaron 47,225 semillas por kilogramo y variaron entre 39,500 y 54,900 semillas por kilogramo (17). Las semillas del fresno, al igual que las de otras especies de *Fraxinus*, se diseminan hacia abajo y hacia afuera del árbol materno, cayendo de manera espiral. Las semillas comienzan a germinar 40 días después de la siembra (1). La escarificación no es necesaria. Las semillas se pueden recolectar de los árboles después de que han cambiado de un color verde a dorado; alternativamente, las semillas se pueden barrer y juntar de la calle o de otras superficies lisas después de su caída. Se pueden almacenar a una temperatura de 5 °C después de ser secadas a un contenido de humedad del 7 al 10 por ciento (1).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación del fresno es epigea. No se encontró ninguna información publicada en cuanto a las mejores prácticas de vivero, pero siguiendo las prácticas más exitosas para la mayoría de las especies tropicales, las plántulas deberán ser transferidas de las bandejas de germinación a bolsas de vivero cuando alcancen entre 5 y 10 cm de altura. Las plántulas deberán luego ser colocadas bajo sombra hasta que alcancen alrededor de 50 cm de altura, y deberán ser endurecidas a pleno sol antes de ser plantadas en el campo. El plantado con provisiones con las raíces desnudas también funciona bastante bien (4). La supervivencia tanto en Hawaii como en Puerto Rico ha sido muy alta.

Reproducción Vegetativa.—El fresno rebrota bien al ser cortado. La corta y la regeneración por rebrotes para mejorar la forma de árboles de 2 a 8 años de edad resultó en un 95 a un 100 por ciento de los árboles produciendo vástagos (27, 28). El 70 por ciento de los tocones cortados tuvieron por lo menos un vástago vigoroso 5 años después (32). El rebrote a partir de raíces expuestas se observó en Puerto Rico. Si la especie se comporta de manera similar a *F. americana* L., estrechamente relacionada, los injertos deberán ser fáciles de efectuar (34). Las estacas de la porción terminal de los vástagos de los tocones se arraigan con facilidad.²

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—En los buenos sitios, el fresno crece alrededor de 1 m por año en altura durante los primeros años. La tasa declina gradualmente a medida que el árbol envejece. En la tabla 1 se muestran algunas alturas y diámetros promedios para plantaciones exitosas en Hawaii y Puerto Rico. El crecimiento en diámetro permanece más o menos constante, a un nivel de 1 cm por año, permitiendo que el fresno alcance un gran tamaño. Bajo condiciones favorables en Hawaii, se reportó que los árboles

alcanzaron 30 m de altura y 61 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) a los 37 años (15). Un árbol de 54 años de edad a la orilla del camino en Puerto Rico midió 32 m de alto y 110 cm en d.a.p. En Hawaii, se reportó una producción anual de 13 a 21 m³ por ha para rodales entre 38 y 43 años de edad (2). Un rodal de 25 años de edad en Puerto Rico rindió 11.5 m³ por ha por año. No se ha establecido una edad óptima para la rotación. Sin embargo, el fresno necesita de 30 a 60 años de edad, dependiendo de la calidad del sitio, para alcanzar tamaños aserrables mercantiles.

Comportamiento Radical.—Las raíces del fresno se vuelven muy gruesas cerca de la superficie y pueden ser muy destructivas para las aceras y las orillas de las calles (26). Cuando se usan como árboles de sombra, se deberán plantar a buena distancia del pavimento. La especie no desarrolla contrafuertes. Bajo condiciones muy húmedas, se desarrollan raíces adventicias de tamaño corto en la parte inferior del tronco (10).

Reacción a la Competencia.—El fresno se planta por lo usual a un espaciamiento de 3 por 3 m (28) y se desyerba hasta que crece por encima de la vegetación herbácea en competencia. El método de plantado en forma de reja ha tenido éxito, al igual que el método de plantado en línea. Un estudio comparó el crecimiento en espaciamientos en cuadro de 1.8 m, 2.4 m, 3 m y 3.7 m. Tanto a los 5 como a los 8 años, el espaciamiento a 3 por 3 m rindió los diámetros y las alturas mayores que los espaciamientos más estrechos o más amplios (3). Si el criterio más importante es la forma, el espaciamiento inicial de 2.4 m fue el mejor. Todos estos espaciamientos deberían ser agrandados más tarde mediante el entresacado para mantener un crecimiento rápido. La respuesta en el crecimiento en diámetro se observó 5 años después de entresacar árboles de 35 años de edad. Se alcanzaron unas áreas basales de hasta 52 m² por ha sin el entresacado, pero la reducción del área basal a un nivel de 24.6 m² por ha resultó en un crecimiento en diámetro de casi el doble. Las ramas epicórmicas no se formaron en los fustes de los árboles en estos rodales entresacados (32).

Agentes Dañinos.—Durante el comienzo de la década de 1950, muchos de los árboles de fresno en la ciudad de México murieron debido al ataque del escarabajo de la corteza *Leperisinus fraxini* Panz. El control recomendado fue el de botar y descortezar los árboles con una infestación severa y el aplicar insecticida a los árboles con una infestación leve (16). Algunos árboles de plantación en Puerto Rico fueron atacados en una ocasión por los áfidos del melocotón (*Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) (9, 12). La pudrición del duramen ha ahuecado muchos árboles en algunas secciones de plantaciones en Puerto Rico. Las trozas y los maderos verdes del fresno son muy susceptibles al manchado y al daño por los insectos (22), pero la mayoría del daño se puede evitar mediante el procesamiento rápido de los maderos y mediante el tratamiento por sumersión de la madera en una sustancia química adecuada inmediatamente después de ser aserrada. Se encontró que la madera de fresno de México es moderadamente resistente a la pudrición por los hongos *Poria monticola*, *Lentinus lepideus* y *Polyporus sanguineus* (7). La madera no se considera como durable cuando se encuentra en contacto con el suelo (24). No se encontró ninguna referencia en cuanto a la resistencia a las termitas.

¹Comunicación personal, Henri Liogier, taxónomo, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, PR.

²Comunicación personal, Craig Whitesell, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Pacific Islands Forestry, Honolulu, Hawaii.

Tabla 1.—Altura, diámetro y supervivencia en plantaciones exitosas de fresno, *Fraxinus uhdei*, creciendo en Hawaii y Puerto Rico

Localidad	Precipitación	Elevación	Edad	Promedio			Referencia
				Altura	D.a.p.	Supervivencia	
	<i>mm</i>	<i>m</i>	<i>Años</i>	<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>Porcentaje</i>	
Mauna Loa, HI	5200	850	3	4	3.6	98	(29)
			10	8	11.4	96	(29)
	4120	1280	3	3	2.8	100	(29)
			11	6	3.4	83	(29)
Hamakua, HI	2800	640	5	7	nd*	100	(31)
Kalopa, HI	2080a	660	26	nd	26.9	nd	(2)
			42	nd	26.2	nd	(2)
	2080	700	32	nd	38.4	nd	(2)
			43	nd	39.1	nd	(2)
Waiakea, HI	5080	869 †	9	13	11.7	100	(30)
			9	13	10.9	87	(30)
	5080	550	5	8	7.1	100	(3)
			8	10	10.9	99	(3)
Ciénaga Alta, PR	3040	500	5	5	5.8	94	‡
			23	16	21.5	86	‡
Toro Negro, PR¶	2500	900	54	14	25.4	nd	‡

* No disponible.

† Excluye suelos seriamente erosionados en plantaciones.

‡ Información archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR.

¶ Prueba de repoblación bajo cubierta (plantado de enriquecimiento).

USOS

En México, la América Central y el suroeste de los Estados Unidos, el fresno es popular como un árbol de sombra en las calles, parques y patios (5, 8, 11). Se reporta que la madera es muy similar a la del fresno blanco (*Fraxinus americana*) (13, 22). Su color varía de rubio a un color castaño pálido, con poros grandes y una fibra recta. La madera de fresno no se explota extensamente debido a su escasez dentro de su área de distribución natural, pero tiene muchos usos. Los usos principales son para bates de béisbol, raquetas de tenis, artesanías, utensilios de cocina, muebles y molduras (6). La madera se recomienda también para la construcción, pisos, puntales de mina, hormas para zapatos y chapa (18, 22). El fresno es fácil de aserrar, cepillar y trabajar a máquina (22). La densidad de la madera es de 0.50 g/cm³ (secada al aire) y el encogimiento es menor que el de la mayoría de las maderas duras. El módulo de ruptura es de 900 kg/cm² y el módulo de elasticidad es de 117,000 kg por cm² (22).

GENETICA

Existen 26 especies de *Fraxinus* (33). El fresno está estrechamente relacionado al fresno blanco (*F. americana*) y en el pasado se le consideró como una subespecie (23). El número de cromosomas diploide del fresno blanco es de 46, pero ocurre también en las formas triploide y tetraploide (33). El fresno probablemente posee un número similar de cromosomas. Se recomienda la selección genética para la forma en el fresno (15) pero todavía no se ha implementado.

LITERATURA CITADA

- Bonner, F.T. 1974. *Fraxinus*, ash. En: Seeds of woody plants in the United States. Agric. Handb. 450. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 883 p.
- Buck, M.G.; Imoto, R.H. 1982. Growth of 11 introduced tree species in selected forest sites in Hawaii. Res. Pap. PSW-169. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 12 p.
- Burgan, R.E. 1971. A spacing trial in tropical ash. . . an interim report. Res. Note PSW-226. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 3 p.
- Carlson, Norman K.; Bryan, L.W. 1959. Hawaiian timber for coming generations. Honolulu, HI: Trustees of the Bernice P. Bishop Estate. [s.p.].
- Domir, S.C.; Roberts, B.R. 1981. Trunk injection of plant growth regulators to control tree regrowth. Journal of Arboriculture. 7(6): 141-144.
- Guridi G., L.I. 1980. La madera en las artesanías del Estado de Michoacán. Boletín Divulgativo 50. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 127 p.
- Herrera, Jaime A.; Gómez, María del Socorro; Barretero, Eduardo. 1980. Durabilidad natural de madera de catorce especies forestales mexicanas. Boletín Técnico 67. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 19 p.
- Holdridge, L.R.; Poveda A., L.J. 1975. Árboles de Costa Rica. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical. 546 p. Vol. 1.

9. Hydrometeorological Service of the USSR. 1977. Atlas of world water balance. Paris, France: The Unesco Press. [s.p.].
10. Lanner, R.M. 1964. Adventitious rooting—a response to Hawaii's environment. Res. Note 54. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 3 p.
11. Little, E.L., Jr.; Woodbury, R.O.; Wadsworth, F.H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1,024 p. Vol. 2.
12. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
13. Mell, C.D. [s.f.]. Partial list of commercial species in Mexico. Internal Memo. Washington, DC: Foreign Economic Administration. 10 p.
14. Neal, M.C. 1965. In gardens of Hawaii. Spec. Pub. 50. Honolulu, HI: Bishop Museum Press. 924 p.
15. Nelson, R.E.; Schubert, T.H. 1976. Adaptability of selected tree species planted in Hawaii forests. Resour. Bull. PSW-14. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 22 p.
16. Ortega C.H.; Verdazco G., J.; Gutiérrez P., A.; Pina L., I. 1951. Plagas y enfermedades del bosque de Chapultepec. Ciudad de México, México: Dirección General Forestal y de Caza. 81 p.
17. Patino V., F.; Villagomez A., Y. 1976. Los analisis de semillas y su utilización en la propagación de especies forestales. Boletín Devulgativo 40. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 26 p.
18. Perez O., C.; Corral L., G. 1980. Estudio anatómico de la madera de once especies de angiospermas. Boletín Técnico 64. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 77 p.
19. Roberts, B.R.; Wuertz, D.E.; Brown, G.K.; Kwolek, W.F. 1979. Controlling sprout growth in shade trees by trunk injection. Journal of the American Society of Horticultural Science. 104(6): 883-887.
20. Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Ciudad de México, México: Editorial Limusa. 432 p.
21. Shukla, N.K.; Sangal, S.K. 1980. A preliminary note on the physical and mechanical properties of *Fraxinus uhdei* grown at New Forest, Dehra Dun (U.P.). Indian Forester. 106(9): 641-644.
22. Skolmen, R.G. 1974. Some woods of Hawaii. . . properties and uses of 16 commercial species. Gen. Tech. Rep. PSW-8. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 29 p.
23. Standley, P.C. 1924. Contributions from the United States National Herbarium. Vol. 23, Part 4. Washington, DC: Smithsonian Institution, United States National Museum. 1,721 p.
24. Standley, P.C.; Williams, L.O. 1969. Flora of Guatemala. Fieldiana. 24 (VIII, 4): 266-269.
25. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartografia. 27 p.
26. Wagar, J.A.; Barker, P.A. 1983. Tree root damage to sidewalks and curbs. Journal of Arboriculture. 9(7): 117-181.
27. Walters, G.A. 1972. Coppicing to convert small cull trees to growing stock. Res. Note PSW-272. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 4 p.
28. Walters, G.A.; Wick, H.L. 1973. Coppicing to convert cull Australian soon, tropical ash to acceptable trees. Res. Note PSW-283. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 4 p.
29. Whitesell, C.D. 1976. Performance of seven introduced hardwood species on extremely stoney mucks in Hawaii. Res. Note PSW-309. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 5 p.
30. Whitesell, C.D. 1976. Underplanting trials in Ohia Rain Forest. Res. Note PSW-319. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 4 p.
31. Whitesell, C.D.; Walters, G.A. 1976. Species adaptability trials for man-made forests in Hawaii. Res. Pap. PSW-118. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 30 p.
32. Whitesell, C.D.; Wick, H.L.; Honda, N. 1971. Growth response of a thinned tropical ash stand in Hawaii. . . after 5 years. Res. Note PSW-227. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 3 p.
33. Wilson, K.A.; Wood, C.E., Jr. 1959. The genera of Oleaceae in the Southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum. 40: 369-375.
34. Wright, J.W. 1959. Silvical characteristics of white ash. Sta. Pap. 123. Broomall, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 19 p.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1990. *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsh. Fresno, tropical ash. SO-ITF-SM-28. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.

Genipa americana L.

Jagua, genipa

Rubiaceae

Familia de las rubias

John K. Francis

Genipa americana L. se conoce también por los nombres comunes de jagua (en español), genipa (en inglés), bois de fer (en francés) y genipapo (en portugués) (28). Es un árbol de tamaño mediano (fig. 1) con una corteza lisa y de color claro, un tronco recto, ramas en verticilos, hojas de color verde oscuro y fruta con una fragancia y un sabor parecidos a los de la pera (*Pyrus communis* L.). La especie tiene una distribución natural extensa, lo que se atribuye en parte a su cultivo en tiempos pre-colombinos. La madera de jagua, la cual tiene muchos usos, es de color pardo amarillento claro, de textura pareja y moderadamente pesada.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El árbol de jagua se originó probablemente en la Cuenca Amazónica y fue esparcido a través de los Trópicos Americanos por los seres humanos en tiempos pre-históricos (10). Los límites originales de su distribución se desconocen. Hoy en día, los árboles de jagua crecen naturalmente a lo largo de ambas costas en México un poco al norte del Istmo

de Tehuantepec y del istmo a través de la América Central (7) y a través del norte de la América del Sur hasta Paraguay y el norte de Argentina (20) (fig.2). Esta especie también se puede encontrar en las Antillas Mayores (a excepción de Jamaica) y en muchas de las islas de las Antillas Menores (3, 20).

Clima

El árbol de jagua está restringido a hábitats húmedos y cálidos. La distribución natural y de naturalización de la especie se encuentra por lo general restringida a áreas que reciben de 1200 a 4000 mm de precipitación anual y que tienen una temperatura anual promedio de entre 18 y 28 °C (10). A pesar de que el árbol de jagua probablemente se comporta mejor en un hábitat continuamente húmedo, algunas partes de la distribución natural tienen estaciones secas de hasta 5 meses de duración (34), durante las cuales pierde sus hojas, lo que le ayuda a evitar el estrés de la sequía. El crecer en hábitats ribereños probablemente permite a la especie el existir en un hábitat un poco más seco de lo que normalmente podría soportar. No se encuentra expuesto a heladas en su hábitat nativo y se ve dañado por temperaturas de unos cuantos grados arriba del punto de congelación (22).

Suelos y Topografía

Los árboles de jagua crecen en una variedad extensa de tipos de suelo en áreas húmedas. La especie requiere de suelos ácidos y ha prosperado en plantaciones en áreas con suelos con un pH tan ácido como de 4.6 (36). Puede habitar en sitios

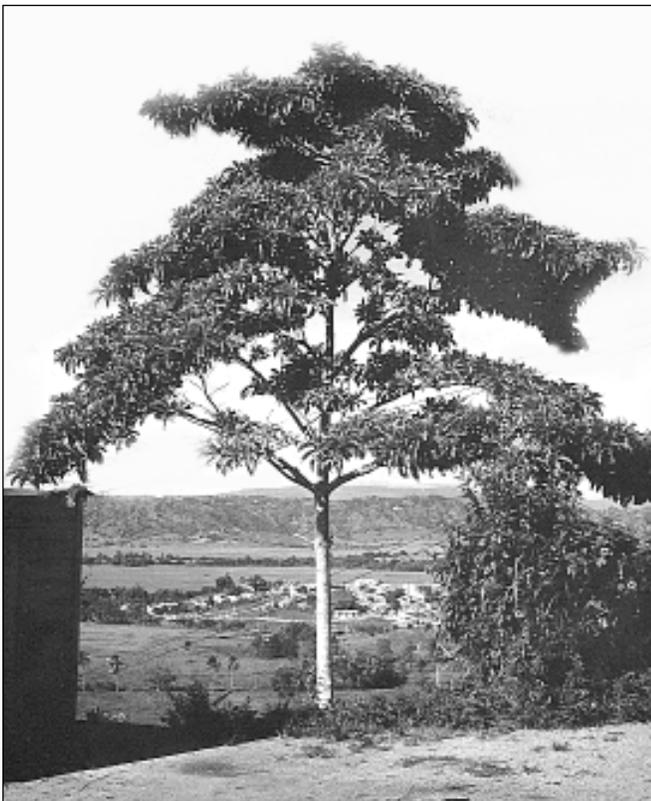


Figura 1.—Arbol joven de jagua, *Genipa americana*, creciendo en Puerto Rico.



Figura 2.—Las áreas de distribución natural e introducidas aproximadas del árbol de jagua, *Genipa americana*.

aluviales en áreas con material de origen ígneo y en suelos sobre piedra caliza gastados por la exposición a los elementos. La especie rara vez se encuentra en arenas o cerca de playas. Algunos de los árboles más grandes se desarrollan en áreas pantanosas tierra adentro (8). En la Cuenca Amazónica, se reporta como creciendo a lo largo de ríos claros y lodosos, pero no a lo largo de ríos de agua negra (10). Los árboles de jagua rara vez crecen en terrenos elevados, pero los pocos que lo hacen son por lo usual de tamaño menor que aquellos creciendo en sitios bajos. La especie crece de manera natural en sitios de hasta 1,500 m de altitud en Colombia (30).

Las plántulas de jagua se plantaron como prueba al borde de un depósito de agua que se inundaba con frecuencia. Las plantas sobrevivieron a unas tasas variando entre el 6 y el 100 por ciento después de un año, dependiendo de la severidad de la inundación. Las plántulas afectadas de manera más severa se vieron inundadas por 174 días, incluyendo días de sumersión total (12).

Cobertura Forestal Asociada

A través de su extensa área de distribución, los árboles de jagua crecen asociados con muchas especies; se dan aquí dos ejemplos de esas asociaciones. En un sitio a la margen de un río en el valle de Atrato en Colombia, se puede encontrar a los árboles de jagua creciendo con *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg, *Cecropia* sp., *Cedrela* sp., *Cespedesia macrophylla* Seem., *Guilielma gasipaes* (H.B.K.) Bailey, *Gustavia superba* Berg, *Inga* sp., *Luehea seemannii* Planch. & Triana, *Parkia* sp., *Pithecellobium* sp., *Vismia* sp. y *Vochysia* sp. (15). En los bosques de Puerto Rico, el jagua se ve usualmente restringido a los terrenos previamente utilizados para la agricultura de subsistencia. Entre las especies frecuentemente asociadas con el jagua se encuentran *Mangifera indica* L., *A. altilis*, *Andira inermis* (W. Wright) DC., *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton y *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (observación personal del autor).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores, de color amarillo claro y de buen tamaño (3.8 cm) se presentan en racimos al extremo de las ramas. Por lo general se desarrolla sólo una fruta por racimo (18). Se reporta que los árboles de jagua en el estado de Pará, en Brasil, florecen de julio a diciembre y producen frutas de octubre a junio (27). En Haití esta especie produce fruto de septiembre a enero, alcanzando un máximo en octubre y noviembre.¹

La especie produce frutos en abundancia; los árboles de 15 a 20 años de edad a veces producen de 400 a 600 frutas por año. Los árboles pueden comenzar a producir frutas de 6 a 8 años después de la etapa de plántula (10, 11). Seis árboles de procedencia natural y seis árboles injertados en Brasil produjeron un promedio de 7.6 y 11.2 kg de frutas por árbol por año, respectivamente (27).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Se reporta que las frutas de jagua en Brasil han rendido un

promedio de 266 semillas por fruta. Las semillas pesaron un promedio de 0.078 g por semilla y hubieron 12,800 semillas por kilogramo (27). Una muestra de semillas en Puerto Rico promedió 14,770 semillas por kilogramo (21). En otra muestra procedente de Puerto Rico, las semillas promediaron 0.050 g por semilla o 20,000 semillas por kilogramo (observación personal del autor). Las semillas frescas retuvieron su viabilidad por 3 meses a temperatura ambiente (29). Se pueden extraer grandes cantidades de semillas a partir de fruta que ha caído al suelo.

Se han reportado semillas en las heces de monos (especies no especificadas) y coyotes (*Canis latrans*) en Costa Rica (16). Probablemente un gran número de mamíferos salvajes y domésticos, aves y murciélagos ayudan en la dispersión de las semillas.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas de jagua es epigea. Las semillas sembradas en turba germinaron a una tasa del 60 por ciento, comenzando 25 días después de la siembra y continuando por 2 meses (observación personal del autor). La sombra parece ser beneficiosa a las plántulas al principio, y se necesita de una protección adecuada contra la sequía. En el vivero, las plántulas han resultado difícil de producir. Más de la mitad de un grupo de plántulas en Puerto Rico desarrolló una clorosis que terminó siendo fatal para la mayoría de las plántulas que mostraron síntomas. Sólo las hojas se vieron afectadas al principio, dejando la raíz y el tallo intactos, pero incapaces de rebrotar y crecer. En unos pocos casos, las hojas recobraron su color verde y las plantas empezaron otra vez a crecer (observación personal del autor). Esta condición se observó también en un vivero en Haití, en donde terminó siendo imposible el crecer plántulas en un mezcla para la siembra producida localmente, hecha de tierra, bagazo de caña y cáscara de arroz. Los síntomas se diagnosticaron como una deficiencia de nutrientes resultando de una sensibilidad a suelos alcalinos o el agua de irrigación.¹ El problema se eliminó al plantar las plántulas en musgo.

Las plántulas de jagua crecen lentamente al principio. Se ha reportado que les toma 1 año en alcanzar un tamaño plantable de 20 a 40 cm (10). Un grupo de plántulas producido por el autor alcanzó una altura promedio de 28 cm 17 meses después de la siembra. Este período hubiera sido probablemente menor si se hubieran evitado los problemas nutricionales mencionados anteriormente. Debido a su sensibilidad a la sequía, el único método práctico para establecer la especie es el uso de plántulas en contenedores. Es mejor el remover las bolsas plásticas del vivero; las plántulas deberán ser removidas de los tiestos con el terrón. El plantado en el campo a un espaciamiento de 10 por 15 m se recomienda para la producción de fruta. El plantado para la producción maderera deberá ser más compacto, con un espaciamiento de aproximadamente 3 por 3 m, para promover la poda natural. Una combinación de objetivos madereros y frutales parece perfectamente lógica e involucraría el cultivo de los árboles a espaciamientos estrechos inicialmente, hasta que se haya desarrollado definitivamente el fuste claro y se alcance el tamaño mínimo comercial. Los árboles serían entonces entresacados para alcanzar un espaciamiento mayor y permitirles desarrollar copas amplias para la producción de fruta y a la vez asegurar un aumento acelerado en el diámetro de los tallos restantes. Las ramas epicórmicas no se desarrollarán. Después de 20 ó 30 años de producción de fruta, los árboles de gran tamaño serían cosechados para

¹Timyan, Joel. Universidad de Auburn, School of Forestry, Auburn, AL 36849. Comunicación personal con el autor.

obtener trozas para el aserradero.

Cuando se comparó a los 36 meses de edad el crecimiento de plántulas plantadas a pleno sol con aquel de plántulas plantadas a sombra parcial creada por los cortes selectos, las plántulas habían crecido a tamaños promedio de 4.1 y 2.5 m, respectivamente. Ambos tratamientos tuvieron una supervivencia del 92 por ciento (4). A los 4.3 años de edad, las mismas plántulas que crecieron a pleno sol promediaron 9.5 m de altura y 13.5 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) (36). En otro plantío en el Bosque Nacional de Tapajos en Brasil, las plántulas de 32 meses de edad promediaron 3 m de altura y 3.6 cm en d.a.p. y tuvieron una supervivencia del 84 por ciento (37). Las plántulas de jagua plantadas en un bloque en un sitio húmedo (1600 mm de precipitación anual) tipo sabana en Venezuela promediaron 3 m de altura a los 5 años y tuvieron una supervivencia del 88 por ciento (11). Las plántulas de jagua plantadas durante un experimento de comparación de especies en Río Cauca, Colombia, tuvieron una altura promedio de 5.2 m, un d.a.p. promedio de 4.2 cm y una supervivencia del 80 por ciento después de 3.5 años (5). Cuatro plantíos pequeños experimentales en terrenos elevados se efectuaron en Puerto Rico. La supervivencia inicial fue buena; sin embargo, a los 10 años la supervivencia fue de sólo 12 a 40 por ciento y la altura promedio de los árboles en las parcelas varió de 1 a 5 m.

Reproducción Vegetativa.—La especie se puede propagar mediante acodos e injertos de yemas (10, 22). Las plántulas y los brinzales rebrotarán al ser cortados.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Aunque por lo general el jagua es un árbol de tamaño pequeño (a veces un arbusto) en fincas abandonadas y en bosques ribereños y en terreno elevado, a veces puede alcanzar más de 30 m de altura y más de 0.5 m en d.a.p. en bosques pantanosos en Guyana (8). Los árboles maduros en Puerto Rico tienen por lo general de 10 a 25 m de altura y hasta 0.5 m en d.a.p. La especie crece de acuerdo al modelo de Fagerlind de arquitectura arbórea en el cual un líder recto monopodial establece verticilos de ramas espaciados (14). El árbol de jagua tiende a tener un fuste sin ramificaciones hasta la base de una copa de ramas gruesas.

Los árboles de jagua en una plantación de 9 años de edad en el estado de Minas Gerais en Brasil, promediaron 12.2 cm en d.a.p., 8.7 m de altura y rindieron un promedio anual de 19.8 m³ por ha y 13.1 toneladas secas de madera por hectárea (25). A los 49 años de edad, dos árboles que habían sido plantados en un bosque subtropical muy húmedo en Puerto Rico midieron 53 y 43 cm en d.a.p. y 18 y 28 m de altura, respectivamente (observación personal del autor). La especie probablemente podría ser manejada con éxito para obtener troncos aserrables en plantaciones, pero las dificultades del establecimiento, la lenta tasa de crecimiento y el valor moderado de la madera probablemente no justifican el esfuerzo y el costo que se requeriría.

Comportamiento Radical.—Las plántulas de jagua producen raíces pivotantes largas y delgadas; los árboles de mayor tamaño tienden a tener raíces profundas (1). La base del árbol no forma contrafuertes.

Reacción a la Competencia.—A pesar de una producción de semillas masiva y de una extensa dispersión de las mismas, se establecen muy pocas plántulas.

Aparentemente la germinación bajo condiciones naturales es baja o la mortalidad masiva poco después de la germinación; pocas plántulas en estado avanzado se encuentran en estado silvestre. El árbol de jagua es intolerante a la sombra densa y probablemente requiere de una reducción de la cobertura vegetal para establecerse. La especie es en su mayoría un componente menor en bosques primarios, creciendo por lo usual como árboles solitarios. En Brasil y Venezuela la densidad de los árboles del estrato superior puede variar de uno a dos por hectárea hasta uno en varias hectáreas (23, 33). En contraste, la especie es común en tierras previamente usadas para la agricultura, en particular en la cercanía de viviendas ya sea en uso o en desuso. Casi todos los árboles de jagua en Puerto Rico se encuentran en fincas de subsistencia en uso o abandonadas (observación personal del autor). Las plántulas de jagua crecieron muy lentamente al plantarse en una mezcla con el árbol leguminoso de crecimiento rápido *Senna siamea* (Lam.) Irwin & Barnaby (11). La relación entre la copa y el diámetro del árbol en nueve árboles seleccionados por sus cualidades fenotípicas superiores en Haití, variando en d.a.p. de 20 a 57 cm, promedió un 22 por ciento.¹

Agentes Dañinos.—Varios insectos coleópteros, homópteros y lepidópteros se reportan usando la especie como huésped, aunque ninguno parece causar un daño serio (10, 23). Las trozas de madera son susceptibles a varios géneros causantes de la carcoma, pero son resistentes a los hongos que manchan la albura bajo circunstancias normales (19). La madera en uso (para la construcción, etc.) es muy susceptible al ataque por las termitas de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker) (31, 35). El árbol de jagua posee poca resistencia a los escarabajos del género *Lyctus* spp. o al barrenador marítimo (*Teredo* spp.) (7). La madera es susceptible a la pudrición y no deberá ser usada en contacto con el suelo.

USOS

La albura del árbol de jagua es de color crema, gradualmente fundiéndose con el duramen de un color pardo amarillento muy claro que a veces posee un ligero tinte rosado o azul. En algunas piezas es evidente un poco de figura. La madera tiene un lustre mediano y una textura fina (19).

La madera se seca al aire lentamente, resultando en sólo una cantidad menor de curvatura y prácticamente ninguna cuarteadura superficial (6). Se reporta una contracción durante el secado al aire de 1.7 a 5.0 por ciento radialmente, de 4.1 a 9.1 por ciento tangencialmente y de 13.5 a 23.3 por ciento volumétricamente (2, 6, 19, 24).

Se reporta una variedad de densidades para la madera de jagua. Unas muestras de madera procedentes de Brasil, Puerto Rico y Venezuela se reportan como teniendo unas densidades de 0.68 g por cm³ (15 por ciento de humedad) (24), 0.82 g por cm³ (secada al horno) (19) y 0.70 g por cm³ (12 por ciento de humedad), respectivamente (2). Las muestras de duramen tomadas por el autor de un árbol en Puerto Rico promediaron 0.60 g por cm³ (secado al horno). De Guyana se reportan densidades de la madera, supuestamente secada al aire, variando entre 0.67 y 0.83 g por cm³ (8). La resistencia de muestras procedentes de Brasil (15 por ciento de humedad) y de Venezuela (12 por ciento de humedad) se reportan como sigue: módulo de ruptura, 1,004 y 937 kg por cm², y módulo

de elasticidad, 65,000 y 120,000 kg por cm² (2, 24). Las dimensiones y propiedades de las fibras de la madera de esta especie han sido publicadas (7).

La madera del árbol de jagua se trabaja a máquina mejor que muchas de las mejores maderas para la ebanistería, tales como la caoba y la teca. También se tiñe y se acaba bien, se encola de manera satisfactoria y tiene una buena resistencia a rajarse con tornillos (19). Entre los usos de la madera se encuentran hormas para zapatos, mangos de herramienta, artículos torneados, trabajo doblado, material para muebles, ebanistería, pisos, chapas decorativas y paneles (6). Al presente la madera se vende sólo en los mercados locales. Sin duda la especie adquiriría mayor importancia si hubiera un mayor volumen disponible.

La fruta del árbol de jagua fue una importante fuente alimenticia en tiempos históricos y pre-históricos. La fruta, hoy en día de menor importancia, se consume de manera limitada en áreas rurales. Muchos son de la opinión de que el sabor de la fruta es desagradable (10). El sabor se puede describir como ligeramente (más fuerte en algunas áreas) ácido, parecido a las peras o manzanas secas, con un resabio algo jabonoso o podrido (observación personal del autor). La fruta se usa más a menudo en la preparación de jugos, jalea, confites y licores (10). El mesocarpio de la fruta contiene (análisis incompleto) un 73 por ciento de agua, 13 por ciento de azúcar, 8 por ciento de celulosa, 1 por ciento de ceniza, 0.72 por ciento de ácido tartárico y 0.35 por ciento de aceites esenciales (10).

La fruta de la especie es consumida por los animales silvestres y el ganado doméstico (16, 18). A la vez, las flores son una fuente de néctar para las abejas de miel (17). La corteza contiene un 70 por ciento de tanino y debería ser adecuada para curtir el cuero (24). Otros usos menores para este árbol incluyen la sombra para los animales de pasto, postes de cercas vivos y para leña.

A la llegada de los colonizadores europeos, los indígenas de las Indias Occidentales y de la América del Sur usaban el jugo de la fruta verde del árbol de jagua para teñirse el cuerpo. Las áreas tratadas se volvían negras al exponerse al sol y permanecían de ese color por 12 a 15 días (9). El ingrediente activo, un iridoide de genipin, reacciona con proteína para producir el color oscuro (13). El tinte para el cuerpo todavía se usa en áreas remotas de la América del Sur. Se usaba también en el pasado de manera comercial para teñir las telas de un color azul negro (28).

Se reporta que el jugo de las frutas inmaduras del árbol de jagua sana las heridas y úlceras pequeñas (10). Una preparación hecha del árbol tiene la reputación de ser la única sustancia natural capaz de remover el pez parasítico de la América del Sur de tamaño extremadamente pequeño (*Vandellia* sp.) que penetra los orificios del cuerpo humano (20).

GENETICA

Entre los sinónimos botánicos se encuentran *G. oblongifolia* R. & P., *G. excelsa* Krause y *G. americana* var. *caruto* Schum. (26, 30). *Genipa caruto* H.B.K., otra especie americana, está estrechamente aliada al árbol de jagua y difiere de él por tener hojas densamente vellosas (28); algunos especialistas en botánica las consideran como dos formas de la misma especie (32).

LITERATURA CITADA

1. Aristiguieta, Leandro. 1962. Árboles ornamentales de Caracas. Caracas, Venezuela: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela. 218 p.
2. Arroyo Pérez, Joel. 1971. Clasificación de usos y esfuerzos de trabajo para maderas venezolanas. Mérida, Venezuela: Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Universidad de Los Andes. 89 p.
3. Bisse, Johannes. 1988. Árboles de Cuba. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 384 p.
4. Carvalho Filho, A. P. 1979. Seleção de espécies promissoras para atividades de reflorestamento em função das características silviculturais relatório técnico de avaliação preliminar. Brasil Floristal. 10(37): 72-87.
5. Castaño, Francisco; Quiroga, Francisco. 1990. Comparación de crecimiento en experimentos de adaptación de especies forestales en primera fase realizados en la cuenca alta del Río Cauca, Zona Andina, Colombiana. En: Salazar, Rodolfo, ed. Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: 421-437.
6. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
7. Echenique-Manrique, Ramón; Barajos Morales, Josefina; Pinzón Picaseño, Luis M.; Pérez Morales, Victor. 1975. Características tecnológicas de la madera de diez especies. Estudio botánico y ecológico de la región del Río Uxpanapa, Veracruz No. 1. Ciudad de México, México: Laboratorio de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 65 p.
8. Fanshawe, D.B. 1948. Forest products of British Guiana. Part 1: Principal timbers. For. Bull. 1. Georgetown, Guiana: Forest Department, British Guiana. 101 p.
9. Fernández de Oviedo, Gonzalo. 1959. Natural history of the West Indies. Chapel Hill, NC: The University of North Carolina Press. 140 p.
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1986. Food and fruit-bearing forests species. 3: Examples from Latin America. For. Pap. 44/3. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 308 p.
11. García Colmenarez, José R. 1978. Evaluación preliminar de la plantación experimental con especies forestales en las sabanas de la estación El Irel. Barrancas, Estado Barinas, Venezuela. Revista Forestal Venezolana. 28: 97-143.
12. Goncalves Salvador, José. 1986. Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de deplacão de reservatórios. Piracicaba, São Paulo, Brazil: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. 33: 73-78.
13. Gottlieb, Otto R. 1985. The chemical uses and chemical geography of Amazon plants. En: Prince, Ghilleen T.; Lovejoy, Thomas E., eds. Key environments Amazonia. Oxford, UK: Pargamon Press: 218-238.

14. Hallé, F.; Oldeman, R.A.A.; Tomlinson, P.B. 1978. Tropical trees and forests, an architectural analysis. New York: Springer-Verlag. 441 p.
15. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi." 1977. Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia. No. 11. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi." 238 p. Vol. 13.
16. Janzen, D.H.; Wilson, D.E. 1983. Mammals. En: Janzen, Daniel H., ed. Costa Rican natural history. Chicago: University of Chicago Press: 426-442.
17. Liogier, Alain Henri. 1978. Árboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
18. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
19. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
20. López, Juan Alberto; Little, Elbert L., Jr.; Ritz, George F. [y otros]. 1987. Árboles comunes del Paraguay. Washington, DC: Peace Corps. 425 p.
21. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10(1): 11-30.
22. Martin, Franklin W.; Campbell, Carl W.; Ruberté, Ruth M. 1987. Perennial edible fruits of the Tropics. Agric. Handb. 642. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 247 p.
23. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Department of Entomology, University of Puerto Rico. 303 p.
24. Melo, Cunha E. 1971. Estado dentrológico e determinação das características físicas e mecánicas do genipapo — *Genipa americana* L. Brasil Floristal. 2(8): 17-21.
25. Mendes, Carlos J.; Rezende, Gustavo C. de; Suiter Filho, Walter; Morales, Tito S. de A. 1982. Considerações sobre o potencial silvicultural e energético de quatro espécies nativas. Silvicultura em São Paulo. 16A(2): 1350-1359.
26. Mendoza B., Rodolfo. 1979. Frutales nativos y silvestres de Panamá. Ciudad de Panamá, Panamá: Universidad de Panamá. 171 p.
27. Müller, Carlos Hans. 1989. Comportamento de fruteiras tropicales em cultivos simples e consorciado. En: Relatório técnico anual do centro de pesquisa agropecuária do trópico úmido. Belém, Para, Brasil: Empresa Brasileira da Agropecuária: 109-117.
28. Record, Samuel J.; Mell, Clayton D. 1924. Timbers of tropical America. New Haven, CT: Yale University Press. 610 p.
29. Rizzini, Carlos Toledo. 1978. Árvores e madeiras úteis do Brasil. São Paulo, Brasil: Editora Edgard Blücher, Ltda. 296 p.
30. Romero Castañeda, Rafael. 1961. Frutas silvestres de Colombia. Bogotá, Colombia: Usaquen. 342 p. Vol. 1.
31. Schiffino, José. 1945. Riqueza forestal dominicana. Trujillo, República Dominicana: Editora Montalvo. 291 p. Vol. 1.
32. Standley, Paul C.; Williams, Louis O. 1975. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany. 11(1-3): 79-81.
33. Veillón, Jean P. 1963. Relación de ciertas características de la masa forestal de los bosques de unas zonas de Venezuela con el factor climático: humedad pluvial. Boletín 3. Mérida, Venezuela: Facultad de Ciencias Forestal, Universidad de Los Andes. 45 p.
34. Veillón, Jean P. 1986. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 199 p.
35. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.
36. Yared, J.A.G.; Carpanezzi, A.A. 1982. Ensaio de espécies a pleno sol com "one-tree-plot" na Floresta Nacional do Tapajós. Boletim de Pesquisa 35. Belém, Para, Brasil: Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. 34 p.
37. Yared, J.A.G.; Carpanezzi, A.A.; Carvalho Filho, A.P. 1980. Ensaio de espécies florestais no planalto do Tapajós. Boletim de Pesquisa 11. Belém, Para, Brasil: Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. 22 p.

***Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.**

**Leguminosae (Papilionoideae)
Faboideae**

John A. Parrotta

Gliricidia sepium (Jacq.) Walp., conocido comúnmente como gliricidia, madre de cacao, mata-ratón, madero negro y mother of cocoa (en inglés), es un árbol caducifolio de tamaño pequeño o mediano y sin espinas, con un tronco corto y una copa esparcida e irregular (fig. 1). El madre de cacao, nativo a México y la América Central, ha sido cultivado extensamente en regiones tropicales y subtropicales fuera de su área de distribución natural para ser usado como una cerca viviente; para la producción de maderos pequeños, leña y forraje, y como un árbol de sombra y poste viviente para hortalizas en sistemas agroforestales (22, 25).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La información más confiable disponible al momento sugiere que el madre de cacao es nativo a México y la América Central en un área que abarca 18° de latitud, desde la 25°30' N. en el noroeste de México hasta la 7°30' N. en Panamá (22) (fig. 2). También se le ha descrito como nativo al norte de la América del Sur hasta Venezuela y las Guayanas (26, 35).

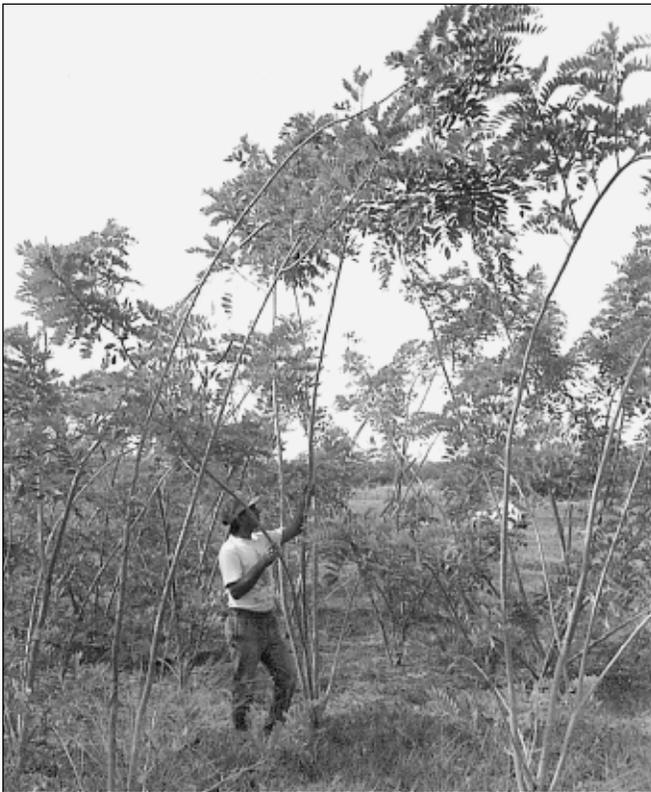


Figura 1.—*Madre de cacao*, *Gliricidia sepium*, de dos años de edad creciendo en una plantación en un sitio costero en Puerto Rico.

Gliricidia, madre de cacao

**Familia de las leguminosas
Subfamilia de las habas**

Desde la época pre-colombina la especie se ha cultivado e introducido extensamente mucho más allá de su área de distribución natural. Se ha naturalizado en las Indias Occidentales desde Cuba y Jamaica hasta las Antillas Menores, Trinidad y Curaçao (32), y en Hawaii, Africa Occidental, el sur de Africa, la India, Sri Lanka, Tailandia, las Filipinas, Indonesia y Australia (22, 26). En Puerto Rico es común encontrar árboles plantados a las márgenes de los caminos, en cercos y como una planta de ornamento en las regiones costeras húmedas y secas, en las regiones húmedas de piedra caliza y en las regiones montañas bajas (26).

Clima

La mayoría del área de distribución natural del madre de cacao se caracteriza por un clima sub-húmedo, con una precipitación anual promedio de entre 900 y 1500 mm y una estación seca de 5 meses de duración entre diciembre y abril. Las áreas más secas de su área de distribución natural reciben de 600 a 700 mm de precipitación anual con una estación seca de 7 a 8 meses de duración. Las áreas más húmedas de su área de distribución natural reciben hasta 3500 mm de precipitación anual con una estación seca bien definida pero de menor duración (22). El madre de cacao ha sido cultivado en climas más húmedos que carecen de una estación seca definida. El mejor crecimiento ocurre en áreas que reciben entre 1500 y 2300 mm de precipitación anual (25). En Puerto Rico, el madre de cacao crece en áreas que reciben entre 1000 y 1900 mm de precipitación al año.

La especie se reporta como tolerante a la sequía e intolerante a las heladas (22, 25). Unas temperaturas anuales promedio de entre 22 y 28 °C son características de las áreas de distribución natural y artificial de la especie, con unas temperaturas máximas promedio de 34 a 41 °C durante los meses más calientes y unas temperaturas mínimas promedio de 14 a 20 °C durante los meses más fríos (51).

Suelos y Topografía

En su área de distribución natural, el madre de cacao crece en una variedad de tipos de suelo, desde arenas puras hasta regasoles pedregosos sin estratificación y Vertisoles negros profundos, y se cultiva en suelos desde arcillas hasta francos arenosos (22). Los suelos son predominantemente bien drenados y altamente perturbados como resultado de ya sea la remoción de la vegetación o la erosión, y a menudo regasoles pedregosos y superficiales de origen volcánico reciente (22, 35). A veces se pueden encontrar rodales extensos en dunas costeras ligeramente salinas con un nivel de agua subterránea durante la estación seca hasta una profundidad de 10 m (22). La especie es intolerante a las condiciones pantanosas o a la compactación del suelo en Vertisoles negros y muy alcalinos (22). El pH del suelo en la mayoría del

área de distribución del madre de cacao es de 5.5 a 7.0 (22).

En Puerto Rico, el madre de cacao se cultiva como una planta de ornamento en las regiones de piedra caliza costeras secas y húmedas y montañas centrales en una variedad de suelos (26). Se ha observado un buen crecimiento inicial en un sitio en una plantación costera en Puerto Rico, caracterizado por arenas ligeramente salinas y alcalinas (pH de 7.5 a 8.5) (observación personal del autor).

Dentro de su área de distribución natural, el madre de cacao ocurre en la mayoría de las posiciones topográficas, desde el nivel del mar hasta una altitud de 1,200 m, y ha sido cultivado a 1,600 m en Guatemala y Costa Rica (22, 25). En Puerto Rico, esta especie exótica crece entre el nivel del mar y los 600 m, y en las Filipinas entre el nivel del mar y los 900 m (36).

Cobertura Forestal Asociada

En México y la América Central, el madre de cacao forma ya sea rodales puros o domina la vegetación en bosques secundarios mixtos en sitios severamente perturbados, tales como las dunas costeras, las riberas de ríos, las planicies inundables y los sitios de cultivo migratorio abandonados (22). Al presente, no hay publicaciones disponibles con información sobre las especies forestales asociadas dentro del área de distribución natural de la especie. En baldíos salinos calcáreos en Barbados, el madre de cacao se asocia con *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton, *Cordia obliqua* Willd., *Ricinus communis* L. y *Albizia lebbek* (L.) Benth. (18).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El madre de cacao florece por lo común

durante la temporada seca, cuando los árboles se encuentran parcial o totalmente defoliados. A pesar de que el tiempo de la florescencia varía tanto dentro de y entre los sitios, ocurre por lo usual entre enero y marzo en el área de distribución natural de la especie y entre diciembre y mayo en Puerto Rico y en otras partes del Caribe (18, 26). Las flores en forma de guisante, rosadas y vistosas, aparecen en racimos numerosos y sin ramificar, de 5 a 12 cm de largo en una posición opuesta a las hojas en las ramas viejas (fig. 3). Las flores individuales, de aproximadamente 2 cm de largo, crecen en pedúnculos delgados y consisten de un cáliz acampanado con cinco indentaciones, de color verde claro con acentos rojos y una corola en forma de guisante de cinco pétalos rosado blanquecinos o con acentos morados, con un estandarte o pétalo superior amplio, amarillento cerca de su base, dos alas oblongas y curvas, y dos pétalos unidos. Hay 10 estambres blanquecinos; 9 de ellos se encuentran unidos para formar un tubo y el otro se encuentra separado. El pistilo tiene un ovario rojo, estrecho y pedunculado, y un estilo doblado y blanquecino (25).

Los árboles pueden comenzar a florecer y dar fruto durante la segunda temporada de crecimiento (observación personal del autor), usualmente dentro de los primeros 5 años (22). La duración de la florescencia puede mostrar una variación considerable de un año al otro. En Sierra Leone, por ejemplo, el período promedio de la florescencia para un grupo de 20 árboles en un huerto de semillas fue de 31, 43 y 88 días en 3 años consecutivos (6). Las frutas consisten de vainas planas, de 10 a 15 cm de largo y de 12 a 15 mm de ancho, y son verde amarillas cuando inmaduras, volviéndose de pardo oscuro a negro cuando maduras. Una vaina contiene de tres a ocho semillas (6, 25). El período entre la florescencia y la maduración de las vainas es corto, por lo general de entre 40 y 55 días (22). En la América Central, el período de maduración máxima varía entre el final de febrero y el final de mayo en diferentes sitios y depende grandemente de la

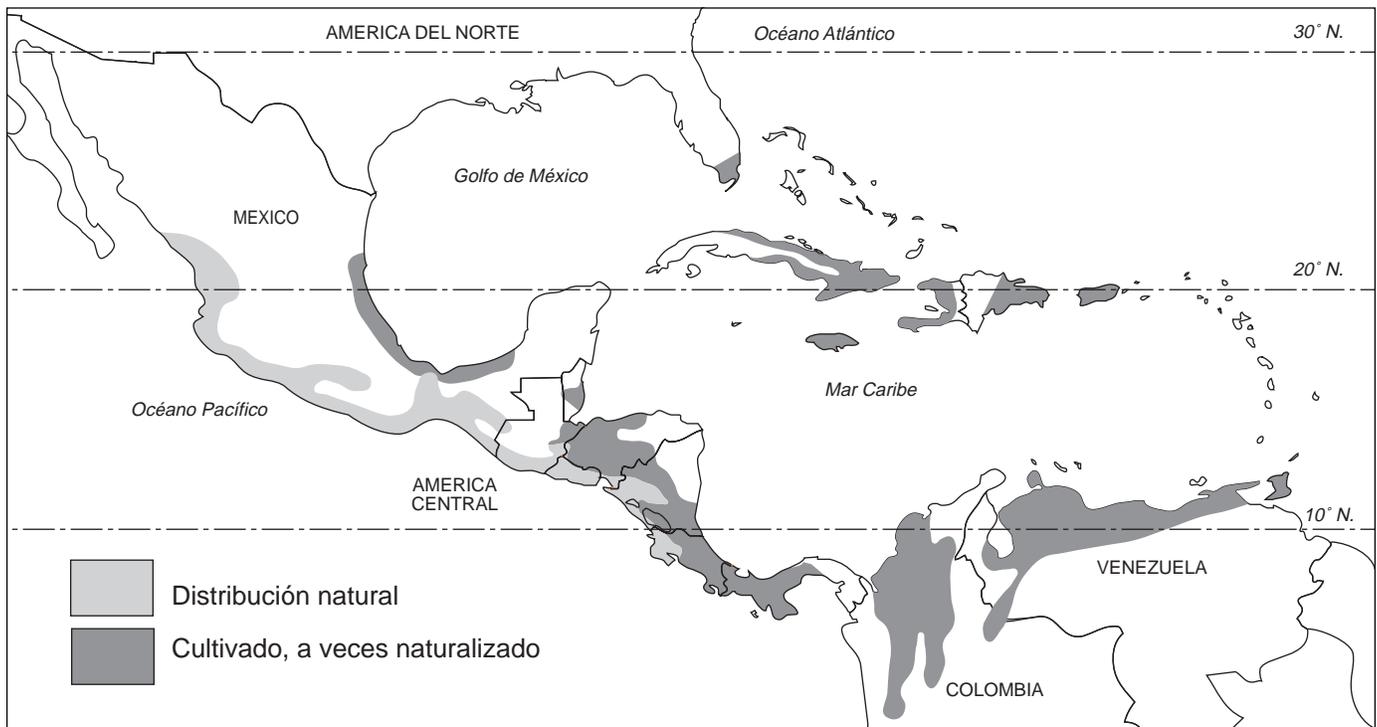


Figura 2.—Distribución natural e introducida del madre de cacao, *Gliricidia sepium*, en la América tropical.

elevación; la maduración ocurre más tarde en las mayores elevaciones (22).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del madre cacao son elípticas, en forma de frijol, brillantes, de un color de pardo claro a oscuro y de 10 mm de largo (25) (fig. 3). Hay aproximadamente entre 4,700 y 11,000 semillas por kilogramo, con una variación considerable en el peso de las semillas dependiendo de la procedencia (22, 51). En su área de distribución natural, el madre de cacao produce semillas en la mayoría de los años a un tiempo altamente pronosticable. Este no parece ser el caso en donde la especie es cultivada, posiblemente debido a los factores genéticos y a la falta de insectos polinizadores (22). La producción de semillas en un huerto de semillas de 18 meses de edad en Nigeria promedió 37 kg por ha (47). Las vainas dehiscentes se rizan y liberan las semillas en forma explosiva, las cuales pueden ser dispersadas hasta una distancia de 25 m, incluso a partir de árboles pequeños (22).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en el madre de cacao es epigea. Las semillas germinan con facilidad sin ningún tratamiento previo, aunque algunos autores recomiendan remojar las semillas en agua caliente, para luego enfriarlas por aproximadamente 12 horas antes de sembrarlas (51). La germinación en las semillas frescas es por lo usual del 90 al 100 por ciento y tiene lugar entre 3 y 15 días después de la siembra (22, 28, 39, 51).

Las semillas aparentemente permanecen viables por hasta 12 meses cuando almacenadas (51), aunque pruebas efectuadas en Puerto Rico mostraron una declinación en la germinación, de 99 por ciento para semillas frescas a 68 y 30 por ciento para semillas almacenadas a 26 °C por entre 3 y 6 meses, respectivamente (28). Las semillas frescas y viables

tienden a ser de un color pardo claro, pero se vuelven de un color pardo oscuro y pierden su viabilidad durante el almacenamiento.¹ La germinación de las semillas no se ve afectada por la temperatura de almacenamiento entre los 20 y 32 °C, pero la germinación baja hasta cero cuando las semillas se almacenan entre los 32 y 40 °C (52).

Las semillas en el vivero se plantan por lo normal en suelos de textura ligera y bien drenados. Las plántulas producidas en el vivero por lo usual alcanzan un tamaño plantable en 2 ó 3 meses (51; observación personal del autor). Las plantaciones se establecen por lo común usando plántulas en contenedores o estacas derivadas de ramas (51). En áreas que reciben una precipitación errática, se prefieren las estacas de 1.2 m a las de 0.5 m de largo (55). En pruebas de vivero en Costa Rica involucrando 10 procedencias centroamericanas, las alturas promedio de las plántulas para todas las procedencias fueron de 4.9 cm a los 15 días y 42.2 cm a los 60 días, con un diámetro promedio del collar radical de 6.3 mm a los 60 días (39). En pruebas efectuadas en Puerto Rico, la siembra directa de semillas resultó en una supervivencia y crecimiento buenos durante los primeros 3 meses después de la siembra, pero durante los 15 meses subsiguientes sólo el 7.5 por ciento de las plántulas sobrevivió, y la altura promedio de las plántulas fue de 1.3 m.¹

La producción abundante de semillas, la germinación rápida y el vigoroso crecimiento inicial de las plántulas hacen del madre de cacao un colonizador agresivo en hábitats perturbados tales como la orilla de los caminos y las áreas deforestadas en su área de distribución natural en México y la América Central (22). La regeneración natural del madre de cacao tiende a ser muy pobre en áreas en donde es plantado en Puerto Rico y Nigeria (6).

Reproducción Vegetativa.—El madre de cacao se propaga con facilidad mediante estacas con o sin tratamiento con auxinas, siempre que las estacas sean de una edad y tamaño adecuados (13). Se obtienen por lo usual buenos resultados usando estacas de tallos que tengan 6 meses o más de edad, con una longitud mínima de 50 cm, y plantando las estacas en suelo húmedo a una profundidad mínima de 10 cm (53). Las estacas de tallos pueden ser tan grandes como los postes para cerca (25). Se efectuaron experimentos con estacas de madera blanda de 20 cm de largo (de 6 meses de edad) y de madera madura (de 6 a 12 meses de edad) bajo regímenes de riego, aplicación de hormonas y tratamientos de remoción de la corteza (de la base de la estaca) diferentes. Los resultados indicaron que las estacas cortas de madera blanda no se arraigan, sin importar el tratamiento usado (15). El mismo estudio reportó que tanto el polvo de hormonas para la producción de raíces como la remoción de la corteza aumentaron la tasa de supervivencia de las estacas maduras 35 días después del establecimiento. El tratamiento más exitoso (supervivencia del 86 por ciento) para las estacas maduras fue el de la remoción de la corteza y el irrigado con rocío por 3.5 minutos a intervalos de 12 horas. Se han producido plantitas mediante el cultivo histológico usando polen (2).

El madre de cacao rebrota con facilidad después de cortado y a menudo se maneja mediante la corta y el desmochado. Un nuevo crecimiento vegetativo rápido ocurre incluso

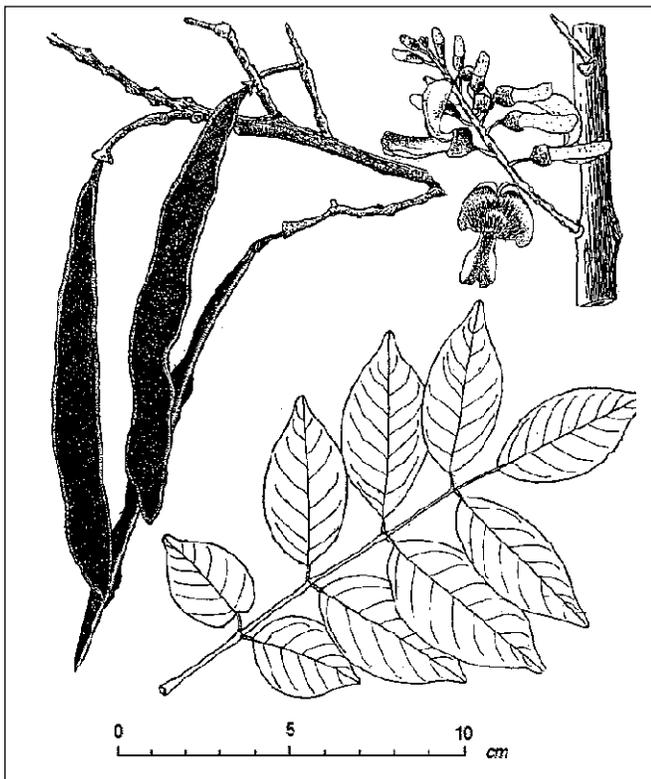


Figura 3.—Follaje, flores y fruta del madre de cacao, *Gliricidia sepium* (26).

¹Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR.

después de que los incendios severos han matado la parte superior de los árboles (22). De manera similar, las plántulas cuyas porciones aéreas fueron destruidas por vientos huracanados se recobraron rápidamente mediante la producción de numerosos rebrotes basales (33).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Los árboles maduros se caracterizan por troncos cortos que son a menudo retorcidos. Los árboles podrán tener un d.a.p. de hasta 30 cm, con una corteza gris o parda clara, lisa o ligeramente agrietada, y copas irregulares y esparcidas. El tamaño promedio cuando maduros varía de 5 a 15 m. Las hojas son alternadas, pinadas compuestas, de 15 a 40 cm de largo, con ejes delgados y verde-amarillos cubiertos con vellos finos. Cada pina está compuesta de 7 a 17 pares de hojuelas y una hojuela terminal. Las hojuelas son elípticas lanceoladas, de 3 a 6 cm de largo y 1.5 a 3.0 cm de ancho. Las hojuelas, de bordes lisos, tienen una punta corta o larga, y son redondeadas en su base o con una punta corta, con una superficie superior delgada, de color verde opaco y sin vellos; una superficie inferior ligeramente vellosa y de color verde gris; y pecíolos vellosos de 5 mm de largo (25) (fig. 3).

Cuando se maneja como una siembra en forma de hileras de setos o como una cerca viviente, el madre de cacao se planta a unos espaciamientos de 30 a 45 cm o más. En tales plantaciones, la producción de biomasa foliar se optimiza mediante el cosechado una o dos veces al año durante los primeros 2 años y cada 3 meses subsecuentemente (53). En la América Central, el madre cacao en los bosques naturales se corta típicamente para leña, en rotaciones de 6 a 8 años. Las plantaciones para leña en esta región se establecen por lo común a densidades variando entre 1,000 y 5,000 árboles por hectárea y se cortan cada 5 años (21). En el Asia Tropical, las plantaciones madereras se establecen por lo general a espaciamientos de 1 por 1 m a 2.5 por 2.5 m y se cortan cada 1 ó 2 años después de que los árboles estén bien establecidos (53). Los árboles se cortan por lo usual cerca de la superficie en plantaciones madereras y en sistemas agroforestales de tipo mixto de setos en hileras, o a una altura de 1 a 2 m en el caso de árboles de sombra o cercas vivientes (53).

Las tasas de crecimiento, al igual que la producción de follaje y madera, del madre de cacao son altamente variables y dependen grandemente de las condiciones y del manejo del sitio. Durante los primeros 2 años, los incrementos anuales en altura reportados variaron entre 0.4 a 4.3 m por año (5, 10, 14, 17, 33, 53), y los incrementos anuales en el diámetro del tallo variaron entre 1.9 y 3.5 cm por año (5, 10, 33).

Al inicio de la década de 1980, un estudio comprensivo del madre de cacao fue comenzado en plantaciones de leña experimentales a través de una gran variedad de condiciones de sitio en Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Este estudio proveyó una información abundante sobre el crecimiento y el rendimiento. Basándose en este estudio se han desarrollado curvas de índice de sitio para la altura dominante, el área basal y la producción total de madera para rodales de entre 12 y 60 meses de edad con un aprovisionamiento inicial de 2,500 árboles por hectárea (21). En sitios de calidad intermedia, el incremento anual actual para leña culminó a los 2 años a aproximadamente 4.5 kg por árbol; el incremento anual promedio en la madera

para leña culminó entre los 3 y 4 años a aproximadamente 3.5 a 4.0 kg por árbol (21). Las siguientes regresiones se desarrollaron para los índices de sitio, la altura arbórea promedio, el área basal y la masa seca de la madera combustible (21):

$$\text{Indice de Sitio (SI): } \ln(\text{SI}) = 2.5055 + (\text{edad}^{0.4551}/5.823) (\ln H_d - 2.5055)$$

en donde

$$H_d = \text{altura dominante en metros; la edad se encuentra en meses}$$

$$r^2 = 0.80; n = 477$$

$$\text{Altura promedio (m): } \ln(H) = 0.1671 - 14.684/\text{edad} + 0.9538 \ln(\text{SI})$$

$$r^2 = 0.85; n = 472$$

$$\text{Area basal (m}^2\text{/ha): } \text{BA} = 12.249 (1 - e^{-0.005948 \text{ SI} \cdot \text{edad}})^{2.0981}$$

$$r^2 = 0.62; n = 310$$

Peso seco de la madera combustible (kg/árbol):

$$\ln(\text{PSMC}) = -1.229 + 0.94 \ln(\text{ba})$$

en donde

$$\text{ba} = \text{área basal del árbol en cm}^2$$

$$r^2 = 0.87; n = 86$$

En las Filipinas, en donde los lotes madereros de madre de cacao se cortan una vez al año para la producción de leña, los rendimientos anuales (en volumen de las rimas de leña) varían entre aproximadamente 23 m³ por ha en tierras inclinadas con suelos poco profundos hasta 40 m³ por ha en suelos más profundos (53). En un sitio degradado en Java, la biomasa total arriba del terreno en rodales de 6 años de edad se reportaron como de 47.3 a 53.2 toneladas por ha a un espaciamiento de 2 por 1 m, y 38 toneladas por ha a un espaciamiento de 4 por 1 m (53).

Comportamiento Radical.—El madre de cacao tiende a formar un sistema radical lateral extenso y es, de acuerdo a reportes, más superficial en su sistema radical que especies tales como *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Gmelina arborea* Roxb. y *Flemingia congesta* Roxb. (19). A diferencia de aquellas que se obtienen a partir de semillas, las plantas propagadas a partir de estacas no desarrollan un sistema radical pivotante significativo (10). Árboles de 2 años de edad obtenidos de semillas en arenas costeras en Puerto Rico mostraron un desarrollo pivotante muy pobre, pero un desarrollo radical lateral extenso y superficial (observación personal del autor). Las raíces finas se ven noduladas con bacterias fijadoras de nitrógeno de la Rhizobiaceae. La nodulación de las estacas ocurre dentro de un período de 3 meses después del plantado, por lo normal (53). Las tasas de fijación de nitrógeno anuales para el madre cacao se han calculado como de 13 kg por ha (38).

Reacción a la Competencia.—Las plántulas son susceptibles a la competencia con gramíneas y hierbas durante más o menos el primer año de crecimiento. Sin embargo, una vez establecido, el madre de cacao en un competidor agresivo. Por esta razón, el madre de cacao ha sido cultivado en África Occidental e Indonesia para reclamar pastizales dominados por la gramínea *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. (3, 53).

Agentes Dañinos.—Varias plagas de insectos causan un daño menor al madre de cacao en Trinidad (40), incluyendo el cóccido *Orthezia praelonga* Douglass, *Puto barberi*, y el

áfido *Aphis liburni* (26). La especie es huésped del gorgojo *Ceutorhynchus asperulus*, el cual es una plaga del guisante *Cajanus cajan* (L.) Millsp. en el sur de la India, (45) y de los ácaros polífagos *Oligonychus biharensis* Hirst (12) y *Eutetranychus orientalis* Klein en el estado de Karnataka en la India (9). El madre de cacao es un alimento alterno de las plagas lepidópteras *Orgyia postica* (Wlk.) y *Dasychira mendosa* (Hb.) (37) y para el áfido del mani *Aphis crassivora* (Koch.) en la India (34). En Puerto Rico se han reportado la mancha foliar causada por *Cercospora gliricidiae* Syd. y el añublo causado por *Pellicularia koleroga* Cke. (48). *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. y *Cercosporidium gliricidiosis* han sido identificados como los causantes de la mancha foliar en el madre de cacao en Nigeria (23). Se ha encontrado una especie de *Cladosporium* causando una defoliación severa en los árboles jóvenes en Costa Rica (17). El hongo de las raíces *Sphaerostilbe repens* Berk. & Br. infecta al madre de cacao en Trinidad (40). Los tallos de las plantas jóvenes y las ramas de los árboles de mayor edad son quebradizos, lo que hace que el madre de cacao sea susceptible al daño por vientos fuertes y el ganado.

USOS

El madre de cacao se cultiva a menudo como una cerca viviente, y los vástagos se cortan a intervalos frecuentes para ser usados como fertilizante orgánico (27, 55), forraje para el ganado (42) y como combustible. Las hojas del madre de cacao usadas como forraje para rumiantes pequeños y grandes tienen un contenido crudo promedio de proteína y de lignina y una digestibilidad *in vitro* de la materia seca del 19 al 30 por ciento (13, 53), 9.14 por ciento, y del 48 al 75 por ciento, respectivamente (1, 43, 53). El alimento obtenido de las hojas del madre de cacao es un aditivo útil en las dietas para gallinas ponedoras (31). Su uso como forraje para ganado es debatible; a pesar de que tiene un alto contenido nutricional, se han reportado problemas con el sabor y la toxicidad (13).

El madre de cacao se ha usado también en barreras contra incendios y como rompevientos, y para la reforestación de cuencas desnudas (25, 53). Se cultiva extensamente en sistemas agroforestales (7, 8, 20) como un árbol de sombra para café, té (41) y cacao; como un soporte para la vainilla (4) y enredaderas de pimientos, y como una siembra del estrato inferior en plantaciones de coco (27). Su uso como árbol de sombra para el cacao parece haberse originado entre los Aztecas en México, para los cuales el árbol se conocía como “cacahuanantl” o madre de cacao (26).

En las Filipinas, las ramas del madre de cacao se esparcen sobre las siembras de arroz, en donde ayudan a repeler las plagas del arroz, tales como el gusano *Nymphula* sp. y la larva del díptero *Hydrellia* sp. (24). Se ha reportado que el usar el madre de cacao como un fertilizante orgánico en suelos inundados y contaminados con DDT acelera la declorinación reductiva del pesticida sin propiciar la formación de productos secundarios tóxicos (30).

La albura es de un color pardo claro y el duramen es pardo oscuro. La madera se vuelve rojiza con la exposición y es dura, pesada, fuerte, de textura tosca y con una fibra irregular. La madera se seca bien al aire y, a pesar de que no se trabaja con facilidad, se puede lijar bien para obtener un buen acabado y es resistente a las termitas y a la pudrición. Es una buena fuente de madera para combustible y tiene un

peso específico de 0.47 a 0.75 g por cm³ (39, 53) y un valor calórico de 4.91 kcal por g (51). El madre de cacao se usa a veces para la producción de carbón, aunque no existe información específica disponible sobre este uso (53). La madera se usa extensamente para postes, traviesas de ferrocarril y para la construcción pesada y localmente para muebles, implementos agrícolas, mangos de herramientas y artículos pequeños (25). Aunque el madre de cacao a veces se considera como no apropiado para la producción de pulpa y papel (56), cuando se usa para estos propósitos se mezcla usualmente con la madera de otras especies (53).

Las semillas, corteza, hojas y raíces tóxicas se usan para envenenar ratas y otros roedores (25, 44, 49). A pesar de su reportada toxicidad para los seres humanos cuando se consumen crudas, las flores se comen a veces fritas o hervidas. Las hojas aceleran la maduración de las bananas. Las flores son una fuente de polen y néctar y tienen un valor considerable en la apicultura (50). Las hojas recién machacadas se usan como cataplasmas en remedios caseros en algunos lugares (11, 25). En el estado mejicano de Yucatán, varios componentes del madre de cacao se usan medicinalmente por sus posibles propiedades antihistamínicas, antipiréticas y diuréticas (29).

GENÉTICA

Existe una variación considerable en el color de las semillas y su peso y en la morfología de las vainas, flores y hojas. Se reportaron variaciones en las tasas de crecimiento de las plántulas entre las procedencias de varias localidades en Guatemala y Costa Rica. El peso de las semillas aumenta definitivamente con el aumento en la altitud (39, 46). Se han reportado también variaciones significativas entre las procedencias y las características del sitio con respecto al crecimiento inicial (16).

El género *Gliricidia* contiene tres o tal vez cuatro especies (22). A pesar de que *G. maculata* (H.B.K.) Steud. ha sido considerada como un sinónimo botánico de *G. sepium*, parece ser en vez una especie diferente, indígena a la Península de Yucatán, el norte de Guatemala y Belice, ocurriendo a densidades bajas en bosques semi-caducifolios. *Gliricidia maculata* se distingue de *G. sepium* por sus flores blancas, vainas y semillas más pequeñas, hojuelas bien definidas y por su distribución aislada. *Gliricidia guatemalensis* M. Micheli, una especie de tierras altas que se encuentra entre altitudes de 1,500 y 2,000 m, es indígena al sur de México, Guatemala, El Salvador, Honduras y posiblemente Nicaragua. Es un árbol pequeño o un arbusto leñoso con hojas, flores y vainas de menor tamaño que las de *G. sepium* (22).

En el pasado, *G. sepium* se ha colocado en el género *Robinia* y *Lonchocarpus* (22). Además de *Gliricidia maculata*, los sinónimos botánicos incluyen a *G. lambi* Fernald, *Robinia sepium* Jacq., *R. maculata* H.B.K., *R. variegata* Schlecht. y *Lonchocarpus maculatus* DC. (32). El nombre del género en latín, que significa “mata-ratones” y el nombre específico, que significa “de setos”, indica el uso que se le dió a la especie.

LITERATURA CITADA

- Adejumo, J.O.; Ademosun, A.A. 1985. Effect of plant age at harvest, and of cutting time, frequency and height on the dry matter yield and nutritive value of *Gliricidia sepium* and *Cajanus cajan*. *Journal of Animal Production Research*. 5(1): 1-11.
- Aken'Ova, M.E. 1986. In vitro germination of *Gliricidia sepium* pollen. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 4: 25-26.
- Aken'Ova, M.E.; Atta-Krah, A.N. 1986. Control of spear grass (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) in an alley cropping fallow. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 4: 27-28.
- Alconero, R.; Stone, E.G.; Cairns, J.R. 1973. Intensive cultivation of vanilla in Uganda. *Agronomy Journal*. 65(1): 44-46.
- Amara, D.S. 1987. Evaluation of *Gliricidia sepium* for agroforestry in Sierra Leone. En: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and Improvement: Actas; 1987 June 21-27; Turrialba, Costa Rica. Special publication 87-01. Waimanalo, HI: Nitrogen Fixing Tree Association: 135-141.
- Atta-Krah, A.N. 1987. Flowering and seed production of *Gliricidia sepium*. En: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and Improvement: Actas; 1987 June 21-27; Turrialba, Costa Rica. Publicación especial 87-01. Waimanalo, HI: Nitrogen Fixing Tree Association: 142-145.
- Atta-Krah, A.N. 1989. Genetic improvement of nitrogen-fixing trees for agroforestry purposes: the example of *Gliricidia sepium* in West Africa. En: Gibson, G.L.; Griffin, A.R.; Matheson, A.C., eds. Breeding tropical trees: Population structure and genetic improvement strategies in clonal and seedling forestry: proceedings of a conference; 1988 November; Pattaya, Thailand. Oxford, UK: Oxford Forestry Institute; Arlington, VA: Winrock International Institute for Agricultural Development: 132-147.
- Atta-Krah, A.N.; Sumberg, J.E. 1988. Studies with *Gliricidia sepium* for crop/livestock production systems in West Africa. *Agroforestry Systems*. 6(2): 97-118.
- Banu, K.; ChannaBasavanna, G.P. 1972. Plant feeding mites of India—1. A preliminary account of the biology of the spider mite *Eutetranychus orientalis* (Klein) (Acarina: Tetranychidae). *Mysore Journal of Agricultural Science*. 6(3): 253-268.
- Bumatay, E.C.; Escalada, R.G.; Buante, C.R. 1987. Preliminary study on the *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. germplasm collection in Visca. En: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and Improvement: Actas; 1987 June 21-27; Turrialba, Costa Rica. Publicación especial 87-01. Waimanalo, HI: Nitrogen Fixing Tree Association: 162-167.
- Calle, J.; Rivera, A.; Joseph-Nathan, P. 1987. Pinitol from the leaves of *Gliricidia sepium*. *Planta Medica*. 53(3): 303.
- ChannaBasavanna, G.P.; Banu, K. 1972. Plant feeding mites of India—3. Spider mites of the species of *Oligonychus* (Acarina: Tetranychidae). *Mysore Journal of Agricultural Sciences*. 6(2): 163-168.
- Falvey, J.L. 1982. *Gliricidia maculata*—a review. *International Tree Crops Journal*. 2: 1-14.
- Foroughbakhch, R.; Penaloza, R.; Stienen, H. 1987. The survival and growth of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. and other introduced species in the matorral of north-eastern Mexico. En: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and Improvement: Actas; 1987 June 21-27; Turrialba, Costa Rica. Publicación especial 87-01. Waimanalo, HI: Nitrogen Fixing Tree Association: 123-130.
- Glover, N. 1986. Vegetative propagation of *Gliricidia sepium*. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 4: 62-63.
- Glover, N. 1987. Variation among provenances of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. and implications for genetic improvement. En: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and Improvement: Actas; 1987 June 21-27; Turrialba, Costa Rica. Publicación especial 87-01. Waimanalo, HI: Nitrogen Fixing Tree Association: 168-173.
- Glover, N.; Heuveldop, J. 1985. Multipurpose tree trials in Acosta-Puriscal, Costa Rica. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 3: 4-6.
- Gooding, E.G.B. 1974. The plant communities of Barbados. Bridgetown, Barbados: Government Printing Office. 243 p.
- Hairiah, K.; van Noordwijk, K. 1986. Root studies on a tropical Ultisol in relation to nitrogen management. Report on field work at IITA's high rainfall substation at Onne (Port Harcourt, Nigeria) in 1985. Rep. 7. [Lugar de su publicación desconocido]: Instituut voor Bodemvruchtbaarheid. 121 p.
- Handawela, J. 1987. Effect of trees on upland agriculture in the low country dry zone in Sri Lanka. En: Prinsley, R.T.; Swift, M.J., eds. Amelioration of soil by trees. A review of current concepts and practices. London: Commonwealth Secretariat, Commonwealth Science Council: 145-154.
- Hughell, D. 1990. Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de *Eucalyptus camaldulensis*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* en América Central. *Technical Series*, Tech. Bull. 22. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 57 p.
- Hughes, C.E. 1987. Biological considerations in designing a seed collection strategy for *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. (Leguminosae). *Commonwealth Forestry Review*. 66(1): 31-48.
- Lenne, J.M.; Sumberg, J. 1986. Two foliar diseases of *Gliricidia sepium*. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 4: 31.
- Litsinger, J.A.; Price, E.C.; Herrera, R.T. 1978. Filipino farmer use of plant parts to control rice insect pests. *International Rice Research Institute Newsletter*. 3(5): 15-16.
- Little, E.L., Jr. [s.f.] Common fuelwood crops: a handbook for their identification. Morgantown, WV: Communi-Tech Associates. 354 p.
- Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.W. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
- Liyanage, L.V.K.; Jayasundera, H.P.S.; Gunasekara, T.G.L. 1988. Potential uses of nitrogen fixing trees on small coconut plantations on Sri Lanka. En: Withington, D.; MacDicken, K.G.; Sastry, C.B.; Adams, N.R., eds. Multipurpose tree species for small farm use: proceedings of a workshop; 1987 November 2-5; Pattaya, Thailand. Morrilton, AR: Winrock International Institute for Agricultural Development; Ottawa: International Development Research Centre of Canada: 251-253.

28. Marrero, J. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 10: 11-30.
29. Mendieta, R.M.; Amo, S. del. 1981. Plantas medicinales del Estado de Yucatán. Ciudad de México, México: Compañía Editorial Continental. 428 p.
30. Mitra, J.; Raghu, K. 1988. Influence of green manuring on the persistence of DDT in soil. *Environmental Technology Letters*. 9(8): 847-852.
31. Montilla, J.J.; Reveron, A.; Schmidt, B.; [y otros]. 1974. La harina de follaje de rabo de ratón (*Gliricidia sepium*) en raciones para ponedoras. *Agronomía Tropical, Venezuela*. 24(6): 505-511.
32. New York Academy of Sciences. 1923. Scientific survey of Porto Rico and the Virgin Islands. Part 1. New York: New York Academy of Sciences. 626 p. Vol. 5.
33. Parrotta, J.A. 1990. Hurricane damage and recovery of multipurpose tree seedlings at a coastal site in Puerto Rico. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 8: 64-66.
34. Patel, R.M.; Patel, C.B. 1971. Factors contributing to the carry over of groundnut aphid (*Aphis craccivora* Koch) through the off season in Gujarat. *Indian Journal of Entomology*. 33(4): 404-410.
35. Pennington, T.D.; Sarukhan, J. 1968. Árboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 413 p.
36. Perino, J.M. 1979. Rehabilitation of a denuded watershed through the introduction of kakawate (*Gliricidia sepium* Jacq.). *Sylvatrop*. 4(2): 49-67.
37. Rao, P.V.S.; Bucker, A.H.A. 1974. Alternate host plants for two lepidopterous pests. *Indian Journal of Entomology*. 36(4): 353-354.
38. Roskoski, J.P.; Pepper, I.; Pardo, E. 1986. Inoculation of leguminous trees with rhizobia and VA mycorrhizal fungi. *Forest Ecology and Management*. 16: 57-68.
39. Salazar, R. 1986. Genetic variation in seeds and seedlings of ten provenances of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. *Forest Ecology and Management*. 16(1-4): 391-401.
40. Simmonds, N.W. 1951. Notes on field management at the Botany Department of the Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. *Tropical Agriculture (Trinidad)*. 28(1-6): 70-75.
41. Skoupy, J.; Vaclav, E. 1976. Growing trees in the tea gardens of Bangladesh. *Silvaecultura Tropica et Subtropica*. 5: 77-84.
42. Smith, O.B.; van Houtert, M.F.J. 1987. The feeding value of *Gliricidia sepium*. A review. *World Animal Review*. 62: 57-68.
43. Sriskandarajah, N. 1985. Evaluation of *Gliricidia sepium* as forage for small ruminants in Papua New Guinea. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 3: 37-38.
44. Standley, P.C. 1922. Contributions from the National Herbarium. Trees and shrubs of Mexico. Washington, DC: Government Printing Office. 1721 p. Vol. 23.
45. Subramanian, T.R. 1977. Bionomics of the red gram bud weevil, *Ceuthorrhynchus asperulus* Faust. *Journal of Entomological Research*. 1(1): 40-46.
46. Sumberg, J.E. 1985. Collection and initial evaluation of *Gliricidia sepium* from Costa Rica. *Agroforestry Systems*. 3(4): 357-361.
47. Sumberg, J.E. 1985. Note on flowering and seed production in a young *Gliricidia sepium* seed orchard. *Tropical Agriculture*. 62(1): 17-19.
48. United States Department of Agriculture. 1960. Index of plant diseases in the United States. *Agric. Handb.* 165. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 531 p.
49. Uphof, J.C.T. 1968. Dictionary of economic plants. New York, NY: Verlag von J. Cramer. 591 p.
50. Villanueva, G.R. 1984. Plantas de importancia apícola en el Ejido de Plan del Río, Veracruz, México: Plants of apicultural importance in Ejido de Plan del Río, Veracruz, México. *Biotica*. 9(3): 279-340.
51. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J. 1980. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. *Tropical Forestry Paper 15*. Oxford, UK: Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford; London: Overseas Development Administration. 256 p.
52. Whiteman, P.C.; Oka, G.M.; Marmin, S.; [y otros]. 1986. Studies on the germination, growth and winter survival of *Gliricidia maculata* in south-eastern Queensland. *International Tree Crops Journal*. 3(4): 245-255.
53. Wiersum, F.; Dirdjoseomarto, S. 1987. Past and current research with gliricidia in Asia. En: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: En: Management and Improvement: Actas; 1987 June 21-27; Turrialba, Costa Rica. Publicación especial 87-01. Waimanalo, HI: Nitrogen Fixing Tree Association: 20-28.
54. Yamoah, C.F.; Agboola, A.A.; Mulongoy, K. 1986. Decomposition, nitrogen release and weed control of selected alley cropping shrubs. *Agroforestry Systems*. 4(3): 239-246.
55. Yamoah, C.F.; Ay, P.; Agboola, A.A. 1987. The effects of some methods of establishing *Gliricidia sepium* on food crop performance, growth and survival rate of gliricidia. *International Tree Crops Journal*. 4(1): 17-31.
56. Yantasath, K.; Supatanakul, W.; Ungvichian, I.; [y otros]. 1985. V. Pulping and papermaking characteristics of fast growing trees. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 3: 54-56.

Guaiacum officinale L.

Guayacán, *lignumvitae*

Zygophyllaceae

Familia del abrojo

John K. Francis

Guaiacum officinale L., conocido comúnmente como guayacán en español, *lignumvitae* en inglés y bois de gaoac en francés, es un bello árbol de tamaño de pequeño a mediano de los bosques tropicales secos (fig. 1). Posee una copa densa de hojas de un color verde oscuro y una corteza lisa y variegada. Su bella flor de color azul es la flor nacional de Jamaica (1). La madera densa y resinosa fue en el pasado importante en el comercio, pero hoy en día es tan escasa que solamente se le usa para el tallado en madera y, lamentablemente para este árbol raro y de lento crecimiento, para obtener carbón.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La distribución natural del guayacán incluye las Caicos del Sur en las Bahamas, las Antillas Mayores, la mayoría de las Antillas Menores, Venezuela, Colombia y Panamá (fig. 2) (4, 12, 22). La especie es también nativa a Aruba, Bonaire, Curacao y Tobago (24). Se encuentra presente en Trinidad (19) y Guyana (15), aunque no es necesariamente nativa a esas áreas. Sin embargo, debido al desarrollo, las siembras y los incendios, el guayacán se encuentra casi extinto en varias de las islas de las Antillas Menores (12). Se cree que se ha extinguido en la isla de Buck, en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos (28). El guayacán se planta como una especie de ornamento en la Florida, Bermuda y en otras áreas tropicales (15).

Clima

El clima en el área de distribución del guayacán es moderado y seco. La temperatura anual promedio varía en-



Figura 1.—Un árbol de guayacán, *Guaiacum officinale*, un espécimen residual de un antiguo bosque que ha sido incorporado en el paisaje en Puerto Rico.

tre aproximadamente 24.5 °C en las Bahamas y aproximadamente 27.5 °C a lo largo de la costa norte de la América del Sur (25). Las heladas no ocurren a través de su distribución. En Cuba, la precipitación anual promedio en las áreas en donde se encuentra el guayacán varían entre alrededor de 500 mm y 800 mm (3). Las áreas en Puerto Rico en donde crece el guayacán reciben desde alrededor de 750 mm hasta 1000 mm de precipitación anual (5). En Haití, la distribución se extiende hasta las áreas que reciben hasta un mínimo de 300 mm de precipitación anual.¹ Estos hábitats sufren por lo usual una temporada seca de 2 meses o más. Debido a la influencia del mar, la humedad relativa es por lo usual bastante alta. En Puerto Rico promedia un 80 por ciento (5).

Suelos y Topografía

Al igual que la mayoría de otras especies, el guayacán probablemente crece mejor en los suelos profundos, ricos y con una textura mediana. En Cuba, el mejor crecimiento se ha observado en los suelos aluviales arenosos cerca de la boca de los ríos (3). Sin embargo, debido a que la especie crece de manera tan lenta, sobrevive por lo usual solamente en los sitios con un suelo muy pobre, en donde la competencia es baja. Estos sitios son rocosos por lo general, presentando solamente una capa delgada de tierra sobre la roca. Típicamente, la roca consiste de piedra caliza porosa en las

¹Jenkins, Michael B. 1988. The useful trees of Haiti; a selected review. Manuscrito inédito archivado en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal Federal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000. 238 p.

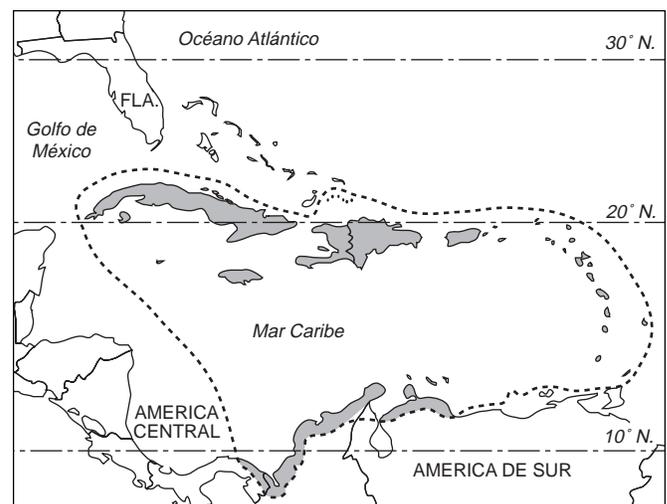


Figura 2.—La distribución natural del guayacán, *Guaiacum officinale*, en el área del Caribe, indicada por el área sombreada.

áreas costeras. Sin embargo, la especie crece también en suelos derivados de rocas ígneas y metamórficas, incluyendo la serpentina.

El guayacán crece en todas las texturas de suelo, pero requiere de un buen drenaje. Los valores de pH del suelo asociados con la cal libre son tolerados (hasta un pH de aproximadamente 8.5) y los suelos ácidos (hasta un pH de aproximadamente 5.0) no parecen ser dañinos para la especie (observación personal del autor). El rocío salino moderado que se recibe alrededor de 100 m tierra adentro a partir de la línea costera no parece ser dañino para el guayacán.

El guayacán se puede encontrar creciendo en todas las posiciones de cuesta y en terrenos de llanos a escarpados. La especie se encuentra cerca del nivel del mar y sube sobre los cerros secos hasta unas elevaciones de 300 o 400 m (3).

Cobertura Forestal Asociada

En Cuba, el guayacán se ve frecuentemente asociado con *Albizia cubana* Brit. & Wilson, *Lysiloma subicu* A. Rich., *L. latisiliquum* (L.) Benth., *Phyllostylon brasiliensis* Capanema, *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Behaimia cubensis* Griseb., *Hypelate trifoliata* Sw., *Colubrina elliptica* (Sw.) Briz. & Stern., *Gymnanthes lucida* Sw. y *Guaiacum sanctum* L. (3). La siguiente asociación conteniendo guayacán fue observada en el bosque seco de la República Dominicana: *P. brasiliensis*, *Pisonia discolor* Spreng., *Capparis* spp., *Acacia lutea* (Mill.) Hitchc., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., *Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd., *Parkinsonia aculeata* L., *G. sanctum*, *Bursera simaruba*, *Maytenus buxifolia* (A. Rich.) Griseb y *Bourreria succulenta* Jacq. (8). Ciertas porciones de la isla de Barbuda se ven dominadas por una asociación de guayacán y *Canella winterana* (L.) Gaertn. (observación personal del autor). Las áreas de piedra caliza fracturada en Guadeloupe se ven dominadas por *Bumelia salicifolia* (L.) Sw. y *Erythroxylum brevipes* DC., con menores cantidades de *Bucida buceras* L. y guayacán (2).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Los árboles de guayacán pueden florecer en cualquier tiempo entre la primavera y el otoño y se ven cubiertos de flores por aproximadamente un mes (23). En Cuba, el período de la florescencia es de marzo a mayo (3). Las flores ligeramente fragantes aparecen en agrupaciones en forma de umbelas y varían de color desde un azul pálido hasta un azul violeta. Las frutas son unas cápsulas aplastadas con dos secciones que por lo general contienen dos semillas por fruta. Las frutas son de un color naranja o pardo naranja a la madurez y lo suficientemente abundantes en muchos árboles como para contribuir al efecto ornamental. A la madurez, las frutas se rajan y exponen unas semillas cubiertas con unas arilas rojas y carnosas (15). Varios árboles en una plantación en St. Croix, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, florecieron y produjeron semillas aproximadamente 25 años después de plantados (observación personal del autor). Cien frutas maduras recolectadas en bosques secos en Puerto Rico promediaron 0.394 ± 0.011 g

por fruta (observación personal del autor).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del guayacán cubano promedian entre 2,500 y 3,800 semillas por kg (3). La producción durante un buen año puede alcanzar varios miles de semillas por cada árbol de buen tamaño. Las semillas son presumiblemente dispersadas por las aves que se ven atraídas a la arila carnosa. Los cerdos y las cabras ingieren también las frutas y subsecuentemente esparcen las semillas (3).

Las semillas se cosechan mediante la corta de las frutas a partir de los árboles con tijeras de podar en pértigas o mediante la recolección de las semillas que han caído al suelo. Por lo usual, las semillas deberán ser removidas de las frutas. La remoción de las semillas se puede hacer a mano (lo que es un proceso tedioso), o mediante el secado de las frutas a la sombra, seguido del remojo para ablandar la fruta y del colado del líquido para remover la pulpa de la fruta (3). Las semillas se secan de nuevo y se almacenan a entre 5 y 8 °C. Sin embargo, las semillas almacenadas comienzan a perder su viabilidad después de un mes (3). Una mejor estrategia sería la de germinar las semillas inmediatamente y mantener las plántulas de lento crecimiento en el vivero hasta que se necesiten.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea y comienza de 10 a 12 días después de la siembra. En Cuba, hasta un 60 por ciento de las semillas frescas germinan (3). Una prueba usando semillas de Puerto Rico obtuvo una germinación del 9 por ciento con semillas frescas, del 5 por ciento con semillas almacenadas por un mes a 5 °C, del 20 por ciento con semillas almacenadas por 1 mes a 26 °C y del 10 por ciento con semillas almacenadas por 2 meses a 26 °C (17). Otra prueba de semillas puertorriqueñas rindió una germinación de tan solo el 7 por ciento durante el primer mes, con una germinación adicional del 41 por ciento durante los siguientes 9 meses (observación personal del autor). En una prueba sobre varios tratamientos previos para las semillas, unos ciclos de remojo y secado diarios por una semana rindieron la única mejoría en la germinación sobre aquella de las semillas sin tratar (6).

Un grupo pequeño de plántulas ($n = 14$) cultivadas por el autor promedió 18.9 ± 1.2 cm de altura 2 años después de la siembra. El crecimiento parece verse acelerado después de que las plántulas alcanzan 20 cm de altura—el tamaño mínimo antes del trasplante al campo. Se recomienda el uso de provisiones en contenedores. Las plántulas silvestres pueden ser transplantadas, pero se requiere de un sumo cuidado durante el proceso de trasplante (23). Un período de recuperación en la forma de plantas en tiestos en el vivero, probablemente ayudaría a su supervivencia. El plantado con las raíces desnudas y la siembra directa de semillas no han dado buenos resultados (3, 18). Un sitio bien preparado para el plantado y un buen control de las malas hierbas subsecuente son esenciales. Un plantel bajo un dosel ralo de árboles leguminosos, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., produjo buenos resultados en Puerto Rico (18). El espaciamiento inicial deberá ser de 2 por 2 m o 2.5 por 2.5 m (3).

Reproducción Vegetativa.—Las plántulas, los brinzales y los árboles jóvenes rebrotarán al ser cortados (3). No existe ninguna evidencia de injertos o del arraigamiento de las estacas.

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El guayacán crece de manera muy lenta. Los sobrevivientes en una plantación puertorriqueña creciendo en un suelo superficial sobre piedra caliza, con una precipitación anual promedio de 750 mm variaron en altura entre 1.8 a 3.0 m a los 7 años y entre 3 y 4.5 m a los 15 años.² Los remanentes de otras dos plantaciones, de 41 a 49 años de edad en la misma área, promediaron 4 y 3 m de altura y 13 y 9 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.), respectivamente (26). Una pequeña plantación de 50 árboles sobrevivientes en St. Croix, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, en arcilla poco profunda sobre piedra caliza, promedió 2.7 ± 0.1 m de altura y 2.9 ± 0.2 cm en d.a.p. después de 23 años (observación personal del autor). El árbol de mayor tamaño tuvo 4.0 m de alto y 6.7 cm en d.a.p.

El árbol de guayacán de mayor tamaño conocido en Puerto Rico mide 75.1 cm en d.a.p. y 11.5 m de altura.³ En Cuba se han reportado árboles de hasta 92 cm en d.a.p. y 14 m de altura (3). Estos árboles de gran tamaño posiblemente fueron comunes antes de los tiempos de las cosechas intensas. A juzgar por las tasas de crecimiento registradas para las plantaciones de guayacán, los árboles de casi 1 m en d.a.p. deberán exceder una edad de 200 años, pudiendo ser mucho más viejos.

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen unas abundantes raíces finas y fibrosas. Los árboles de gran tamaño tienen unas grandes raíces laterales que protruyen arriba de la superficie cuando el suelo es arcilloso, compactado o superficial sobre una capa rocosa. Los contrafuertes no son evidentes incluso en los árboles más grandes.

Reacción a la Competencia.—El guayacán es intolerante a la sombra, aunque las plántulas y los árboles jóvenes crecen bajo los doseles abiertos de los bosques secos y en los pequeños claros entre árboles. Los árboles de guayacán en una posición de dosel codominante son bastante comunes, no porque sean más altos que las especies asociadas, sino que porque las copas son densas y llenas y no permiten que otras especies crezcan bajo o cerca de ellos. Muchos de los individuos que alcanzan una posición de dosel codominante lo hacen en un terreno muy rocoso o en suelos pobres en donde la competencia por la luz es naturalmente baja.

La estrategia reproductiva en el guayacán parece depender de una producción relativamente alta de semillas en los árboles maduros, una dispersión extensa y el establecimiento de muchas plántulas. Debido al muy lento crecimiento, la mayoría de la plántulas de guayacán se ven eventualmente suprimidas y mueren. Unos pocos individuos esparcidos en posiciones afortunadas adquieren codominancia de manera gradual en el dosel y alcanzan el vigor necesario para producir flores y fruto.

²Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. [s.f.]. Información inédita sobre *Guaiacum officinale* L. Archivado en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000. [s.p.].

³Big Tree Registry of Puerto Rico. [s.f.] Estadísticas. Archivado en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000. [s.p.].

Un censo en dos áreas de bosques secos en la República Dominicana encontró que 117 y 150 de 3,600 y 4,000 tallos por hectárea eran de guayacán (11). Esto constituyó 0.2 y 0.1 m² por hectárea de un total de 11.9 y 6.6 m² por hectárea, respectivamente, del área basal total. Los árboles de guayacán en esos rodales promediaron 4.8 y 2.9 cm en d.a.p. y 3.9 y 3.0 m de altura, respectivamente. Los árboles desparramados son la norma; sin embargo ocurren pequeños rodales con una alta proporción de guayacán (observación personal del autor).

Agentes Dañinos.—Un número de insectos en las familias Coleoptera, Homoptera, Lepidoptera, Orthoptera y Thysanoptera ataca el follaje del guayacán y, a veces, puede defoliar los árboles (20). Sin embargo, no se ha registrado la mortalidad de los árboles. La madera de guayacán no solamente es resistente a las termitas de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker), sino que las repele a su vez (27). La madera es también muy resistente a la polilla de mar (*Teredo* spp.) y a la pudrición (16).

Los seres humanos son los enemigos principales del guayacán. El árbol se ha vuelto raro en su distribución natural debido a su cosecha, la tala para las siembras y los incendios. Sin embargo, es resistente al pastoreo. La isla de Barbuda tiene una reproducción abundante de guayacán y se pueden encontrar árboles de todo tamaño en áreas en donde el pastoreo por las cabras, el ganado vacuno, los venados y los asnos ferales es tan severo que una línea de pastoreo es evidente y la superficie se encuentra desprovista de vegetación terrestre baja casi por completo (observación personal del autor).

USOS

La albura de 2 a 3 cm de grosor del guayacán es de un color moreno claro a crema, con anillos anuales visibles. El duramen es de un color pardo verdusco oscuro hasta casi negro. La textura es muy fina, y la fibra se ve intensamente entrelazada. La madera es aceitosa al tacto y tiene un olor ligero que se debe a un material natural conocido como resina guaiaca (16).

La madera del guayacán es dura y muy pesada. La densidad de la madera varía entre 1.20 y 1.36 g por cm³ secada al aire (16) y 1.05 g por cm³ secada al horno (7). La madera es difícil de secar sin el desarrollo de acebolladura y rajaduras en los extremos. Se reporta que la madera de guayacán es de tres a cuatro veces tan dura como la del roble inglés (*Quercus robur* L.) y más dura que cualquier otra madera común en los Estados Unidos (16). Debido a su dureza, es difícil de trabajar con maquinaria manual o eléctrica. La madera tiene una gran fortaleza pero es un tanto susceptible a rajarse en el plano tangencial (16). Los detalles de las propiedades mecánicas se presentan en "Tropical Timbers of the World", de Chudnoff (7).

La madera de guayacán requiere de parámetros especiales para el cepillado (16). Es difícil de aserrar, pero no embota los filos de manera excesiva debido al alto contenido de resina. Se tornea, modela y lija bien. La resina, la cual puede constituir una cuarta parte del peso, asegura un alto pulido pero hace que el encolado sea difícil y previene la penetración de sustancias químicas (7). La madera de guayacán tiene un pH de 4.6, el cual es un valor mediano para las especies frondosas con madera de alta densidad en Puerto Rico (21);

se esperaría que la corrosión de los herrajes debido al ácido fuera mínima.

Debido a su dureza, resistencia y propiedades auto-lubricantes, la madera de guayacán fue muy importante como soportes y encajes en los barcos de vapor y en poleas, mazos y otro tipo de equipo (7). Con el desarrollo de materiales plásticos y otros materiales nuevos y junto con la extrema escasez del guayacán, estos usos han virtualmente desaparecido, a excepción de en algunas áreas rurales (3). La desaparición del guayacán de Haití se atribuye a su cosecha como una fuente de un tinte azul y verde.¹ La madera se usa al presente para hacer unas excelentes tablas para cortar en la cocina, morteros y majadores y para el tallado en madera. El guayacán todavía se cosecha a nivel local para hacer carbón, un producto final de desafortunadamente poco valor de este escaso árbol de lento crecimiento (11).¹

El guayacán tiene una larga historia en su uso en la medicina herbalista. Desde los tiempos pre-colombinos hasta los más recientes, se ha usado un extracto de la madera para el tratamiento de la sífilis (9). La resina extraída de la madera se usa todavía para mitigar el dolor de muelas y para el tratamiento de enfermedades de la piel, reumatismo y gota (15). En las Antillas Menores se prepara un té ("bush tea") como un abortificante; sin embargo, deberá ser usado con precaución, debido a que una sobredosis puede ser fatal (10).

El guayacán se planta como una especie ornamental en muchos países tropicales de secos a húmedos, en particular en la región del Caribe. Es un árbol siempreverde con un follaje de un color verde oscuro placentero, una corteza atractiva, unas hermosas flores y un tamaño aceptable y versátil. Se puede podar en forma de seto o darle forma de escultura (13). La desventaja principal es su muy lento crecimiento. Las flores son una fuente de néctar para las abejas de miel (15).

GENETICA

Existen seis especies de *Guaiacum*, todas nativas a la América Tropical (12). La especie hermana, *G. sanctum* L. crece a menudo en asociación con el guayacán en las Antillas Mayores y las Bahamas. Sin embargo, no se han reportado híbridos.

LITERATURA CITADA

1. Adams, C. Dennis. 1971. The blue mahoe and other bush. Kingston, Jamaica: Sangster's Bookstores, Ltd. 159 p.
2. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford, UK: Clarendon Press. 192 p.
3. Betancourt Barroso, A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 427 p.
4. Britton, Nathaniel Lord; Millspaugh, Charles Frederick. 1920. The Bahama flora. New York: Nathaniel Lord Britton and Charles Frederick Millspaugh. 695 p.
5. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Climatology of the U.S. 50-52. Silver Springs, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Service Administration, Environmental Data Service. 29 p.
6. Cooper, P. 1986. Lignumvitae (*Guaiacum officinale*) seed pre-treatment experiment. Grenada, West Indies: Forestry Department. 7 p.
7. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
8. Ekman, Erik L. 1930. Excursion botánica al nord-oeste de la República Dominicana. Serie B, No. 17. Santo Domingo, República Dominicana: Estacion Agronómica de Moca. 16 p.
9. Fernandez de Oviedo, Gonzalo. 1959. Natural history of the West Indies. Chapel Hill, NC: University of North Carolina Press. 140 p.
10. Gooding, E.G.B.; Loveless, A.R.; Proctor, G.R. 1965. Flora of Barbados. Overseas Res. Pub. 7. London: Ministry of Overseas Development. 486 p.
11. Hernández, José Miguel; Desla, Mercedes Teresa. 1987. Estudios básicos para el desarrollo de un plan de manejo del bosque seco dominicano. Informe Especial 4. Santo Domingo, República Dominicana: Instituto Superior de Agricultura. 120 p.
12. Howard, Richard A. 1988. Flora of the Lesser Antilles. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 673 p. Vol. 4.
13. Liogier, Henri Alain. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
14. Liogier, Henri Alain. 1990. Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. San Juan, PR: Iberoamericana de Ediciones, Inc. 563 p.
15. Little, Elbert L., Jr. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
16. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. Agric. Handb. 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
17. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10: 11-30.
18. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. Caribbean Forester. 11(3): 107-147.
19. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
20. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
21. Pereles, José. 1960. The acidity of selected Puerto Rican woods. Caribbean Forester. 21(1/2): 41-44.
22. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
23. Schubert, Thomas H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 90 p.
24. Stehle, H.; Stehle, M.; Quentin, L. 1937. Flore de la Guadeloupe et dependances. Basse-Terre, West Indies: Imprimerie Catholique. 236 p. Vol. 2.

25. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartografía. 30 mapas.
26. Wadsworth, Frank H. 1990. Plantaciones forestales en el bosque estatal de Guánica. Acta Científica (Puerto Rico). 4(1-3): 61-68.
27. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.
28. Woodbury, Roy O.; Little, Elbert L., Jr. 1976. Flora of Buck Island Reef National Monument (U.S. Virgin Islands.) Res. Pap. ITF-19. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 27 p.

Peter L. Weaver

El guaraguao, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (27, 30), conocido también como American muskwood en inglés, o simplemente muskwood, es un árbol siempreverde con una copa esparcida y un follaje denso. Los árboles maduros en Puerto Rico, a menudo presentando una base estriada, poseen un tronco recto y sin ramificaciones que alcanza de 25 a 30 m de altura y un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de hasta 1 m. Las hojas, apareadas y pinadas, son de gran tamaño, de 20 a 60 cm de largo y dispuestas de manera alterna, con entre 8 y 20 hojuelas de color verde oscuro. El ápice de las hojas continúa creciendo a manera de un tallo y las nuevas hojuelas se forman en la punta a medida que otras hojuelas maduran. La corteza es áspera, con muchas fisuras longitudinales y de color pardo, con un obvio matiz rojizo. Las ramitas son robustas y con muchas lentejuelas protuberantes.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El guaraguao ocurre desde la latitud 22° N. hasta un poco más allá de la 25° S en el Neotrópico (27). Se reporta como nativa en Cuba (41), la isla de Española (29), Puerto Rico, St. Croix y Trinidad (3, 33, 34) y desde Nicaragua (43, 44), Costa Rica (21), Panamá y Colombia (15) hacia el sur hasta Brasil (20) y Argentina (14, 23) (fig. 1). Ha sido introducido en la Florida, pero se encuentra ausente en las Antillas Menores (4).



Figura 1.—Distribución del guaraguao, *Guarea guidonia*, en el Nuevo Mundo.

En los tiempos alrededor del descubrimiento de Puerto Rico, el guaraguao era un componente común de los bosques de las planicies y las laderas costeras, hasta una elevación de 150 m (45). Hoy en día se le puede encontrar a través de las regiones montañas bajas, de piedra caliza húmeda y costeras húmedas de la isla. Más aún, es una de las especies de árboles más comunes en cafetales en Puerto Rico.

Clima

El guaraguao crece en regiones subtropicales y tropicales que van de húmedas a muy húmedas. En las islas del Caribe, las temperaturas anuales promedio varían entre 21 y 25 °C y, en las áreas continentales, hasta alrededor de 30 °C. A través de su área de distribución natural prevalece un clima libre de heladas, con la sola excepción del norte de Argentina (14, 23). En Argentina, las temperaturas máximas y mínimas registradas fueron de 41 y -5 °C, respectivamente. En las islas del Caribe, la precipitación fluctúa entre 1100 y >3000 mm por año. En las áreas continentales, tales como Costa Rica (19) y Venezuela, la precipitación puede acercarse a 4000 mm por año, con unas temperaturas anuales promedio de entre 22 y 26 °C (17).

Suelos y Topografía

El guaraguao se reportó creciendo en Cuba en planicies bien irrigadas, en valles montanos muy húmedos y frescos sobre suelos aluviales, en cuevas húmedas con unas elevaciones de entre 150 y 600 m, y sobre suelos húmedos de piedra caliza en tierras altas (41). En la Sierra de Luquillo, el guaraguao es muy común en las cuevas bajas, en las hondonadas húmedas y en las márgenes de los ríos a unas elevaciones de entre 180 y 300 m (11). La especie se reportó también en sitios ribereños en Venezuela a unas elevaciones de 500 m (36). En Surinam, el guaraguao se reportó en cimas en bosques pluviales y ocasionalmente en bosques tipo sabana (26). En Trinidad, en donde se efectuaron observaciones detalladas sobre la distribución de árboles (3, tabla 1), el guaraguao se registró en cuatro asociaciones y varios ecotipos diferentes (subdivisiones a partir de asociaciones ecológicas, caracterizadas por codominantes de dos o más de las formas dominantes, pero no de todas, y que cubren un área considerable). En el bosque montano estacional se registró en los suelos de piedra caliza de cimas y cuevas montañosas nebulosas. En los bosques secundarios húmedos y muy húmedos de Puerto Rico, el guaraguao es la segunda especie más común y se destaca por su uso como sombra en cafetales en los suelos arcillosos y profundos de la Cordillera Central (5).

Las plántulas de guaraguao sembradas en áreas abiertas y degradadas en Puerto Rico se volvieron cloróticas y achaparradas (31). En sitios mejores el crecimiento fue satisfactorio, en especial bajo una cubierta forestal. En la

Cordillera Central y Oriental, las plántulas de guaraguao se reportaron teniendo un buen potencial en cuevas cóncavas bajas, en valles y en cuevas lineales. En la región de piedra caliza, solamente los sitios clasificados como cuevas bajas, valles y sumideros dieron resultados prometedores. En áreas serpentinadas, el guaraguao mostró buen potencial en valles ribereños y en pendientes cóncavas. Los suelos en estas cuevas y valles bajos son por lo general más profundos, más húmedos y más fértiles que los suelos en las cuevas más altas y en las cimas.

Cobertura Forestal Asociada

El guaraguao crece de manera natural en bosques subtropicales y tropicales húmedos y en sitios húmedos en bosques tropicales secos (tabla 1). En Puerto Rico, es muy común en las zonas de vida subtropical húmeda y subtropical muy húmeda (5, 18), similares a su hábitat en Cuba, en donde las zonas de vida no han sido todavía delineadas. Se le ha reportado en los bosques tropicales secos y húmedos de Venezuela (17), en el bosque tropical muy húmedo en Costa Rica (19) y en el bosque pluvial de tierras bajas en Nicaragua (43). En Colombia, se encontró el guaraguao en el bosque tropical seco en el Valle de Cauca (15).

En la tabla 1 se muestran los principales tipos de bosque, unas cuantas especies forestales asociadas e información sobre el sitio a partir de censos forestales que han mostrado la presencia de guaraguao. El guaraguao es por lo general un componente poco común en tierras bajas húmedas y bosques montanos húmedos naturales a través de la región. Por ejemplo, a elevaciones bajas en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico, se consideró como el número 24 en densidad de tallos, número 21 en dominancia por área basal y número 20 en volumen para todos los árboles muestreados en 4 ha de parcelas permanentes (6, 46). La sola excepción ocurre en Trinidad, en donde se le registró como un componente común de ciertos ecotipos (3, tabla 1).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—En Puerto Rico, la producción de flores tiene lugar en abril y mayo, y de nuevo de octubre a diciembre (16). Las flores blanco verduscas consisten de un cáliz de cuatro lóbulos y cuatro pétalos vellosos. Las cápsulas conteniendo las semillas son casi redondas, de color pardo rojizo, de 1.6 cm de ancho y se presentan en panículas. Cada una produce cuatro semillas o menos. En Puerto Rico se encontró un promedio de tres semillas por cápsula. En los bosques tropicales muy húmedos de Costa Rica no se observó un período de pérdida de las hojas significativo, y los brotes foliares mostraron discontinuidad (19). La florescencia tuvo lugar más que nada durante enero y febrero, y las frutas maduras se produjeron en febrero y marzo.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Dos experimentos para determinar el peso en fresco de semillas recolectadas en Puerto Rico resultaron en 2,170 y 2,990 semillas por kilogramo. Cuando las semillas de dos muestras de 50 gramos cada una se abrieron, se encontró que el 92 por ciento de ellas fueron fértiles. La determinación del contenido de humedad basada en dos muestras de 70 gramos cada una

rindió un promedio del 37 por ciento. Las semillas son delicadas. Si se almacenan sin sellar ya sea a temperatura ambiente o a 4 °C, pierden su viabilidad después de 1 mes.

En Puerto Rico, las frutas caen al mismo tiempo que el árbol florece (16). En Trinidad, la regeneración natural no es abundante, en parte debido a que las semillas son consumidas por mamíferos y aves (34). Sin embargo, se ha reportado que la fruta es venenosa para los animales (1).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es hipogea, y las primeras hojas son simples (34). Se efectuaron dos pruebas en Puerto Rico para evaluar la germinación. La primera prueba indicó una germinación inmediata del 47 por ciento, pero ninguna después de esto. Las semillas habían sido almacenadas por cinco períodos diferentes de hasta 9 meses en sacos de papel sin sellar a temperatura ambiente y a 4 °C. Se concluyó que las semillas pierden su humedad muy rápidamente y perecen debido a esto. En otra prueba, 2 lotes de 500 semillas cada uno se sembraron poco después de la recolección en el campo, un lote bajo sol y el otro bajo sombra parcial. Después de 63 días, el 12 por ciento de aquellos bajo sol y el 57 por ciento de aquellos bajo sombra habían germinado. Después de 113 días, los resultados fueron 28 y 65 por ciento, respectivamente.

En Trinidad, la germinación para las semillas sembradas a campo abierto varió entre el 8 y el 75 por ciento dependiendo del lugar, comenzando por lo usual entre 5 y 10 semanas y continuando por 3 ó 4 meses (34). La germinación fue del 50 por ciento para semillas sembradas al vuelo a campo abierto, y del 60 por ciento cuando sembradas con un plantador bajo sombra leve. Sin embargo, la germinación de las semillas sembradas al vuelo bajo sombra fue prácticamente inexistente.

Para el año de 1945 en Puerto Rico se habían sembrado casi 190,000 plántulas de guaraguao en los bosques de la Sierra de Luquillo y Toro Negro (31). Para mediados de 1949, se habían sembrado 256,000 plántulas en los bosques insulares restantes (32). Las plántulas variaron en altura de 30 a 60 cm y se plantaron con las raíces desnudas a un espaciamiento de 1.8 por 1.8 m. La supervivencia fue de alrededor del 90 por ciento en sitios favorables (31) y se consideró como moderada para varios sitios menos favorables (32). Se usaron también plántulas silvestres de hasta 2.5 cm en diámetro, algunas de ellas con la parte superior podada. El uso de plántulas silvestres de tamaño grande resultó ser ventajoso debido a que crecieron por encima de la maleza con mayor rapidez que las plántulas silvestres de menores dimensiones.

El crecimiento de las plántulas se reportó como lento en Trinidad, promediando 15 cm de altura a los 6 meses y 2 m a los 3 años (34). El crecimiento inicial de las plántulas se evaluó también en Puerto Rico. Bajo sol, 13 plántulas promediaron 18 y 22 cm después de 6 y 7 meses, respectivamente. Bajo sombra, las tasas de crecimiento comparables fueron de 25 y 36 cm.

Reproducción Vegetativa.—De Trinidad se reporta que el guaraguao rebrota bien al ser cortado hasta una edad avanzada (34).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La información sobre el crecimiento para varios sitios se puede encontrar en la tabla 2. El crecimiento de las plántulas y los brinzales fluctuó en-

Tabla 1.—Cobertura forestal asociada y especies principales de árboles encontrados con *Guarea guidonia*

País	Localidad	Elevación	Precipitación	Principales especies asociadas*	Referencia
		<i>m</i>	<i>mm/año</i>		
Argentina	Parque Iguazú	30	2200	<i>Cocos romanzofiana</i> , <i>Chrysophyllum lucumifolium</i> , <i>Balfourodendron riedelianum</i>	(14, 23)
Colombia	Valle de Canca	1,000	1000-2000	<i>Bursera simaruba</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Chlorophora tinctoria</i>	(15)
Costa Rica	Puerto Viejo	130	4000	<i>Apeiba membranaceae</i> , <i>Brosimum lactesoens</i> , <i>Carapa guianensis</i>	(19)
Cuba	Pico Turquino	150-750	~1500	<i>Andira jamaicensis</i> , <i>Cordia alliodora</i> , <i>Bucida buceras</i> , <i>Calophyllum antillanum</i>	(40)
	Varios	150-900	>1500	Valles profundos: <i>Andira inermis</i> <i>Mastichodendron foetidissimum</i> , <i>Tabebuia</i> sp. Cuestas: <i>Andira inermis</i> , <i>Mastichodendron foetidissimum</i> , <i>Cedrela mexicana</i> , <i>Prunus myrtifolia</i> , <i>Sapium jamaicense</i>	(41) (41)
	Oriente	150-750	~1500	Monte fresco: <i>Buchenavia capitata</i> , <i>Calophyllum brasilensis</i> , <i>Carapa guianensis</i> , <i>Sapium jamaicense</i> , <i>Prunus myrtifolia</i>	(41)
	Sierra de Nipe	0-1,000	1000-1500	<i>Nectandra coriacea</i> , <i>Tabebuia pacyphylla</i> , <i>Cedrela odorata</i>	(8)
Nicaragua	Bosque pluvial de tierras bajas	0-1,000	1500-2500	<i>Brosimum terrabanatum</i> , <i>Calophyllum brasilense</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Swietenia macrophylla</i> , <i>Tabebuia guayacan</i>	(43)
Puerto Rico	Toda la isla	50-300	>1500	Sombra de cafetal: <i>Inga</i> spp., <i>Andira inermis</i> mas regeneración secundaria	(5)
	Luquillo	100-300	3500	<i>Dacryodes excelsa</i> , <i>Manilkara bidentata</i> , <i>Sloanea berteriana</i>	(46)
Trinidad	Selva veranera siempreverde	0-250	1800-3000	Asociación <i>Carapa guianensis</i> - <i>Eschweilera subglandulosa</i> : considerada entre las números 14 y 45 en densidad de tallo en 3 ecotipos, principalmente en la capa del dosel.	(3)
	Selva veranera semi-decidua	Cuestas bajas	<1500	Asociación <i>Peltogyne porphyrocardia</i> considerada entre las números 6 al 38 en densidad de tallo en 4 ecotipos en el estrato superior	(3)
	Selva veranera decidua	Montañosa	1100-1500	Asociación <i>Bursera simaruba</i> - <i>Lonchocarpus punctatus</i> : considerada como entre las números 8 y 46 en densidad de tallo en 2 ecotipos como un árbol emergente	(3)
	Selva veranera montana	>500	Elevada, neblina	Asociación <i>Inga macrophylla</i> - <i>Guarea guara</i> : considerada novena en densidad de tallo como un árbol del estrato superior en cuevas y cimas montañosas sobre piedra caliza	(3)
Venezuela	Bosque tropical húmedo	0-1,000	1900-3700	<i>Parkia pendula</i> , <i>Calophyllum brasilense</i> , <i>Pentaclethra macroloba</i> , <i>Swartzia</i> sp.	(17)
	Bosque tropical seco	400-1,000	1000-1800	<i>Cedrela mexicana</i> , <i>Tabebuia pentaphylla</i> , <i>Calicophyllum candidissimum</i> , <i>Chlorophora tinctoria</i>	(17)

*Se han listado sólo unas cuantas de las especies asociadas en cada sitio. La mayoría de las listas de especies a partir de las referencias citadas son extensas.

tre 0.3 y 0.6 m por año en altura y entre 0.2 y 0.6 cm por año en diámetro. En el bosque subtropical muy húmedo de Puerto Rico en la Sierra de Luquillo, el crecimiento en diámetro promedió 0.81 cm por año en un período de 18 años, el promedio más alto para las 17 especies muestreadas (12). En los bosques secundarios húmedos de Puerto Rico, el incremento en diámetro para el guaraguao promedió 0.57 cm por año para todas las clases de copa combinadas y 0.88 cm por año para los tallos dominantes solamente (50). El crecimiento en diámetro para el guaraguao fue, de nuevo, el más rápido de todas las especies muestreadas. Sin embargo, plantaciones de prueba establecidas por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, mostraron que la especie tiene un crecimiento más lento que la caoba hondureña (31), de manera que esta última se usó en vez en sitios para los cuales está mejor adaptada (27). El guaraguao aparentemente prospera mejor bajo condiciones

forestadas (31). Las siembras en sitios degradados a campo abierto fracasan por lo general (31).

Comportamiento Radical.—No se encontró ninguna información sobre el comportamiento radical del guaraguao. La ocurrencia frecuente del guaraguao en las cuevas bajas en tierras bajas húmedas en donde los suelos son por lo usual profundos y fértiles sugeriría un comportamiento radical profundo.

Reacción a la Competencia.—El guaraguao alcanza la parte superior del dosel en sitios favorables, pero no es un árbol dominante en los bosques de Puerto Rico (31) o Venezuela (17). En Trinidad se registró más que nada como una especie del estrato superior, pero en algunos casos fue un árbol emergente (3, tabla 1). En Costa Rica se registró también como un árbol del estrato superior (19).

En un estudio comparativo de la regeneración y de la supervivencia en el estrato inferior de 29 especies que

Tabla 2.—Información sobre el crecimiento de *Guarea guidonia*

País	Localidad	Elevación	Precipitación	Supervivencia	Duración	Crecimiento promedio		Comentarios	Ref.
						Altura	D.a.p.		
		<i>m</i>	<i>mm/año</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Años</i>	<i>m/año</i>	<i>cm/año</i>		
República Dominicana	Las Montañas Arriba	700	1150	62	0.8	0.35	...*	Suelo degradado	(22)
Puerto Rico	Luquillo	100-900	2500-3800	50-100	6	0.61	0.64	Topografía de cuesta	(31)
	Toro Negro	900	2500	alta	4	0.46	0.32	Topografía de valle	(31)
	Toro Negro	900	2500	alta	6	0.3-0.6	0.2-0.5	Bajo cubierta de bosque de palma	(31)
	Guilarte	900	2300	...	5	0.58	0.07	Suelos volcánicos, arcillas; cuevas	(32)
	Sabana 8	180-360	2300	...	19	...	0.81	Bosque natural, crecimiento en d.a.p. de 0.13 a 1.35 cm/año; 18 árboles	(12)
	Bosque secundario	150-900	1500-2500	...	5	...	0.57	Para 155 árboles en bosques secundarios húmedo y muy húmedo-incremento en d.a.p. en cm/año por clase de copa: 0.88 para dominantes, 0.73 para codominantes, 0.37 para intermedios y 0.18 para árboles pequeños sin clasificar.	(50)
	Bosque secundario	300-550	2000	...	27	...	0.60	Para 16 árboles en bosques secundarios húmedos; gredas de superficiales a moderadamente profundas y bien drenadas	(39)
	Bosque secundario	40	1900	...	32	...	0.37	Bosque secundario con una composición de especies mixta	(51)

* La información no proporcionada en columnas o filas no se encuentra disponible.

alcanzan tamaño de dosel en el bosque subtropical muy húmedo de la Sierra de Luquillo, los árboles de guaraguao del estrato inferior fueron relativamente comunes, mientras que las plántulas fueron relativamente escasas (42). Esta estructura poblacional sugiere que la regeneración del guaraguao puede estar relacionada a una perturbación del bosque en el pasado. La información poblacional, junto con la información sobre el tamaño de las semillas y el peso específico arbóreo fueron utilizados para clasificar al guaraguao como una especie forestal clímax.

El guaraguao plantado bajo un bosque de palmas a una elevación de alrededor de 900 m en la Cordillera Central de Puerto Rico mostró una supervivencia alta y un crecimiento satisfactorio después de 5 años (tabla 2). La especie fue también reportada como moderadamente tolerante a la sombra en Trinidad (34). En resumen, el guaraguao parece estar adaptado a cierto grado de sombra en la etapa de plántula y como un árbol del sotobosque. Sin embargo, su regeneración en bosques subtropicales muy húmedos cerrados en la Sierra de Luquillo es rara, lo que sugiere que la sombra leve característica de pequeñas brechas en el dosel, causadas posiblemente por huracanes, puede facilitar su germinación y crecimiento inicial.

El guaraguao, ya sea como una especie de crecimiento secundario o plantado de manera deliberada, se usa por lo común para sombra en cafetales de Puerto Rico (5). Dado su valor como madera para ebanistería, se sugirieron entresacados para mejorar su potencial para su crecimiento, así como el de otras especies madereras a encontrarse en cafetales abandonados (49).

Agentes Dañinos.—En las siembras de guaraguao en Puerto Rico, las plántulas se reportaron como libres del ataque por insectos (31). Se observó una mancha foliar en algunas plántulas silvestres, pero la enfermedad no se consideró como perjudicial. En Trinidad, la mortalidad de las plántulas fue a menudo alta, en parte debido a que las plántulas fueron atacadas por insectos (34). En Venezuela, el guaraguao no se vió infestado por el barrenador de los vástagos de la caoba *Hypsipyla grandella* (9). Más aún, el duramen es resistente a las termitas de la madera seca, y es durable cuando insertado en el suelo (7, 13, 53).

El guaraguao ha sido susceptible a los huracanes en Puerto Rico. El Huracán de San Felipe de 1928 causó defoliación, quiebra de la copa, rajado de los troncos y el desarraigamiento de los árboles de guaraguao en varias áreas de la isla (2). El Huracán de Santa Clara en 1956 causó la quiebra del guaraguao en el área de Guajataca (48). En este último caso, un rodal previamente entresacado con unos d.a.p de entre 15 y 25 cm sufrió daño en más del 50 por ciento de las copas, mientras que un rodal cercano sin entresacar mostró un daño leve solamente. De las dos tormentas mencionadas, la de San Felipe fue fácilmente la más destructiva.

USOS

En las Indias Occidentales, el guaraguao, que se parece a la caoba y al cedro, fue usado para los mismos propósitos que esas especies, pero las existencias nunca fueron abundantes (37). En Puerto Rico fue una fuente importante de madera, apreciada para la construcción de carretas muy resistentes e implementos agrícolas (38) y se le considera la mejor madera

para muebles del bosque tabonuco (47). El guaraguao tiene un peso moderado y un peso específico de 0.51 g por cm³. La madera es fuerte y tenaz cuando se le compara a otras maderas de densidad similar (30). La madera se aserra y se trabaja a máquina con facilidad y toma un acabado alto y lustroso, ya sea con barniz o con laca. Tanto el duramen como la albura no responden a los tratamientos preservativos usando tanques abiertos o sistemas de presión al vacío.

Su apariencia atractiva, su fortaleza adecuada, su durabilidad y sus propiedades favorables para ser trabajada, hacen del guaraguao una madera adecuada para muchos usos: muebles y ebanistería, artículos torneados, molduras interiores, construcción general y carpintería (30, 27), a la vez que para la construcción naviera, incluyendo el tablaje, molduras, chapa utilitaria y triplex (10). Como chapa, la madera puede ser similar a la de especies relacionadas, pero requiere de un baño a vapor extenso, ya sea para operaciones rotativas o rebanadoras.

En Puerto Rico, el guaraguao ha sido recomendado como un árbol de sombra ornamental (52, 35) y es al presente uno de los árboles de sombra más comunes en cafetales (5). En Argentina, la corteza ha sido usada para el curtido (38). La corteza pulverizada se ha usado también como un agente emético y hemostático (37), y las hojas y las raíces han sido usadas en la medicina casera (10, 27).

GENETICA

No se ha reportado ningún trabajo sobre la genética de esta especie en la literatura. El guaraguao se conoció primero como *G. guara* (Jacq.) P. Wils., y luego como *G. trichiloides* L., antes de su presente designación como *G. guidonia* (L.) Sleumer. Dada su extensa distribución y su aparente adaptación a condiciones tropicales, subtropicales y muy levemente templadas, un cierto grado de variación es de esperarse.

LITERATURA CITADA

1. Andrade, S.O.; Linardi, M.C.F.; Assad, R; Ladeira, A.M. 1976. Inflammatory action and toxicity of *Guarea trichiloides* L. in rats. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 38: 39-46.
2. Bates, C.Z. 1929. Efectos del huracán del 13 de septiembre de 1928 en distintos árboles. *Revista de Agricultura de Puerto Rico*. 23: 113-117.
3. Beard, J.S. 1946. *The natural vegetation of Trinidad*. Oxford, England: Clarendon Press. 152 p.
4. Beard, J.S. 1949. *The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands*. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
5. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. *The forest resources of Puerto Rico*. Res. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
6. Briscoe, C.B.; Wadsworth, F.H. 1970. Stand structure and yield in the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. *A tropical rain forest*. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 79-89. Capítulo B-6.

7. Bultman, John D.; Southwell, Charles R. 1976. Natural resistance of tropical American woods to terrestrial wood destroying organisms. *Biotropica*. 8(2): 71-95.
8. Carabia, J.P. 1945. The vegetation of Sierra de Nipe, Cuba. *Ecological Monographs*. 15: 323-341.
9. Carruyo, Luis J. 1973.. Estudio preliminar de extractivos de las Meliaceas que atraen a *Hypsipyla grandella* (Zeller). En: Proceedings of the 1st Symposium on Integrated Control of *Hypsipyla*; 1973 March 5-12; Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza II CACTIE: Section 22.
10. Combs, R. 1897. Some Cuban medicinal plants. *Pharmacological Reviews*. 15: 87-91.
11. Crow, Tom R.; Grigal, D.F. 1979. A numerical analysis of arborescent communities in the rain forest of the Luquillo Moutains, Puerto Rico. *Vegetatio*. 40(3): 135-146.
12. Crow, Tom R.; Weaver, Peter L. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
13. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. *Agric. Handb.* 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
14. Devoto, F.E.; Rothkugel, R. 1936. Informe sobre los bosques del Parque Nacional del Iguazú. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Agricultura de la Nación. 99 p.
15. Espinal T., Luis Sigifredo; Montenegro M., Elmo. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" Departamento Agrológico. 201 p.
16. Estrada Pinto, Alejo. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 237-269. Capítulo D-14.
17. Ewel, John J.; Madriz, Arnaldo 1968. Zonas de vida de Venezuela. Caracas, Venezuela: Ministerio de Agricultura y Cría, Dirección de Investigación. 265 p.
18. Ewel, John J.; Whitmore Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
19. Frankie, Gordon W.; Baker, Herbert G.; Opler, Paul A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*. 62: 881-919.
20. Gomes, Pimental; Fernandes, Hermano. 1951. Florestas amazonicas. *Caribbean Forester*. 12(4): 141-152.
21. Holdridge, Leslie R.; Poveda A., Luis J. 1975. Arboles de Costa Rica. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical. 546 p. Vol. 1.
22. Knudson, Douglas M.; Prosnier, E. 1985. Crecimiento del primer año de 12 especies forestales en los montones arriba. ISA—Nota Técnica 5. Santiago, República Dominicana: Instituto Superior de Agricultura. 5 p.
23. Koutche, V. 1948. Vegetación forestal del Parque Nacional del Iguazú. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Obras Publicas de la Nación, Administracion General de Parques Nacionales y Turismo. 73 p.
24. Kynoch, William; Norton, Newell A. 1938. Mechanical properties of certain tropical woods chiefly from South America. *Bull.* 7. Ann Arbor, MI: University of Michigan School of Forestry and Conservation. 87 p.
25. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. 1974. Características, propiedades y usos de 104 maderas de los altos llanos occidentales. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes. 106 p.
26. Lindeman, J.C. 1953. The vegetation of the coastal region of Suriname: results of the scientific expedition to Suriname 1948-49. En: Hulster, I.A. de; Lanjonw, J.; Ostendorf, F.W., eds. The vegetation of Suriname. Botanical Series 1. Amsterdam, Netherlands: Van Eedenfonds. 135 p.
27. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
28. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O.; Wadsworth, Frank H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1024 p. Vol. 2.
29. Logier, Alain H. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
30. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. *Agric. Handb.* 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
31. Marrero, José. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest: past experience as a guide for the future. *Caribbean Forester*. 9: 85-146.
32. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 11(3): 107-147.
33. Marshall, R.C. 1934. The physiography and vegetation of Trinidad and Tobago: a study in plant ecology. London, England: Oxford University Press. 56 p.
34. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London, England: Oxford University Press. 247 p.
35. Martorell, Luis F. 1953. ¿Qué árbol sembraré? *Caribbean Forester*. 14(3-4): 152-160.
36. Pittier, H.; Lesser, T.; Schnee, L. [y otros]. 1947. Catálogo de la flora venezolana. Caracas, Venezuela; Lit. y Tip. Vargas, S.A. 577 p. Vol. 2.
37. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
38. Record, Samuel J.; Mell, Clayton D. 1924. Timbers of tropical America. New Haven, CT: Yale University Press. 610 p.
39. Schmidt, Ralph; Weaver, Peter L. 1981. Tree diameter increment in the subtropical moist life zone of Puerto Rico. *Turrialba*. 31(3): 261-263.
40. Seifriz, William. 1943. The plant life of Cuba. *Ecological Monographs*. 13: 375-426.
41. Smith, Earl E. 1954. The forests of Cuba. Maria Moors Cabot Foundation Publication 2. Petersham, MA: Harvard Forest; Cienfuegos, Cuba: Atkins Garden and Research Laboratory. 98 p.
42. Smith, Robert F. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican rain forrest before and after short-term gamma radiation. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 103-140. Capítulo D-3.
43. Taylor, B.W. 1963. An outline of the vegetation of Nicaragua. *Journal of Ecology*. 51: 27-54.
44. Volkart, Conrado. 1965. Recopilación de datos sobre propiedades y usos de maderas del bosque tropical de la costa atlántica de Nicaragua. *Turrialba*. 15(1): 43-57.
45. Wadsworth, Frank H. 1950. Notes on the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900. *Caribbean Forester*. 11(1): 38-47.

46. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains, I. The setting. *Caribbean Forester*. 12(3): 93-114.
47. Wadsworth, Frank H. 1952. Forest management in the Luquillo Mountains, III. Selection of products and silvicultural policies. *Caribbean Forester*. 13(3): 93-119.
48. Wadsworth, Frank H.; Englerth, G.H. 1959. Effects of the 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 20(1&2): 38-51.
49. Weaver, Peter L.; Birdsey, Richard A. 1986. Tree succession and management opportunities in coffee shade stands. *Turrialba*. 36(1): 47-58.
50. Weaver, Peter L.; Birdsey, Richard A. 1990. Growth of secondary forest in Puerto Rico between 1980 and 1985. *Turrialba*. 40(1): 12-22.
51. Weaver, Peter L.; Nieves, Luis O. 1977. Periodic annual DBH increment in a subtropical moist forest dominated by *Syzygium jambos* (L) Alston. *Turrialba*. 28(3): 253-256.
52. Winters, H.F.; Almeyda, N. 1953. Ornamental trees in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 14(3&4): 97-105.
53. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indies dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 41: 259-311.

Previamente publicado en inglés: Weaver, Peter L. 1988. *Guarea guidonia* (L.) Sleumer. American muskwood. SO-ITF-SM-17. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p.

Guazuma ulmifolia Lam.

Guácima

Sterculiaceae

Familia del cacao

John K. Francis

Guazuma ulmifolia Lam., conocida como guácima y por numerosos otros nombres, es un árbol de tamaño pequeño o mediano y de muchas ramas (fig. 1), común en pastizales y bosques perturbados. Su distribución va desde el área central de México hasta el norte de Argentina (fig. 2). Sus frutos y follaje son consumidos por los animales domésticos y silvestres y la madera es una fuente importante de leña en las áreas rurales.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El guácima crece a lo largo de ambas costas de México, desde aproximadamente la latitud 27° N. hacia el sur. La distribución costera en el norte converge en el Istmo de Tehuantepec y procede a través de la Península de Yucatán, la América Central y del Sur, penetrando el norte de Argentina y Paraguay hasta aproximadamente la latitud 28°S. La especie también se encuentra en las Antillas Mayores y Menores (19, 20, 29, 40) y es plantada en Hawaii, en donde posiblemente se ha naturalizado (26).

El guácima crece en varias de las zonas de vida de Holdridge (10). Es común en las zonas de vida forestales tropical húmeda, tropical seca, subtropical húmeda, subtropical seca, premontana húmeda y premontana seca (5, 6, 40, 41). El guácima se ha plantado con éxito en la zona de vida forestal premontana muy húmeda (5).

Clima

El guácima es más común en áreas que reciben de 700 a 1500 mm de precipitación anual promedio (24), pero también puede crecer en zonas con una precipitación anual de hasta



Figura 1.—Un árbol de guácima, *Guazuma ulmifolia*, creciendo en Puerto Rico.

2500 mm. Casi toda el área de distribución natural tiene una estación seca anual, usualmente de entre 2 y 7 meses de duración. Los árboles de guácima pierden las hojas durante sequías severas, pero permanecen verdes si la humedad del suelo es adecuada.

Los climas en su área de distribución natural son tropicales o subtropicales. La mayoría de su hábitat es continuamente cálido. Sin embargo, los árboles en los extremos norte y sur de su distribución están probablemente sujetos a heladas ligeras poco frecuentes.

Suelos y Topografía

El guácima está adaptado a una gran variedad de suelos y se le puede encontrar en suelos con texturas desde arenas hasta arcillas. La especie probablemente crece en todos los órdenes de suelo que ocurren en su área de distribución natural. Los suelos de los órdenes Inceptisoles, Alfisoles, Ultisoles, Oxisoles y Vertisoles son hábitats de particular importancia. Los sitios bien drenados son los mejores, pero el guácima también crece en suelos con drenaje un tanto pobre. Los suelos muy pedregosos en incluso el relleno de construcción recién depositado a la orilla de caminos se ven a menudo colonizados. Es más común encontrar la especie en suelos con un pH arriba de 5.5 (5) y no tolera suelos salinos (13).

La especie es muy común y parece crecer mejor en laderas en posiciones inferiores en regiones húmedas y a lo largo de riachuelos intermitentes y permanentes en áreas secas. Los rodales naturales crecen en áreas desde cerca del nivel del mar hasta los 1,200 m; sin embargo, la mayoría de la



Figura 2.—Distribución natural del guácima, *Guazuma ulmifolia*, en la América tropical.

población se encuentra a una altitud de menos de 400 m (5). Los pastizales, las cercas y las márgenes de los caminos y carreteras son los hábitats preferidos en todas las posiciones topográficas.

Cobertura Forestal Asociada

Las etapas sucesionales de los bosques semi-caducifolios en Jalisco, México, pueden incluir al guácima asociado con *Acrocomia mexicana* Karw. ex Mart., *Casearia parvifolia* Willd., *Castilla elastica* Cervantes, *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng., *Cyrtocarpa procera* H.B.K., *Forchhammeria pallida* Liebm., *Heliocarpus* spp., *Luehea candida* Mart., *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth., *Piptadenia* sp., *Spondias purpurea* L., *Thouinia* sp., *Trema micrantha* (L.) Blume y *Xylosma flexuosum* Hemsl. (31). Las siembras abandonadas en los valles costeros en la provincia de Guanacaste, Costa Rica, contienen árboles sucesionales, tales como *Castilla elastica*, *Cecropia peltata* L., *Cochlospermum vitifolium* y *Mutingia calabura* L., junto con el guácima (9). Las colinas de piedra caliza con suelos poco profundos en el área del Cabo Cruz en Cuba sostienen al guácima en rodales con *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Coccoloba diversifolia* Jacq., *Lysiloma latisiliqua* (L.) Benth., *Mastichodendron foetidissimum* (Jacq.) Cronq., *Pera bumeliaefolia* Griseb., *S. mombin* L., *Swietenia mahagoni* Jacq. y *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC. (36). En el bosque Alisio, que se encuentra a lo largo de riachuelos en los llanos de Venezuela, el guácima ocurre junto con *Hymenaea courbaril* L., *Lonchocarpus velutinus* Benth., *Fagara chiloperone* (Mart.) Engl., *Senegalia glomerosa* (Benth.) Britton & Killip, *Casearia* spp., *Cordia bicolor* A. DC. y *Genipa americana* L. (11).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores ligeramente fragantes son de un color amarillo o crema y aparecen en agrupaciones en la base de las hojas (19). En Puerto Rico, la florescencia es irregular y por lo usual tiene lugar de abril a octubre (19). En Costa Rica, la florescencia se concentra durante el período que es mayormente defoliado que va desde marzo hasta abril (15).

Las frutas verdes aparecen inmediatamente después de la florescencia, pero permanecen de tamaño pequeño por lo menos por 4 meses (16), para después ensancharse y madurarse durante un período de 3 a 4 meses (15). Las frutas maduras son redondas o elípticas, negras o marrón oscuro, y tienen cinco cavidades internas que contienen las semillas. Cien frutas maduras de guácima recolectadas en Puerto Rico promediaron 2.79 ± 0.07 g cada una (observación personal del autor). Los árboles de buen tamaño creciendo a campo abierto pueden producir de 5,000 a 10,000 frutas en una sola cosecha (16), aunque la producción puede ser considerablemente baja en bosques en donde la competencia es alta.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Grandes cantidades de frutas de guácima se recolectan a mano debajo de los árboles productores o mediante la corta directa de los árboles. Las frutas se abren con tijeras de podar

y las semillas se extraen con una paleta o golpeando la fruta contra una superficie dura. El pulverizado y el colado o el soplado se pueden usar para separar cantidades grandes de semillas (14). Treinta y siete frutas sin lesiones procedentes de Costa Rica rindieron un promedio de 59.8 ± 2.3 semillas por fruta (15). Treinta frutas de Puerto Rico contuvieron un promedio de 68 ± 4 semillas por fruta (observación personal del autor). El peso promedio es de 0.0042 g por semilla o 239,000 semillas por kilogramo. Para Costa Rica lo normal es aproximadamente 225,000 semillas por kilogramo (5).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea y comienza aproximadamente a los 8 días (observación personal del autor). Las semillas secretan una capa gelatinosa que parece inhibir la germinación. Se obtuvo una germinación de solamente el 5 por ciento sin tratamiento. El mejor tratamiento, el baño en agua hirviendo por 30 segundos, resultó en una germinación del 87 por ciento. La escarificación y el tratamiento con ácido fueron también efectivos (37). Este último imita lo que ocurriría cuando las frutas y las semillas son masticadas y pasadas a través del sistema digestivo de un animal.

Las plántulas se desarrollan rápidamente en el vivero. Las nuevas plántulas están listas para ser transplantadas de los semilleros a contenedores (por lo usual bolsas de vivero) en 30 días (3). Doce plántulas cultivadas en el vivero por el autor promediaron 38 ± 3 cm de altura (tamaño plantable) en 3 meses. En la América Central se requieren de 14 a 16 semanas para obtener plantas de 30 a 40 cm en bolsas de vivero (5). Los tocones con un collar radical con un diámetro de 1.5 a 2.5 cm requieren de 8 a 9 meses.

La preparación del sitio previa a la siembra deberá consistir del arado o de otro tipo de tratamiento cultural. Se recomienda un espaciamiento inicial de 2 por 2 m. Si se usa el desmochado (la cosecha periódica de todas las ramas sin tumbar el árbol) para la producción de leña, se recomienda un entresacado que resulte en un espaciamiento de 4 por 4 m o 6 por 6 m (5).

Reproducción Vegetativa.—Los tocones de guácima rebrotan con tanta facilidad que a menudo es difícil erradicarlo de los pastizales (16). Se reporta que la especie se reproduce a partir de estacas (2).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El guácima es un árbol de tamaño de pequeño a mediano. Por lo común alcanza unas alturas de 8 a 20 m y un d.a.p. de 30 a 60 cm (15, 20). En México se reportan alturas de 25 m y unos d.a.p. de hasta 70 cm (29). En Puerto Rico, el árbol más grande de guácima conocido por el autor midió 12 m de altura y 96 cm en d.a.p. Su edad es desconocida.

La arquitectura de la copa se desarrolla de acuerdo al modelo de Rauh, en el cual un meristemo monopodial del tronco crece e inicia ramas alternadas o en verticilo de manera continua (8). Las copas, especialmente en árboles que crecen a campo abierto, tienden a ser esparcidas y muy ramificadas. Los árboles de guácima desarrollan por lo usual un fuste corto y curvo que a menudo posee surcos profundos.

La tasa de crecimiento de rodales y árboles individuales se puede describir como de moderada a buena. Una plantación en Guatemala promedió 2.1 m de altura con una supervivencia del 94 por ciento a los 3 años (21). Un criadero de árboles en Colombia promedió 6.9 m de altura con una

supervivencia del 92 por ciento y promedió 0.013 m³ de madera por árbol a los 3 años (17).

Un estudio a gran escala evaluó el crecimiento del guácima en parcelas pequeñas en 23 sitios a través de la América Central. En un período de 12 a 40 meses, dependiendo del sitio, se observaron unas tasas de supervivencia del 33 al 100 por ciento. Sólo cuatro sitios tuvieron una tasa de supervivencia de menos del 90 por ciento. Tomando todo en consideración, los sitios promediaron 1.42 m de crecimiento en altura por año (5). Se han preparado modelos matemáticos para predecir la altura, el diámetro y el peso seco de la madera producida en plantaciones de 1 a 5 años de edad con 2,500 árboles por hectárea en la América Central (12). Se producen de 1 a 6 t por ha por año, dependiendo de la edad y la calidad del sitio. En un sitio en Colombia, el guácima produjo de 12 a 15 m³ por ha anualmente por un período de 9 años (32).

El incremento promedio en d.a.p. para 14 árboles promediando 15 años de edad, cada uno en un sitio diferente en Puerto Rico, fue de 0.87 cm por año (observación personal del autor). El crecimiento de los árboles de mayor edad bajo una competencia intensa tiende a ser lento. El incremento promedio en diámetro en un período de 5 años para el guácima en un bosque subtropical húmedo denso fue de solamente 0.02 ± 0.03 cm por año (41).

Los árboles en pastizales en la América Central a menudo se desmochan para obtener leña. Se reportan unas cosechas por árbol de hasta 4 carretillas llenas (7). En un estudio para documentar el peso seco de las ramas nuevas en árboles desmochados, se produjeron 16 kg de ramas durante el primer año, 71 kg se encontraron presentes después del segundo año, 168 kg después del tercer año y 311 después del cuarto año (5). Se han desarrollado modelos predictivos y tablas de peso para el rendimiento de leña cosechada periódicamente a partir de las copas de guácima creciendo a campo abierto (34). Se recomienda que la poda bajo el método de desmoche se efectúe a alturas de más de 2 m a intervalos de 2 a 4 años (5).

Comportamiento Radical.—La mayoría de los árboles producen raíces profundas y abundantes (1), y los árboles de mayor edad desarrollan contrafuertes pequeños. La relación entre la raíz y los vástagos en un grupo de plántulas de 3 meses de edad y 10 cm de altura se reportó como de 0.45 (27).

Reacción a la Competencia.—El guácima es muy intolerante a la sombra. Es una especie pionera que se especializa en colonizar lugares abiertos o perturbados (20). La reproducción puede ser abundante en pastizales y otras áreas perturbadas frecuentadas por el ganado y los ungulados salvajes. Debido a que el guácima es de tamaño pequeño e intolerante, no sobrevive en bosques altos. La presencia de esta especie en bosques con doseles medianos y bajos indica el uso previo de la tierra como pastizales y otras perturbaciones severas. El guácima por lo general constituye solamente un pequeño porcentaje del área basal en un bosque secundario. Un área basal promedio de guácima de 0.2 m² (cinco árboles) de un área basal total del rodal de 31.4 m² se observó en un bosque subtropical húmedo, basándose en mediciones efectuadas en 16 parcelas de 0.05 ha en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos (41). En las laderas superiores de los cerros de piedra caliza húmedos en un bosque subtropical húmedo en Puerto Rico, el guácima contribuyó 3.1 m² por ha de un total de 22.1 m² por ha (6). Las áreas basales en 12 parcelas establecidas en Puerto Rico

en un bosque secundario conteniendo guácima promediaron 14.7 ± 2.0 m² por ha, de la cual el guácima contribuyó 4.7 ± 1.2 m² por ha (observación personal del autor). En dos parcelas de 4 ha en Costa Rica, el guácima contribuyó 0.3 y 0.7 m² de unos totales de 12.7 y 19.8 m² de área basal (9).

Agentes Dañinos.—En Costa Rica, del 12 al 42 por ciento de la cosecha de semillas es destruida por el escarabajo brúcido *Amblycerus cistelinus*. La depredación es más severa en las áreas húmedas que en las áreas secas (16). Las babosas consumieron cierto número de plántulas nuevas cultivadas en el vivero por el autor. Los insectos *Phelypera distigma* (Curculionidae), *Lirimiris truncata* (Notodontidae) y *Hylesia lineata* (Saturniidae) se alimentan de las hojas de guácima en Costa Rica (15).

Los árboles muertos y las ramas muertas de los árboles vivos son consumidos por la termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren), en Puerto Rico (22). La madera del guácima en uso es muy susceptible al ataque por las termitas de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker) (43) y la madera no es resistente a la pudrición (19).

USOS

La albura del guácima es de color marrón claro y el duramen es de marrón rosáceo a marrón. Es moderadamente blanda y se trabaja con facilidad (19). El peso específico de la madera varía entre 0.40 y 0.65 g por cm³ (no se proporciona el contenido de humedad) (5) en Costa Rica, de 0.55 a 0.57 g por cm³ (no se proporciona el contenido de humedad) (20) en Paraguay y de 0.49 a 0.55 g por cm³ secada al horno en Puerto Rico (observación personal del autor). La madera ha sido usada para muebles, molduras, cajas, duelas de barril, hormas para zapatos y mangos de herramientas (19, 38). En las áreas rurales se usa todavía para postes temporales, carpintería tosca y estacas para hortalizas (5).

La madera del guácima se considera como una excelente fuente de leña (24). Se raja y se seca con facilidad y se quema bien, con brasas ardientes y poco humo. El valor calórico es de 18,400 kJ por kg y deja un 0.98 por ciento de ceniza (5). En los tiempos coloniales, el carbón hecho de guácima era preferido para la manufactura de pólvora y la madera se usa aún para hacer carbón para combustible (24). En las áreas rurales a veces se utiliza la fibrosa corteza interior para hacer cuerdas e hilo (25).

La fruta verde mucilaginoso es comestible, ya sea cruda o cocida (18). La fruta madura del guácima es dura y leñosa, y tiene un sabor dulce y un aroma especiado placentero. Las vacas y los caballos se las comen de buena gana y los caballos de pastizales en Costa Rica son capaces de ingerir hasta 4,000 frutas en un solo día (15). Se puede dar de comer la fruta entera a los cerdos y molida a las gallinas. Los pecaríes de collar, los tapires, los venados, los agutís y las ardillas han sido observados comiendo la fruta (15). La fruta verde seca de la América Central contuvo un 8.4 por ciento de humedad, 30.4 por ciento de fibra cruda, 7.9 por ciento de proteína, 3.5 por ciento de grasas y 5.0 por ciento de ceniza. El material dió un resultado de 40.4 por ciento de nutrientes digeribles y los amino ácidos principales fueron el ácido glutámico y aspártico (4). Otro análisis de las frutas (presumiblemente maduras), procedente de Panamá, mostró un 20.0 por ciento de humedad, 6.1 por ciento de proteína, 1.2 por ciento de grasas, 32.2 por ciento de fibra cruda y 6.0 por ciento de ceniza (23).

Las hojas tienen un contenido impresionante de nutrientes. Haciendo los cálculos en base al peso seco, una muestra procedente de la América Central contuvo un 17 por ciento de proteína, 26 por ciento de fibra y 9 por ciento de ceniza (33). El follaje de guácima es consumido de buena gana por las vacas, los caballos, los pecaríes de collar y los tapires (15) y ha sido usado para alimentar orugas de seda (26). Durante los períodos de sequía, los animales consumen incluso las hojas caídas (39). Las flores son una fuente de néctar para las abejas de miel (18).

El guácima, una especie importante de sombra en pastizales, se planta también como árbol de sombra a lo largo de las calles en las ciudades y alrededor de residencias, especialmente en las áreas secas. Las raíces no causan problemas en espacios confinados. El guácima desarrolla una copa densa en climas secos, pero puede volverse muy ramosa en áreas muy húmedas (35). Debido a que los árboles crecen a lo largo de los linderos, se usan extensamente como postes vivientes (13).

Como una planta medicinal, el guácima ha sido usado para tratar muchas enfermedades, especialmente la influenza, los resfríos, las quemaduras, la disentería y las fracturas de huesos (28, 42). Se ha demostrado que los extractos de la planta carecen de propiedades diuréticas; sin embargo, un extracto etanólico de las hojas suprimió las bacterias *Shigella dysenteriae*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis* in vitro. Las hojas del guácima contienen cafeína pero no contienen alcaloides, saponinas, esteroides, terpenoides, flavonoides, quinonas o taninos (42).

GENETICA

Existen tres especies de *Guazuma*, todas nativa a la América Tropical (18). La madera de estas especies es muy parecida, pero por lo general es fácil de distinguir de otras de la familia Sterculiaceae (30). Una comparación de plántulas (de 0 a 2.6 años de edad) de ocho procedencias a través de la América Central mostró diferencias significativas, aunque menores, en los patrones de crecimiento y la forma de las hojas (33).

LITERATURA CITADA

1. Agudelo C., Nelson. 1979. Algunas especies aptas para la repoblación forestal en zonas secas de Honduras (informe preliminar). Tegucigalpa, Honduras: Departamento Forestal de Honduras. 21 p.
2. Bauer, Jan. 1982. Especies con potencial para la reforestación en Honduras; resúmenes. Tegucigalpa, Honduras: Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal. 42 p.
3. Bauer, Jan; Ugalde A., Luis A. 1983. Informe técnico anual 1982 del proyecto leña y fuentes alternas de energía. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 21 p.
4. Bressani, Ricardo; González, Jorge M.; Gómez Brenes, Roberto. 1981. Evaluación del fruto del caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam.) en la alimentación de terneros. Turrialba. 31(4): 281-285.
5. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central. Informe Técnico 86. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 228 p.
6. Chinaea, Jesús Danilo. 1980. The forest vegetation of the limestone hills of northern Puerto Rico. Ithaca, NY: Cornell University. 70 p. Tesis de M.S.
7. Gewald, Nico J.; Ugalde A., Luis A. 1981. Informe del seminario móvil del proyecto leña realizado en Costa Rica y Nicaragua. Informe Técnico 22. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 96 p.
8. Hallé, F.; Oldeman, R.A.A.; Tomlison, P.B. 1973. Tropical trees and forests, an architectural analysis. New York: Springer-Verlag. 441 p.
9. Hartshorn, G.S. 1983. Plants: introduction. En: Janzen, Daniel H., ed. Costa Rican natural history. Chicago, IL: University of Chicago Press: 118-157.
10. Holdridge, Leslie H. 1967. Life zone ecology. Rev. ed. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
11. Hueck, Kurt. 1961. The forests of Venezuela. Haft 14/6. Hamburg, Germany: Verlag Paul Parey. 106 p.
12. Hughell, David. 1990. Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de: *Eucalyptus camaldulensis*, *Gliricidia septum*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* en América Central. Bol. Téc. 22. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 57 p.
13. Hughes, C.E.; Styles, B.T. 1984. Exploration and seed collection of multipurpose dry zone trees in Central America. The International Tree Crops Journal. 3:1-31.
14. Hughes, Colin E.; Ochoa M., Oscar; Vides de Ponce, Ovidia. 1985. Especies nativas con potencial para la producción de leña en Centroamérica. En: Salazar, Rodolfo, ed. Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas. Turrialba, Costa Rica: International Union of Forest Research Organizations: 91-114.
15. Janzen, D.H. 1983. *Guazuma ulmifolia* (guácimo, guácima, caulote, tapaculo). En: Janzen, D.H., ed. Costa Rican natural history. Chicago, IL: University of Chicago Press: 246-248.
16. Janzen, Daniel H. 1975. Intra- and interhabitat variations in *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae) seed predation by *Amblycerus cistelinus* (Bruchidae) in Costa Rica. Ecology. 56:1009-1013.
17. Ladrach, William E. 1987. Growth of the Guachicono Arboretum—eight year results of the 1977 planting, three results of the 1977, 1980, and 1981 planting. Res. Rep. 112. Cali, Colombia: Cartón de Colombia, S.A. 17 p.
18. Little, Elbert L., Jr. [s.f.]. Common fuelwood crops. Morgantown, WV: Communi-Tech Associates. 354 p.
19. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
20. López, Jean Alberto; Little, Elbert L., Jr. 1987. Árboles comunes del Paraguay. Washington, DC: Peace Corps. 425 p.
21. Martínez, Héctor A. 1985. Producción de leña en la zona seca de Guatemala. En: Salazar, Rodolfo, ed. Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas. Turrialba, Costa Rica: International Union of Forest Research Organizations: 77-90.

22. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
23. Mendoza, Rodolfo. 1979. Frutales nativos y silvestres de Panamá. Ciudad de Panamá, Panamá: Universidad de Panamá. 171 p.
24. National Academy of Sciences. 1980. Firewood crops. Washington, DC: National Academy of Sciences. 236 p.
25. Natural History Society of Jamaica. 1946. Glimpses of Jamaican natural history. Kingston, Jamaica: The Institute of Jamaica. 97 p. Vol. 2.
26. Neal, Marie C. 1948. In gardens of Hawaii. Publicación Especial 40. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum. 805 p.
27. Ngulube, Mzoma R. 1989. Seed germination, seedling growth and biomass production of eight Central-American multipurpose trees under nursery conditions in Zomba, Malawi. *Forest Ecology and Management*. 27: 21-27.
28. Núñez Meléndez, Esteban. 1982. Plantas medicinales de Puerto Rico. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 498 p.
29. Pennington, T.D.; Sarukhan, José. 1968. Árboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 413 p.
30. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. *Timbers of the New World*. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
31. Rzedowski, J. 1981. *Vegetación de México*. Ciudad de México, México: Editorial Limusa. 432 p.
32. Salas, Gonzalo de las. 1985. Importancia del factor suelo en el establecimiento de plantaciones energéticas de turno corto a nivel rural. En: Salazar, Rodolfo, ed. *Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas*. Turrialba, Costa Rica: International Union of Forest Research Organizations: 47-56.
33. Salazar, Rodolfo; Quesada, Mariano. 1987. Provenance variation in *Guazuma ulmifolia* L. in Costa Rica. *Commonwealth Forestry Review*. 66(4): 317-324.
34. Salazar, Rodolfo; Rose, Dietmar. 1984. Firewood yields of individual trees of *Guazuma ulmifolia* Lam. in pastures in Hojanca, Guanacaste, Costa Rica. *Commonwealth Forestry Review*: 63(4): 271-278.
35. Schubert, Thomas H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 91 p.
36. Smith, Earl E. 1954. *Forests of Cuba*. Pub. 2. Petersham, MA: Maria Moors Cabot Foundation. 98 p.
37. Stewart, Janet L.; Gosling, P.G. 1988. Seed pretreatment methods for *Guazuma ulmifolia* Lam. *Commonwealth Forestry Review*. 67(2): 187-190.
38. Storer, Dorothy P. 1958. Familiar trees and cultivated plants of Jamaica. Kingston, Jamaica: Institute of Jamaica. 81 p.
39. Susano Hernández, Roberto. 1981. Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovecharse como forraje. *Ciencia Forestal*. 6(29): 31-39.
40. Veillón, Jean Pierre. 1986. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 199 p.
41. Weaver, Peter L. 1990. Tree diameter growth rates in Cinnamon Bay Watershed, St. John, U.S. Virgin Islands. *Caribbean Journal of Science*. 26(1/2): 1-6.
42. Weniger, Bernard; Robineau, Lionel. 1988. Elements for a Caribbean pharmacopeia. TRAMIL 3 workshop. Habana, Cuba: Ministerio de Salud Pública, Cuba. 318 p.
43. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). *The Caribbean Forester*. 7(4): 329-334.

Hernandia sonora L.

Mago, toporite

Hernandiaceae

Familia de las hernandias

John K. Francis

Hernandia sonora L., conocido comúnmente como mago en Puerto Rico, se conoce también como toporite (en Trinidad y Tobago), aguacatillo (en Costa Rica), palo de campana (en México) y tambor (Guatemala). El mago es un árbol atractivo que posee unas hojas de forma acorazonada y peltadas, con una característica mancha de color morado en el lado opuesto al punto de inserción del pecíolo. El árbol desarrolla unos fustes rectos y sin ramificaciones, una corteza gris plateada y unas copas abiertas (fig. 1).

HABITAT

Area de Distribución Natural

El área de distribución natural del mago se extiende a través de las Antillas Mayores y Menores y en el continente



Figura 1.—Un árbol de mago, *Hernandia sonora*, creciendo en una plantación de Puerto Rico.

desde el sur de México hasta Costa Rica (4, 8, fig. 2). En la América Central, el mago se encuentra confinado en su mayor parte a los valles y cerros cerca de la costa atlántica. A pesar de su distribución extensa, la especie tiende a concentrarse en ciertas localidades y no es muy abundante en ninguna área (4, 6).

Clima

El mago puede crecer en una gran variedad de condiciones climáticas. Los rodales naturales tienden a encontrarse a lo largo de los ríos, arroyos y al margen de los pantanos (6). Con un desyerbado apropiado, los magos se han cultivado con éxito en áreas con una precipitación anual promedio de tan solo 1500 mm. Los árboles regenerados de manera natural en Puerto Rico prosperan con más de 3000 mm de precipitación anual promedio. La mayoría de las áreas en donde el mago crece de manera natural cae dentro de este intervalo de precipitación y tienen una temporada seca anual durante el invierno. Las temperaturas rara vez llegan abajo de los 15 °C o arriba de los 35 °C y las heladas no ocurren en su área de distribución.

Suelos y Topografía

Los árboles de mago de mayor tamaño registrados en Puerto Rico crecen en unos Inceptisoles de arcillas pedregosas y fuertemente ácidos a lo largo de un arroyo pequeño. Las plantaciones han tenido éxito en suelos con unas texturas desde margas hasta arcillas y con unos valores de pH entre 4.5 y 7.5. En Trinidad, el mago se encuentra en arenas húmedas y en arcillas (6). Los rodales naturales crecen con mayor frecuencia en las cuevas bajas (4) y en los bancos de los arroyos.



Figura 2.—La distribución natural aproximada del mago, *Hernandia sonora*, en la América Central.

Cobertura Forestal Asociada

En Trinidad y Tobago, el mago se encuentra con mayor frecuencia en el bosque del tipo *Carapa guianensis* Aubl.-*Lecythis laevifolia* Griseb (6). En los bosques sub-siempreverdes medianos y altos en México, los socios del estrato superior del mago son: *Brosimum alicastrum* Sw., *Mirandaceltis monoica* (Hemsl.) Sharp, *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Dendropanax arboreus* (L.) Decne & Planch., *Manilkara zapota* (L.) v. Royen y *Carpoditera ameliae* Lundell (7). Como un árbol ribereño en pastizales en Puerto Rico se le puede encontrar asociado a *Terminalia catappa* L., *Erythrina glauca* Wild., *Cassia siamea* Lam., *Eugenia jambos* L., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer y *Mangifera indica* L.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El mago produce unas flores pequeñas, de color blanco verdusco o gris, que aparecen en cimas de tamaño grande (de 13 a 20 cm de largas) (4). Las flores masculinas y femeninas ocurren por separado en la misma inflorescencia (6). La florescencia tiene lugar durante el mes de enero en Trinidad y Tobago (6) y durante junio en Puerto Rico y parece existir una variación de hasta varias semanas en las fechas de la florescencia y producción de frutos dentro y entre rodales. Las frutas se maduran entre 5 y 7 meses después de la aparición de las flores. Cada fruta es una drupa de 2 a 2.5 cm, dura y de color negro, con ocho protuberancias longitudinales dentro de un cáliz en forma de vejiga, amarillo y carnoso y que tiene el olor característico de manzanas maduras (4, 6).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Se desconoce la edad exacta a la cual el mago comienza a rendir semillas, pero los árboles dominantes y codominantes en una plantación en Puerto Rico, se encontraron produciendo semillas a una edad de 9 años. Las semillas no se producen en grandes cantidades -un número típico es de 10 a 100 semillas por cada árbol de tamaño mediano por año. Tres muestras de semillas secadas al aire procedentes de diferentes rodales en Puerto Rico promediaron 363 ± 2.4 semillas por kilogramo. Las semillas por lo normal caen y germinan directamente debajo de los árboles progenitores y las plántulas son por lo general abundantes bajo los árboles de mago. Sin embargo, las semillas se ven dispersadas por el agua y por los animales que a veces se comen el cáliz carnoso y las semillas.

Desarrollo de las Plántulas.—Las semillas del mago germinan de manera hipogea (6). La germinación es lenta, comenzando alrededor de 5 semanas después de la siembra y continuando por 6 semanas más. Una prueba en Trinidad y Tobago (6) rindió una tasa de germinación del 10 por ciento y dos pruebas en Puerto Rico rindieron una germinación del 32 y el 56 por ciento. La germinación parece ser mejor en un medio considerablemente húmedo, tal como la turba. La emergencia fue más o menos igual para las semillas con la mitad expuesta que para las semillas ligeramente cubiertas.

El tallo emergente se alarga por entre 10 y 15 cm antes de producir la primera hoja (6). Las hojas de la plántula son de verdes a verde amarillas y tienen la misma forma que las hojas adultas. Se puede alcanzar una altura de 45 cm du-

rante la primera temporada de crecimiento.

Se ha obtenido un buen crecimiento en contenedores de vivero bajo una sombra artificial del 50 por ciento. Sin embargo, bajo condiciones naturales con una sombra moderada por encima, la mayoría de las plántulas mueren después de alcanzar una altura de 20 a 30 cm. Debido a que las plántulas en las plantaciones sobreviven bien, parece ser probable que las plántulas del sotobosque regeneradas de manera natural se desarrollarían después de la eliminación de la sombra si esta operación se efectuara mientras las plántulas estuvieran todavía fuertes y saludables. Otra posible manera para la regeneración natural sería la de cosechar los árboles poco después de la caída de las semillas. Desafortunadamente, la única forma de regeneración reportada a la fecha ha sido la de plantar plántulas que han crecido en bolsas plásticas de vivero. Con este método se requiere de desyerbados durante los primeros 2 ó 3 años, pero no se han encontrado problemas de importancia. En una pequeña plantación en Puerto Rico, el 94 por ciento de los árboles plantados se encontraron todavía vivos después de 26 años.

Reproducción Vegetativa.—Los árboles jóvenes de mago rebrotan al ser cortados, pero no los árboles viejos y de gran tamaño (6).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—A pesar de que el crecimiento del mago no es tan rápido como el de *Eucalyptus* spp. o *Pinus caribaea* Morelet, el mago crece con mayor rapidez que muchos de los árboles nativos a Puerto Rico. En Trinidad y Tobago, las plántulas pueden alcanzar 1.8 m en 3 años (6). En Puerto Rico, la altura después de 3 años en una plantación en un buen sitio en tierras elevadas fue de 3 m. A la edad de 9 años, los árboles dominantes en el mismo sitio habían alcanzado una altura de 16 m y un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de 13 cm. Una plantación pequeña de 26 años de edad en un área elevada con una precipitación alta (de 3000 mm por año) promedió 18 m en altura y 25.7 cm en d.a.p. (tabla 1). Si se excluyen las dos hileras en los bordes, la plantación tuvo un volumen en pie equivalente a 301 m³ por hectárea y tuvo una producción de 12 m³ por ha por año. Ninguna de las plantaciones se encontraron en los sitios óptimos para el mago. Los rodales naturales cerca de los arroyos en Puerto Rico a menudo contuvieron individuos con unas alturas de 35 m o más y unos d.a.p. de un metro o más.

Comportamiento Radical.—Las plántulas y los brinzales de mago producen unas raíces pivotantes y laterales robustas y carnosas. Los árboles de gran tamaño desarrollan unas raíces laterales masivas cerca de la superficie y unos contrafuertes pequeños.

Reacción a la Competencia.—El mago es moderadamente intolerante a la sombra cuando adulto y en la etapa de plántula (6). A pesar de que la gran mayoría de las plántulas bajo el rodal progenitor mueren en unos pocos meses, unos pocos individuos continúan creciendo, penetrando el dosel eventualmente. El mago tiene relativamente pocas hojas y no arroja una sombra densa. Se observaron unas áreas basales de 16.8 m² por hectárea y 11.5 m² por hectárea, en una plantación y en un rodal natural, respectivamente. La relación de copa promedio (diámetro de copa d.a.p.) en tres rodales en Puerto Rico fue de 21.6. Al desarrollarse, el mago se diferencia en clases de acuerdo a la

copa de manera gradual y los individuos suprimidos permanecen como parte del rodal por varios años antes de morir; esta densidad resulta en un crecimiento en diámetro lento. Entre las características atractivas de esta especie se encuentran la autopoda rápida y temprana, la falta de ramas epicórmicas y el poco ahusamiento del fuste. Los fustes por lo general crecen rectos pero en los rodales densos se ven sujetos a un combado.

Agentes Dañinos.—No se han reportado plagas de insectos o enfermedades del mago en la literatura; las pudriciones del pie del árbol y del duramen no se han observado tampoco. Sin embargo, el maderaje es muy susceptible a las termitas de la madera seca, la polilla de mar y la descomposición (5).

USOS

La madera del mago es de color marfil a gris, con unos poros de color marrón prominentes, un tanto semejante a la balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav.) Urban). La albura y el duramen no son distinguibles (5). La madera tiene una fibra recta y poco lustre. Una sección transversal a partir de un árbol recién cortado contuvo un 99 por ciento de humedad (peso del agua/peso de la madera seca x 100). La madera se seca con rapidez con sólo una mínima degradación. El encogimiento es moderado y uniforme (de 1.4 por ciento radial y 2.4 por ciento tangencial). Unas muestras de tres árboles variaron en su peso específico de 0.28 a 0.37 g por cm³ (promediando 0.32 g por cm³). Longwood (5) reporta que la madera secada al aire tiene un peso de 0.336 g por cm³.

El mago se trabaja con facilidad ya sea a mano o con herramientas eléctricas. Tiene sin embargo una tendencia a desarrollar una fibra deshilachada durante el cepillado y el aserrado y se reporta que embota los filos de los instrumentos con rapidez (4). El mago acepta los clavos y los tornillos sin rajarse, pero toma un acabado pobre. La madera se usa hasta cierto punto para cajas, flotadores para la pesca y para la construcción de interiores. Los troncos han sido usados por los indígenas para hacer canoas. Las maderas duras se usan con una frecuencia cada vez mayor para la manufactura de tableros de partículas (10); tal vez el mago, en combinación con otras maderas duras tropicales de baja densidad, será usado en el futuro para tal propósito.

El mago no se planta con frecuencia como un árbol de

sombra. A pesar de que tiene unas hojas de aspecto atractivo y una fruta de color vistoso, las grandes raíces cerca de la superficie de los árboles de mayor edad podrían presentar un problema para las aceras. En el pasado, los extractos de las hojas tuvieron una reputación considerable como un agente depilador (9, 11), y las semillas y la corteza han sido usados como purgativos, laxativos y en el tratamiento de las infecciones diarreicas.

GENETICA

Existen 24 especies del género *Hernandia* esparcidas a través de la América tropical, el Africa Occidental e Indo-Malasia (2). El mago está estrechamente relacionado a (y en el pasado no se diferenció de) *H. guianensis* Aubl. del norte de la América del Sur (4) y *H. catalpifolia* Britton & Harris de Jamaica (1). No se han reportado híbridos. En algunas partes de su distribución natural la especie se presenta como sólo un arbusto o árbol pequeño (3), pero se desconoce si esto es un resultado de los factores genéticos o de los sitios poco adecuados.

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Heywood, V.H. 1978. Flowering plants of the world. New York: Mayfield Books. 336 p.
3. Liogier, A.H. 1983. La flora de la Española. II. San Pedro de Marcos, República Dominicana. Universidad Central del Este. 420 p. Vol. 44, Serie Científica XV.
4. Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 548 p.
5. Longwood, F. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning, and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 98 p.
6. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London, England: Oxford University Press. 247 p.

Tabla 1.—Diámetro y altura promedio y la altura del árbol más grande para rodales de mago en Puerto Rico

Localidad	Tamaño de la muestra	Edad	D.a.p. promedio*	Altura promedio*	Altura máxima
	No.	Años	cm	-----m-----	
Plantaciones					
Arboretum	46	26	5.7 ± 1.4	18.3 ± 0.6	24.0
Sabana	66	26	16.6 ± 2.0	17.4 ± 2.1	24.5
Cambalache	36	23	19.3 ± 3.2	16.8 ± 2.8	23.5
Rodalet naturales					
Río Mameyes	5	desconocida	67.8 ± 4.3	19.2 ± 1.7	25.5
Colinas del Yunque	33	desconocida	51.7 ± 5.2	25.4 ± 1.5	40.0
Catalina	18	desconocida	53.9 ± 6.6	25.0 ± 2.2	39.0

*Promedio ± el error estándar del promedio.

7. Pennington, T.D.; Sarukhan, J. 1968. Arboles tropicales de México. México, D.F.: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 413 p.
8. Record, S.J.; Hess, R.W. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
9. Roig y Mesa, J.T. 1945. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Santiago de las Vegas, Cuba: Ministerio de Agricultura, Sección de Investigaciones, Estación Experimental. 872 p.
10. Springate, N.C.; Roubicek, T.T. 1981. Economic feasibility of reconstructed panel production from southern hardwoods compared to production of southern pine composite boards or plywood. En: Utilization of lowgrade southern hardwoods; 1980 October 6-8; Nashville, TN. Madison, WI: Forest Products Research Society: 176-182.
11. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 1943. The forests of Costa Rica. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, in cooperation with the Office Coordinator of Inter-American Affairs. 48 p.

Hibiscus elatus Sw. Majó, mahoe

Malvaceae Familia de las malvas

Peter L. Weaver y John K. Francis

Hibiscus elatus Sw., conocido comúnmente como majó o mahoe, es un árbol siempreverde de tamaño mediano (fig. 1) que puede alcanzar más de 25 m de alto con un tronco recto de 35 cm o más de diámetro (18). Se le puede identificar por sus hojas de forma acorazonada y con unos pecíolos largos, a la vez que por sus típicas flores en forma de embudo. La madera del majó es de alta calidad y muy atractiva, con matices purpúreos, azul metálicos y verde oliva y tiene una variedad de usos, especialmente la manufactura de muebles finos (6, 20, 23, 24, 28, 29).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

Se reporta al majó como creciendo de manera natural solamente en Cuba y Jamaica (fig. 2), en donde se le encuentra en áreas elevadas y húmedas (2, 3, 17, 18, 25). Existe una evidencia indirecta de una distribución natural aun más restringida, sugiriéndose a Cuba como su lugar de origen, de



Figura 1.—Majó, *Hibiscus elatus*, en una plantación. Obsérvese la regeneración del majó en primer plano.

donde el majó habría sido introducido a Jamaica (2). El majó también ha sido establecido en plantaciones en ambas islas y se ha naturalizado en el sur de la Florida, en México, Perú, Brasil y a través de las Indias Occidentales (6, 14). El majó fue introducido en Puerto Rico por primera vez durante la mitad de la década de 1940 (31) y fue subsecuentemente sometido a pruebas de adaptabilidad de especies en áreas húmedas en la isla (8). Ha sido introducido también con éxito en Hawaii (35).

Clima

El majó crece de manera natural en los bosques húmedos. En Cuba, ha sido observado en el “monte fresco” o el bosque montano húmedo, en la provincia de Oriente a elevaciones de entre 150 y 1,000 m (25). Las temperaturas en esta área varían entre 20 y 25 °C, con una precipitación anual mayor o igual que 1500 mm (1). Las heladas no ocurren en su área de distribución natural.

En Jamaica, el majó se puede encontrar en áreas elevadas en donde la precipitación es de entre 1800 y 3800 mm por año. Sin embargo, en los llanos aluviales sobrevive con una precipitación de menos de 1000 mm por año (11, 27). En la mayoría de las elevaciones menores, la cantidad de precipitación crítica parece ser de alrededor de 1150 mm por año (2). En Puerto Rico, el majó fue plantado en sitios con una precipitación anual de entre 1500 y 3000 mm (8), en áreas que corresponden a las zonas de vida forestales de Holdridge (13) subtropical húmeda, subtropical muy húmeda y bosques montano bajos muy húmedos (7).

Suelos y Topografía

En Cuba, el majó crece en suelos derivados de rocas ígneas (25). Los suelos son arcillas rojas acídicas y lixiviadas (1). En Jamaica, el majó se encuentra en la mayoría de los suelos

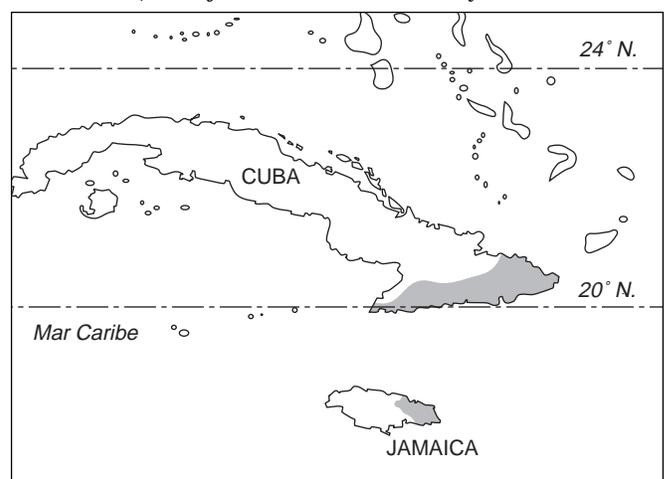


Figura 2.—La distribución natural de *Hibiscus elatus* en el Caribe.

derivados de piedra caliza a elevaciones de 150 m y en los suelos residuales sobre arcillas esquistosas y roca volcánica a una elevación de hasta más de 1,200 m (26, 27).

El majó está adaptado a una gran variedad de sitios en Puerto Rico. Se desarrolla de manera satisfactoria en los tropohumultos y tropoudalfo con unas texturas de arcillas hasta margas arenosas y con unos valores de pH de entre 4.3 y 7.6 (8). El majó fue una de varias especies sugeridas para plantar en 60,000 ha de tierras elevadas graníticas, bien drenadas y arenosas, con una precipitación anual de 1650 a 2500 mm (9).

Cobertura Forestal Asociada

En el monte fresco de Cuba, el majó crece en asociación con otras especies de madera dura tales como *Andira inermis* (Sw.) H.B.K., *Calophyllum calaba* L., *Carapa guianensis* Aubl., *Guarea guara* (Jacq.) P. Wils., *Manilkara sideroxylon* (Hook.) Dub., *Oxandra laurifolia* (Sw.) A. Rich., *Pithecellobium arboreum* (L.) Urb., *Terminalia intermedia* (Rich.) Urb. y *Prunus* sp. y con la especie de palma *Bactris cubensis* y *Calyptrogne* sp. (25). En Jamaica, el majó ha sido plantado en muchas áreas. Sin embargo, no ha sido identificado con certeza creciendo de manera natural en asociación con otras especies forestales nativas fuera de las plantaciones forestales o de los viveros (2). *Calophyllum calaba* ha sido observado como un componente de los rodales naturales en áreas en donde el majó de cultivo y crece bien (2).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores aparecen de una a tres a la vez en pedúnculos verdes y robustos en la base de las hojas al final de las ramitas. El cáliz es de un color verde claro y la corola, que consiste de cinco pétalos elípticos y esparcidos, es amarilla, anaranjada o de un rojo bronceado y se oscurece a medida que envejece. Se pueden encontrar muchos estambres montados en una columna de color rosado con la corola en la base. El pistilo dentro de la columna contiene un ovario de 5 células, un estilo largo y cinco estigmas redondeados. La florescencia ocurre de manera irregular a través de todo el año (18).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las numerosas semillas de pequeño tamaño y vellosas, se encuentran dentro de cápsulas elípticas. Cuando maduras, las cápsulas se secan y se rajan en el árbol y las semillas se ven dispersadas, probablemente en el espacio de una semana, en la vecindad del árbol progenitor. En Jamaica, las semillas se maduran durante marzo y abril; entonces, las cápsulas maduras se recolectan del árbol y se colocan al sol para abrirlas (27). Luego las semillas se separan aplastando y sacudiendo las cápsulas. El peso de las semillas promedia de 1.8 a 1.9 g por 100 semillas. La germinación reportada en 1940 en Jamaica fue relativamente alta, promediando un 80 por ciento después de la recolección de las semillas, permaneciendo considerablemente alta a los 4 meses y luego declinando después de los 6 meses (27). En contraste, se reporta que la etapa inactiva en las semillas en Cuba ha

sido uno de los principales problemas que afectan la propagación del majó (19). Las semillas se encontraban aparentemente en etapa inactiva al momento de la diseminación, una condición que aparentemente varió de acuerdo a las condiciones ambientales. Se reportó que la inactividad de las semillas disminuyó en el mes de junio del año en que se cosecharon las semillas (19).

Se censaron en Puerto Rico 34 sitios de plantación de majó y durante 1987 se observaron la producción de flores y frutos en todos ellos (8). Las cápsulas de las semillas del majó se recolectaron a la madurez y se secaron en un secador solar hasta que se abrieron. Las semillas se removieron, se pesaron y se refrigeraron en botellas selladas de plástico por un mes; fueron luego sembradas en arena húmeda o en la superficie de turba húmeda. La germinación del majó después de 2 semanas promedió un 6 por ciento en la arena y cero en la turba (8). Entre los 2 y 4 meses, hubo una germinación adicional del 14 por ciento en la arena. El peso de las semillas fue de 2.1 g por 100 semillas.

Desarrollo de las Plántulas.—En Jamaica, a pesar de una producción abundante de semillas, el potencial para la regeneración sin ayuda del majó se consideró como bajo. Fuera de los viveros forestales, las plántulas y los brinzales fueron escasos (2). En Puerto Rico, la reproducción del majó de plantación se observó en numerosos sitios incluso bajo una sombra medianamente densa bajo rodales de majó con un dosel cerrado (8). Las plántulas y los brinzales se encontraron ausentes en las parcelas de 6.5 años de edad o menos, mientras que se encontraron presentes en las parcelas de 16 años de edad o más, con pocas excepciones. Se sugirió la sequía como un factor limitante para el crecimiento en los sitios bien drenados en donde la precipitación fue de 1500 mm por año o menos.

En Jamaica, las semillas se sembraron en viveros y las plántulas se transplantaron al campo cuando tuvieron alrededor de 1 año de edad. En ese momento, las plántulas variaron en tamaño entre 45 y 60 cm de alto (27). Se recomendó el remover las hojas al momento del plantado. Después del plantado, varios centímetros terminales del vástago líder murieron y se vió reemplazado por un vástago auxiliar. El crecimiento rápido comenzó por lo usual alrededor de 6 meses después del trasplante al exterior. En Puerto Rico se mantiene hoy en día un programa limitado de plantación mediante la recolección de plántulas silvestres pequeñas creciendo bajo las plantaciones, para crecerlas en bolsas de vivero bajo sombra por unas pocas semanas y luego transplantarlas al campo. En Cuba, el crecimiento de las plántulas se mejoró con la fertilización con nitrógeno y fósforo (12).

Reproducción Vegetativa.—El majó se puede reproducir a partir de estacas leñosas tomadas de las plántulas y los brinzales. Las estacas deberán tener aproximadamente 45 cm de largo y de 5 a 15 mm de grueso y deberán insertarse dos tercios de su longitud en suelo húmedo bajo una sombra ligera en el campo o en el vivero. Aproximadamente el 50 por ciento arraigará en un espacio de 3 meses. Las plántulas, los brinzales y los árboles de majó en etapa de poste pequeño rebrotan bien al ser cortados. El rebrote epicórmico ocurre también en el majó. Esta condición, a la vez que la aparición de raíces adventicias alrededor de las heridas basales parece ser más común en las áreas húmedas.

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Un censo de las 34 parcelas de las parcelas de plantación de majó en Puerto Rico mostró que los rodales de entre 6.5 y 8.5 años de edad tuvieron unos volúmenes de 90 a 154 m³/ha con un incremento anual promedio en volumen de entre 14.4 y 23.7 m³/ha/año (8). Para las plantaciones de 16 a 27 años de edad, el volumen del majó fue de entre 97 y 979 m³/ha. En las últimas parcelas, el incremento anual promedio en volumen mostró una mayor variación, de entre 6.0 y 30.5 m³/ha/año para parcelas entre 16 y 21 años de edad y de 4.5 a 36.0 m³/ha/año para parcelas de 24 a 27 años de edad (fig. 3).

Los diámetros promedio (d.a.p.) para el majó de entre 6.5 y 8.5 años de edad fueron de entre 10.0 y 21.4 cm (tabla 1). Esta información corresponde a unos incrementos anuales promedio en diámetro de 1.52 y 2.52 cm por año. Las alturas

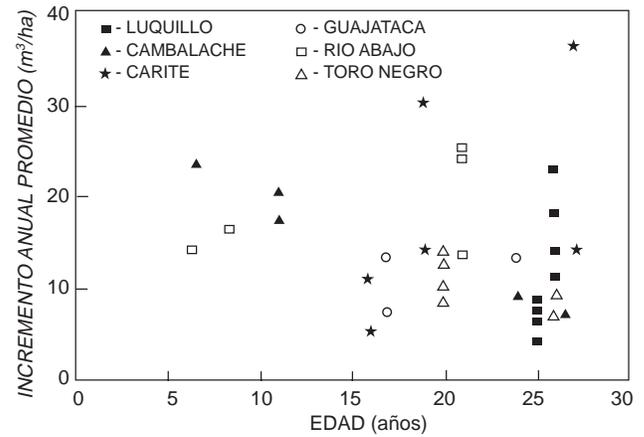


Figura 3.—Crecimiento en volumen para *Hibiscus elatus* en varias plantaciones en Puerto Rico.

Tabla 1.— Los crecimientos en el diámetro y la altura estimados para plantaciones de *Hibiscus elatus* en Puerto Rico

Localidad del bosque	Edad	Crecimiento de todo el majó (promedio ± DE)		Crecimiento del majó dominante (promedio)		
		D.a.p.	Altura	D.a.p.	Altura	Fuste claro
	Años	cm	m	cm	----- m -----	
Luquillo						
Caracoles						
1	25.0	17.3 ± 1.82	13.4 ± 0.41	22.5	14.3	3.5
2	25.0	17.8 ± 1.25	13.4 ± 0.38	22.6	14.7	3.7
3	25.0	17.9 ± 2.38	13.8 ± 0.84	28.2	16.5	5.3
4	25.0	16.9 ± 5.25	14.9 ± 2.10	50.7	21.0	1.0
Sabana						
1	26.0	19.7 ± 2.11	17.9 ± 1.21	28.9	24.2	9.6
2	26.0	18.1 ± 2.86	16.2 ± 1.42	32.2	23.0	1.8
3	26.0	21.7 ± 2.51	19.7 ± 1.32	35.3	27.0	4.0
4	26.0	20.4 ± 2.14	20.1 ± 1.09	34.5	26.4	6.3
Arboretum	26.0	25.6 ± 2.14	2.04 ± 0.55	36.3	23.4	5.9
Cambalache						
1	6.5	11.0 ± 0.55	13.2 ± 0.45	15.4	16.6	4.8
2	6.5	10.8 ± 0.48	13.3 ± 0.40	13.7	15.8	3.4
3	6.5	10.0 ± 0.44	13.4 ± 0.43	12.4	15.6	3.4
4	24.0	22.9 ± 2.22	18.5 ± 1.12	27.4	20.0	5.4
5	26.5	44.6 ± 2.06	24.7 ± 1.36	44.6	24.7	3.3
Carite						
1	27.0	27.9 ± 3.03	24.2 ± 1.05	41.8	28.2	7.9
2	27.0	16.9 ± 3.06	20.2 ± 0.56	31.9	21.4	2.7
3	16.0	19.2 ± 1.98	17.0 ± 1.10	28.6	21.3	3.0
4	16.0	19.4 ± 3.01	15.0 ± 1.09	nd	nd	nd
5	19.0	20.6 ± 3.36	25.0 ± 1.62	30.2	26.9	3.2
6	19.0	19.3 ± 2.32	23.6 ± 1.11	32.7	27.3	4.7
Guajataca						
1	17.0	15.0 ± 0.91	19.3 ± 0.84	18.5	21.7	4.3
2	17.0	11.5 ± 0.80	15.5 ± 0.54	15.8	17.6	3.5
3	24.0	15.4 ± 2.65	16.4 ± 1.74	33.4	25.6	5.1
4	8.5	21.4 ± 2.12	21.9 ± 1.96	23.4	23.6	6.5
Río Abajo						
1	20.0	12.7 ± 5.39	18.9 ± 5.21	19.8	25.0	4.4
2	20.0	14.6 ± 8.62	18.6 ± 5.93	25.1	25.8	11.2
3	20.0	13.1 ± 6.80	17.6 ± 5.82	21.2	23.5	6.6
4	26.0	18.0 ± 4.16	18.0 ± 2.20	39.5	25.8	1.2
5	26.0	31.4 ± 5.67	25.1 ± 3.28	36.7	28.2	3.6
6	20.0	14.0 ± 0.98	18.2 ± 0.86	20.5	23.9	7.9
Toro Negro						
1	21.0	21.0 ± 2.55	20.2 ± 1.74	32.4	27.0	12.0
2	21.0	25.8 ± 1.81	24.2 ± 1.38	31.2	28.5	9.5
3	31.0	15.1 ± 2.55	18.3 ± 1.88	30.0	26.5	6.8
4	6.5	11.4 ± 0.69	11.9 ± 0.37	16.1	14.4	1.9

promedio para estos mismos rodales variaron entre 11.9 y 21.9 m, y los incrementos anuales promedio en la altura fueron de 1.8 a 2.6 m por año. En cada caso, las mejores tasas de crecimiento se alcanzaron en un rodal entresacado de 8.5 años de edad.

Para rodales de entre 16 y 21 años de edad, los diámetros promedio variaron entre 11.5 y 25.8 cm y las alturas promedio entre 15 y 25.0 cm. Esta información corresponde a unos incrementos anuales promedio en diámetro de entre 0.64 y 1.23 cm por año y unos incrementos anuales promedio en altura de entre 0.7 y 1.3 m por año. Para los rodales de mayor edad, aquellos entre los 24 y 27 años de edad, los diámetros promedio variaron entre 15.4 y 44.6 cm y las alturas promedio entre 13.4 y 24.7 m. Esta información corresponde a unos incrementos anuales promedio en diámetro de entre 0.68 y 1.68 cm por año y unos incrementos anuales promedio en altura entre 0.5 y 1.0 m por año. Las cifras mayores tanto en el diámetro como en la altura se encontraron en un rodal situado en un valle rodeado de cerros de piedra caliza.

El análisis del crecimiento en altura usando información de todas las pruebas de plantación y adaptabilidad en Puerto Rico rindieron la siguiente ecuación:

$$H = -0.41X^{1.5} + 3.06X - 2.04 \quad (r^2 = 0.9)$$

En donde H es igual a la altura en metros y X = la edad en años (fig. 4). Una variación considerable en la altura es evidente a cualquier edad. El éxito con el majó en Puerto Rico llevó al establecimiento de 22 ha de plantaciones de majó entre los cerros de piedra caliza del bosque de Río Abajo en donde el volumen de maderaje aserrable promedia 128 m³/ha (5).

La información comparativa sobre el crecimiento para el majó en otras áreas se muestra en la tabla 2. En los sitios caribeños, en donde es una especie favorita en las plantaciones, el incremento anual promedio en diámetro varía

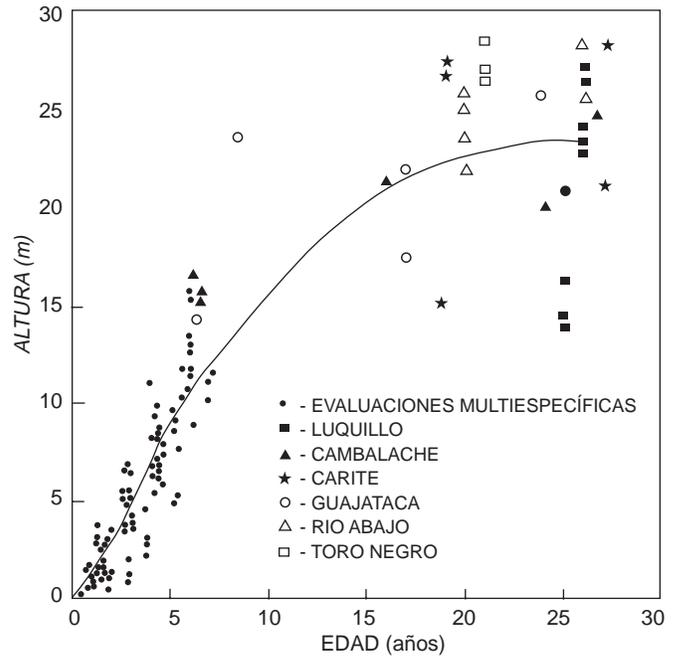


Figura 4.—Crecimiento en altura para *Hibiscus elatus* en varias plantaciones en Puerto Rico.

entre 0.9 y 3 cm por año y el incremento anual promedio en altura entre 0.9 y 2.1 m por año. En Hawaii, los resultados iniciales de las pruebas de adaptabilidad de la especie mostraron una buena supervivencia en seis diferentes sitios, pero el crecimiento en altura fue más lento que en Puerto Rico (35). El majó fue juzgado como prometedor en cinco de los siete sitios en Hawaii en donde fue sometido a prueba.

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen una raíz pivotante que parece ser reemplazada más tarde por un sistema radical lateral. Las raíces de las plántulas

Tabla 2.—Información sobre el crecimiento comparativo para *Hibiscus elatus* a partir de referencias en la literatura*

Localidad (referencia)	Edad	Elevación	Precipitación	Tallos por hectáreas	Area basal	Majó dominante	
						D.a.p.	Altura†
	Años	m	mm/año	Número	m ² /ha	cm	m
Hawaii (35)	5.0	30	2500	nd ‡	nd	nd	>5 (15)
	5.0	640	2800	nd	nd	nd	>3 (7)
	5.5	870	5330	nd	nd	nd	>3 (9)
	6.6	130	4450	nd	nd	nd	>3 (8)
	5.0	50	2540	nd	nd	nd	>1 (2)
	5.8	240	2950	nd	nd	nd	>5 (10)
Jamaica (27, 32)	16	300	nd	nd	16	21	31
	8	1150	5080	1680	nd	24	14
	15	1150	5080	nd	nd	30	18
	6	460	3050	1120	20	18	9
	17	300	1020	nd	nd	31	>21
Puerto Rico (31, 32)	6	150	2030	nd	nd	nd	15
	10	800	2540	800	20	20	18
	11	200	2040	500	nd	23	23
St. Lucia (34)	7	20	3000	nd	11	14	21
	18	nd	nd	nd	17	17	17
	19	nd	nd	nd	23	19	19

* Los numerales en itálicas entre paréntesis se refieren a la referencia listada en la sección de Literatura Citada.

† Los árboles más grandes en paréntesis

‡ No disponible.

son notablemente carnosas. A pesar de que los árboles de mayor edad no forman contrafuertes por lo usual, a menudo se ensanchan cerca de las raíces superficiales. Este comportamiento podría dañar la aceras y las orillas de las calles, especialmente en los suelos pobremente aireados. Las raíces laterales cerca de la superficie del terreno desarrollan vástagos radicales ocasionalmente, una condición que parece ser más común en las áreas muy húmedas.

Reacción a la Competencia.—El majó es capaz de crecer en rodales densamente plantados. En St. Lucia, en las Antillas Menores, los árboles se han establecido a unos espaciamentos de 1.8 por 1.8 m (34). En Puerto Rico, las 34 plantaciones de majó a través de las áreas húmedas de la isla contuvieron entre 300 y 2,170 tallos por ha (8). Las áreas basales totales para estos rodales fueron de entre 20 y 77 m²/ha para las plantaciones de entre 17 y 27 años de edad. Las relaciones de la copa al fuste para 80 árboles muestreados en estos rodales promediaron 20±0.7.

Los espaciamentos iniciales para el majó deberán ser relativamente densos, probablemente de 2 por 2 m. Después de 4 ó 5 años, dependiendo de la tasa de crecimiento, el rodal deberá ser entresacado para alcanzar un espaciamento de alrededor de 4 por 4 m.

Agentes Dañinos.—El majó parece verse relativamente libre de enfermedades y plagas, con daños siendo reportados sólo de manera ocasional. En Jamaica se han observado las manchas foliares causadas por *Septoria* sp. y *Pestalstia heterocornis* Guba (16) y se han mencionado unos reportes sin confirmar de una pudrición del duramen en plantaciones de majó entresacadas (22). Además, los árboles a veces son infestados por los insectos de la mancha del algodón y se sospecha que las hormigas utilizan las semillas que caen a la superficie como alimento (2). En Puerto Rico, una muerte de terminales caracterizada por una ramificación de la copa, un marchitamiento foliar y un oscurecimiento del tronco se observó en las primeras plantaciones (31). El agente causativo se desconoce y no se han reportado casos ulteriores. Hoy en día, las frutas inmaduras en Puerto Rico son frecuentemente consumidas en el árbol por los murciélagos.

Cuando se usa para la construcción, el majó es muy resistente al ataque por los hongos que causan la descomposición (6). No se encontró información sobre su resistencia a las termitas; sin embargo, se encontró que la especie *H. pernambucensis*, estrechamente relacionada, es muy susceptible al ataque por la termita de la madera seca, *Cryptotermes brevis* Walker (36).

La ramificación epicórmica ha sido reportada en el majó incluso en plantaciones con una densidad de hasta 1.8 por 1.8 m (27). Este problema podría ser superado por la poda y unos espaciamentos más amplios, si el costo es justificable. De otro modo, los tallos altos, rectos y múltiples que se desarrollan a través de las ramificaciones epicórmicas se pueden usar como postes, pértigas y pulpa. A pesar de que los rebrotes epicórmicos parecen ser más comunes en las áreas muy húmedas, el problema no es ni consistente en esas áreas como tampoco bien entendido al presente.

Las primeras descripciones del majó indicaron que era intolerante a las condiciones expuestas y que era susceptible al daño por el viento (27). Esto ha sido confirmado por observaciones recientes. Durante el huracán de 1956 (33) y los huracanes de 1989 y 1998 que afectaron a Puerto Rico y el huracán de 1980 que azotó a Jamaica (30), se encontró que el majó se mantuvo firme pero sufrió la quiebra de las ramas. Además, los defectos en la forma, en especial el giro,

se encontraron en 33 de las 34 parcelas muestreadas en Puerto Rico. Los árboles afectados variaron entre el 6 y el 79 por ciento de los árboles muestreados en las parcelas respectivas.

USOS

El majó es una madera usada en la manufactura de muebles de alta calidad, y muy estimada por su duramen, el cual posee unos matices purpúreos, azul metálicos y verde oliva (6, 20, 23, 24, 28, 29). El peso específico del majó promedió 0.50 g por cm³ en Puerto Rico (8), mostrando unos valores ligeramente más altos en las áreas más secas (8, 15). La madera es también adecuada para el torneado, los pisos, las molduras, la construcción de viviendas y botes, los implementos agrícolas y para traviesas de ferrocarril (18, 20, 21). En el pasado, la corteza interior fue usada para la manufactura de lazos y cuerdas con una alta durabilidad en agua salada y salobre (20).

Además de su valor como una especie maderera, el majó ha sido usado como rompevientos en Cuba, a pesar de su tendencia a perder las hojas durante los periodos secos (10). Se reporta por lo general que el majó, basándose en observaciones casuales, es de durable a muy durable (4, 28), pero no existen pruebas finales para verificar esta información (6, 20).

GENETICA

El majó y la emajagua (*H. pernambucensis* Arruda) están estrechamente relacionados (17); algunos autores los incluyen bajo el antiguo nombre, *H. tileaceous* (2). Es verdad que los rasgos usados para separar las poblaciones naturales en las Indias Occidentales no son confiables. La similitud entre las especies ha llevado a la especulación de que el majó evolucionó a partir de la emajagua o de un ancestro común a ambos.

Ecológicamente, el majó es una especie de terrenos elevados, y la emajagua ocurre a lo largo de la costa. Además, el majó es por lo usual un árbol alto y recto, con una madera de propiedades superiores, y con unas ramificaciones poco densas a través de la copa. La emajagua es un árbol achaparrado con una madera blanda que carece de durabilidad. Sus ramas péndulas se arraigan en contacto con el suelo. La tendencia del majó a formar ramas epicórmicas probablemente tuvo su origen en la emajagua o en un ancestro común a ambos.

Los híbridos aparentemente existen (2). A una elevación de 335 m cerca del parque Phoenix en el condado de St. Ann en Jamaica, se observó una población con características intermedias a ambas especies. En las varias flores examinadas, las anteras se encontraron carentes de polen y se formó un número muy pequeño de cápsulas con muy pocas semillas adentro.

La hibridación y la condición heterocigótica resultante podrían causar una pérdida gradual de las valiosas características de la madera del majó (2). Esto se podría evitar mediante el establecimiento de plantaciones aisladas de majó como fuentes de semillas puras. Los rebrotes epicórmicos, una tendencia que podría ser heredable, podría constituir un rasgo para la selección genética subsecuente.

LITERATURA CITADA

1. Academia de Ciencias de Cuba y Academia de Ciencias de la URSS. 1970. Atlas nacional de Cuba. Habana, Cuba. 132 p.
2. Adams, C.D. 1971. The blue mahoe & other bush: an introduction to the plant life of Jamaica. Singapore: McGraw-Hill Eastern Publishers (S) Ltd. 159 p.
3. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
4. Burns, L.V. 1942. Roofing shingles in Jamaica. Caribbean Forester. 4(1): 9-15.
5. Cabarle, B.J. 1985. Informe sobre los resultados preliminares del inventario de las plantaciones forestales del bosque de Río Abajo. San Juan, PR: Departamento de Recursos Naturales. 44 p.
6. Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 464 p.
7. Ewel, J.J.; Whitmore, J.L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
8. Francis, J.K.; Weaver, P.L. 1988. The performance of *Hibiscus elatus* in Puerto Rico. Commonwealth Forestry Review. 67(4): 327-338.
9. Geary, T. F.; Briscoe, C. B. 1972. Tree species for plantations in the granitic uplands of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-14. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 8 p.
10. Gindel, I. 1972. Centro de Investigaciones y Capacitación Forestal, Cuba, métodos en el establecimiento de cortinas rompeviento y barreras. FAO Rep. FO:SF/CUB 3, Informe Técnico 2. Rome, Italy: Food and Agricultural Organization of the United Nations. 67 p.
11. Gray, D.M.; Symes, G.A. 1969. Forestry development and watershed management in the upland regions, Jamaica: forest inventory of Jamaica. FO:SF/JAM 5, Tech. Rep. 3. Kingston, Jamaica: United Nations Development Programme, Food and Agricultural Organization of the United Nations. 175 p.
12. Hernández, G.; Alonso, C.A. 1985. Respuesta de la majagua (*Hibiscus elatus*, Sw.) a la fertilización NPK en diferentes suelos. III. Suelo ferralítico rojo lixiviado. Revista del Jardín Botánico Nacional. 6(3): 75-86.
13. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
14. Jamaica Ministry of Agriculture, Natural Resources Conservation Division and Ralph M. Field Associates, Inc. 1987. Jamaica: country environmental profile. Kingston, Jamaica. 362 p.
15. Lamb, F.B.; Briscoe, C.B.; Englerth, G.H. 1960. Recent observations in forestry in tropical America. Caribbean Forester. 21: 46-59.
16. Leather, R.I. 1967. A catalogue of some plant diseases and fungi in Jamaica. Bull. 61 (nueva serie). Kingston, Jamaica: Ministry of Agriculture and Lands. 92 p.
17. Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 548 p.
18. Little, E.L., Jr.; Woodbury, R.O.; Wadsworth, F.H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 1024 p. Vol. 2.
19. Longwood, F.R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. Agric. Handb. 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 167 p.
20. López Almirall, A. 1981. Germinación de las semillas de majagua. Ciencias de la Agricultura (Cuba). 10: 55-60.
21. Natural History Society of Jamaica. 1946. Glimpses of Jamaican natural history. Kingston, Jamaica: The Institute of Jamaica. 82 p. Vol. 1.
22. Pawsey, R.G. 1970. Forest diseases in Trinidad and Tobago, with some observations in Jamaica. Commonwealth Forestry Review. 49: 64-77.
23. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the new world. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
24. Record, Samuel J.; Mell, Clayton D. 1924. Timbers of tropical America. New Haven, CT: Yale University Press. 610 p.
25. Smith, E.E. 1954. The forests of Cuba. Maria Moors Cabot Foundation Pub. 2 Petersham, MA: Harvard Forest; Cienfuegos, Cuba: Atkins Garden and Research Laboratory. 98 p.
26. Storer, D.P. 1958. Familiar trees and cultivated plants of Jamaica. New York: Macmillan & Co. Ltd. 81 p.
27. Swabey, C. 1940. Blue mahoe of Jamaica. Caribbean Forester. 1(4): 11-12.
28. Swabey, C. 1941. The principal timbers of Jamaica. Bull. 29 (nueva serie). Kingston, Jamaica: Department of Science & Agriculture. 37 p.
29. Swabey, C. 1945. Forestry in Jamaica. Forestry Bull. 1. Kingston, Jamaica: Forest Department. 44 p.
30. Thompson, D.A. 1983. Effects of Hurricane Allen on some Jamaican forests. Commonwealth Forestry Review. 62(2): 107-115.
31. Tropical Forest Experiment Station. 1952. Twelfth annual report. Caribbean Forester. 13(1): 1-21.
32. Wadsworth, F.H. 1960. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales y Centro y Sur América. Caribbean Forester. 21 (suplemento): varias páginas.
33. Wadsworth, F.H.; Englerth, G.H. 1959. Effects of the 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. Caribbean Forester. 20: 38-51.
34. Weaver, P.L.; Lugo, A.E. 1981. Forestry in St. Lucia. En: Caribbean Agricultural Research and Development Institute. Food forests, vol. 1—St. Lucia. Port of Spain, Trinidad and Tobago: U.S. Agency for International Development; contract 535-0000: 94-158.
35. Whitesell, C.D.; Walters, G.A. 1976. Species adaptability trials for man-made forests in Hawaii. Res. Pap. PSW-118. Honolulu, HI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 30 p.
36. Wolcott, G.N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermis brevis* Walker. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 41: 259-311.

Previamente publicado en inglés: Weaver, Peter L.; Francis, John K. [s.f.]. *Hibiscus elatus* Sw. Mahoe. SO-ITF-SM-14. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p.

Hura crepitans L.

Molinillo, jabillo, sandbox

Euphorbiaceae

Familia de las euforbias

John K. Francis

Hura crepitans L., conocido como molinillo, jabillo y sandbox (en inglés), es un árbol de tamaño grande de las Indias Occidentales y la América del Sur. A pesar de que el molinillo tiene un tronco espinoso (fig. 1) y un látex venenoso, se le cultiva como un árbol ornamental y de sombra debido a su forma agradable (fig. 2) y su follaje de un color verde oscuro. La madera liviana pero de gran fortaleza tiene usos variados en la carpintería en general.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del molinillo se extiende desde Costa Rica hasta el sur de Brasil y el área amazónica de Bolivia. La especie también crece a través de las Antillas Menores y Mayores (fig. 3) (13, 19). De esta manera, su distribución se extiende desde la latitud 24° N. hasta cerca de la 19° S. El molinillo se lista como miembro de una



Figura 1.—Tronco espinoso de un árbol de molinillo, *Hura crepitans*.

comunidad nativa de plantas en Barbados (8) y es probable que sea nativa a ese lugar. En Puerto Rico la especie se ha considerado tanto exótica (13, 23, 28) como nativa (18, 19). Especímenes procedentes de herbarios fueron analizados por Lineo en 1753 (28). Es parte del estrato superior de árboles en el único rodal remanente de bosque primario sobre suelo arcilloso costero en Puerto Rico. El molinillo se cultiva en Hawaii (24), la Florida, California, las Bahamas y las Indias Occidentales Holandesas (19) y se planta extensamente en los trópicos del Viejo Mundo. Se ha naturalizado en África Occidental (31).

Clima

Por lo general, el molinillo se encuentra confinado a regiones con un clima constantemente cálido. La temperaturas anuales promedio en su área de distribución natural varían entre 25 °C en las islas del Caribe y 28 °C en América del Sur. Los promedios mensuales oscilan entre 22 y 28 °C en las islas del Caribe y varían muy poco en la Cuenca Amazónica. No ocurren heladas dentro del área de distribución natural de la especie.

El molinillo requiere de una alta precipitación o de una cantidad de agua en el sub-suelo generosas en la zona de las raíces. En Puerto Rico se requiere de por lo menos 1500 mm de precipitación anual bien distribuida en áreas en donde no existe agua en el sub-suelo para sustentar a los árboles.

Suelos y Topografía

El molinillo se encuentra por lo usual en suelos ricos en nutrientes minerales. Puede tolerar una acidez en el suelo de por lo menos un pH de 5.0; el pH en su límite superior de tolerancia alcanza 8.0 (observación personal del autor). El



Figura 2.—Un árbol grande de molinillo, *Hura crepitans*, creciendo en Puerto Rico.

molinillo necesita de un suelo húmedo (17). En Puerto Rico, el mejor desarrollo tiene lugar en margas arenosas (16) y llanos inundables aluviales (12), pero el molinillo también crece en llanuras arcillosas con un drenaje pobre (observación personal del autor). En áreas en donde existe suficiente humedad disponible, la especie se puede encontrar en cerros ondulantes adyacentes a la planicie costera en Puerto Rico. En Surinam, el molinillo es dominante localmente en cimas de poca altitud en áreas pantanosas y usualmente salobres (14). En Costa Rica, el molinillo crece en cuevas y suelos aluviales en las zonas de vida tropical seca y tropical húmeda (11). Sin embargo, en Venezuela no ocurre en los bosques secos (5). La especie crece a elevaciones que van desde el nivel del mar hasta los 1,000 m (16).

Cobertura Forestal Asociada

El molinillo forma a veces rodales puros en Surinam y Trinidad (17). En un área clasificada para el manejo forestal intensivo en el valle de Palcazú en Perú, el molinillo se encontró asociado con *Pouteria* spp., *Inga* spp., *Schizolobium parahybum* (Vell.) Blake, *Pithecellobium* spp., *Enterolobium* spp., *Parkia pendula* Benth., *Matisia codata* H. & B., *Cedrelinga catenaeformis* Duke y *Eschweilera* spp. (33). En llanos aluviales cerca de Playa Naranjo en Costa Rica, el molinillo crece en asociación con *Brosimum alicastrum* Sw., *B. guianense* (Aubl.) Huber, *Licania arborea* Seemann, *Manilkara zapota* (L.) v. Royen y *Terminalia oblonga* (R. & P.) Stend. (12). Los suelos en hondonadas en Barbados sostienen al molinillo junto con *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Chlorophora tinctoria* Gaud., *Citharexylum spinosum* L., *Sapium hippomane* Mey., *Cecropia peltata* L., *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Spondias mombin* L. y *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (8). En un hábitat similar en Saint Kitts, el molinillo crece en asociación con *Samanea saman* (Jacq.) Merr. (2). El hábitat del molinillo en Puerto Rico sostiene árboles nativos y exóticos, incluyendo a *Peltophorum inerme* (Roxb.) Naves, *Senna siamea* Irwin & Barnaby, *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Calophyllum celeba* L., *Albizia procera* (Roxb.) Benth., *Erythrina glauca* Willd. (observación personal del autor).



Figura 3.—Distribución natural o naturalizada del molinillo, *Hura crepitans*, en el Neotrópico.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Este árbol monoico presenta grupos de flores masculinas rojas al final de las ramas y flores femeninas rojas, pequeñas y únicas, en las ramitas (17, 19, 34). Se ha reportado la florescencia precoz de las plántulas (10). La florescencia tiene lugar durante varios meses cada año; la parte del año en que ocurre es algo variable dependiendo del ambiente. Las frutas, de 6 a 9 cm de diámetro tienen el aspecto de calabacitas (fig. 4) y se maduran alrededor de 3 meses después de la florescencia (6, 19). En Haití las frutas maduran durante la última parte de la estación lluviosa o durante la estación seca que le sigue (16). Los árboles individuales producen desde unas pocas hasta más de 100 frutas.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Cada fruta contiene alrededor de 15 celdas con una semilla grande en cada celda (34). Las celdas de las cápsulas se encuentran separadas por septos que se comportan como resortes comprimidos. Cuando las frutas se encuentran lo suficientemente secas, se rajan y explotan de manera violenta, y las semillas se dispersan (19). Las semillas individuales pueden ser arrojadas a una distancia de 8 m o más (observación personal del autor). Las semillas son planas, de 2.0 a 2.5 cm de ancho, y poseen una testa dura y coriácea (17); flotan y pueden ser dispersadas por las aguas durante inundaciones. Treinta y ocho semillas secadas al aire recolectadas en Puerto Rico pesaron un promedio de 1.35 ± 0.03 g por semilla (observación personal del autor).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea. Una muestra de semillas en Venezuela germinó en un periodo de 17 a 37 días después de la siembra con una tasa de éxito del 86 por ciento (27), y una muestra de semillas de Puerto Rico germinó entre 6 y 17 días con un éxito del 72 por ciento (observación personal del autor). Los vástagos de

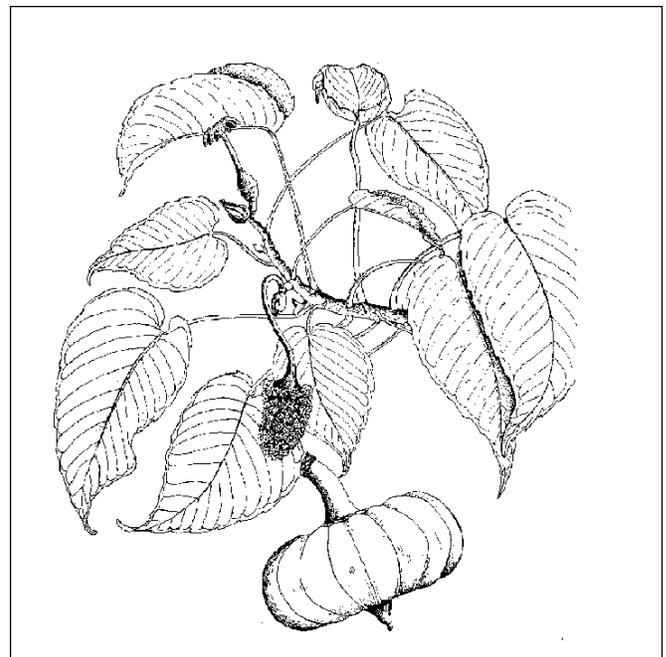


Figura 4.—Detalle de las hojas, flores y fruto del molinillo, *Hura crepitans* (tomado de 19).

las semillas germinantes se alargan hasta alcanzar alrededor de 12 cm de alto antes de que los cotiledones se abran. Poco después aparecen las hojas verdaderas y el crecimiento procede de manera rápida.

Las semillas germinantes se pueden transferir con mayor facilidad a semilleros de vivero o a contenedores cuando la radícula recién ha emergido de la semilla. Las plántulas más avanzadas se pueden transplantar, pero son suculentas y se dañan con facilidad. Alternativamente, las semillas se pueden sembrar directamente en contenedores de vivero. Las plántulas creciendo bajo sombra leve alcanzaron una altura de 0.5 m y se encontraron listas para el trasplante al campo 3.5 meses después de la siembra (observación personal del autor).

Reproducción Vegetativa.—Los árboles jóvenes rebrotarán al ser cortados, pero no los de mayor edad. Las estacas de ramas jóvenes, las cuales se arraigan con facilidad, se insertan en el suelo y se convierten en postes de cerca vivientes (13). Las estacas también se pueden arraigar en almácigos con arena calentada en invernaderos (1).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El molinillo no es un árbol de crecimiento rápido, pero sí de larga vida (5). Plántulas de 5 años de edad en una prueba en Venezuela tuvieron una supervivencia del 91 por ciento, pero promediaron solamente 0.7 m de altura total (7). Por otro lado, se han reportado especímenes de vivero alcanzando una altura de 1 m en 10 meses y una altura de 3 m en 3.5 años (10). En el valle de Palcazú en Perú, en donde un rodal de bosque tropical se ha clasificado para el manejo intensivo, el volumen para todos los árboles de más de 30 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) se reportó com de 102 m³ por ha, y el molinillo comprendió 1.7 m³ de este volumen total (33). Se estimó que rodales naturales casi puros de molinillo en la planicie costera de Surinam contuvieron hasta 1,790 m³ por ha en árboles alcanzando una altura máxima de 60 m y con fustes libres de ramificaciones de 15 a 30 m de largo (26). Se han reportado árboles individuales de hasta 3 m de d.a.p. en Costa Rica (11). A pesar de que el molinillo se desarrolla de acuerdo al modelo de Koriba en el cual cada nudo produce dos vástagos inicialmente iguales, uno de los cuales se dirige hacia arriba para convertirse en el líder y el otro hacia afuera para volverse una rama, produce por lo usual fustes rectos (10).

Comportamiento Radical.—Las plántulas del molinillo producen una raíz pivotante carnosa. Los árboles de mayor edad desarrollan sistemas radicales superficiales, probablemente porque existen niveles altos de agua subterránea o subsuelos de arcilla pobremente aireados en gran parte de su hábitat (5). La parte inferior del tronco de los árboles de molinillo muestra cierto grado de abultamiento en el pie del árbol, pero poco desarrollo de contrafuertes.

Reacción a la Competencia.—El molinillo tiene una alta demanda de luz a la madurez (5). Las plántulas pueden sobrevivir por 2 o más años bajo la sombra considerablemente espesa de los árboles adultos, y los brinzales pueden crecer a través de un estrato superior poco denso de especies secundarias tempranas (observación personal del autor), pero por lo normal la especie requiere de brechas para su regeneración exitosa (11). El molinillo parece competir bien con las hierbas y otras plantas en suelos aluviales muy

húmedos. En sitios más elevados con mejor drenaje, en donde el molinillo no se reproduce de manera natural, el establecimiento exitoso de plantaciones probablemente requeriría de un desyerbado intenso. No hay información disponible sobre el área basal sostenible y el manejo óptimo. Es probablemente adecuado el plantar el molinillo a un espaciamiento de 3 por 3 m y entresacar las plantaciones poco después de que tenga lugar el cierre de las copas.

Agentes Dañinos.—No se conocen enemigos serios del molinillo. Dos especies de termitas de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren) y *N. nigriceps* (Haldeman), se alimentan comúnmente de ramas muertas, y dos insectos homópteros se reportaron alimentándose de las hojas del molinillo en Puerto Rico (21). La pudrición del duramen penetra con frecuencia a través de cicatrices basales y alcanza eventualmente el interior de árboles grandes. Las plántulas a menudo se ven aplastadas por el ganado, pero no son por lo normal víctimas del pastoreo. La especie exhibe una buena resistencia a los incendios leves, pero no a los intensos (5). El molinillo se reporta como muy susceptible a quebrarse con vientos fuertes (5, 19). Cuando el Huracán Hugo azotó a Puerto Rico en 1989, unas ráfagas excediendo 160 km por hora arrancaron todas las hojas y la mayoría de las ramitas de los árboles de molinillo. Muchas ramas pequeñas y medianas se quebraron, pero la quiebra de las ramas gruesas fue poco frecuente, las volcaduras fueron raras y los árboles se refoliaron con rapidez (observación personal del autor).

USOS

El duramen del molinillo es de un color que va de pardo-amarillento pálido a gris-oliváceo pálido; la albura es ligeramente más clara, aunque a menudo no se distingue del duramen (4). El peso específico de la madera varía entre 0.33 y 0.41 g por cm³ (secada al horno) (4, 29). El encogimiento que sufre al ir de verde a secada al aire es de bajo a moderado: 4.5 por ciento tangencial, 2.7 por ciento radial y 7.3 por ciento volumétrico (20). Las propiedades físicas de la madera del molinillo se comparan favorablemente con aquellas de otras maderas de densidad similar. Tiene un módulo de elasticidad de 82,000 kg por cm², un módulo de ruptura de 612 kg por cm² y una dureza lateral de 249 kg por cm² (29). La madera presenta una dificultad moderada en el secado al aire; se seca con rapidez, se cuarteja ligeramente y a veces se tuerce severamente. La madera del molinillo se trabaja bien a máquina y se corta bien cuando seca, pero al trabajar la madera cuando verde, a menudo el resultado es una superficie afelpada. Se acaba y encola bien (4, 20, 32).

La madera es muy susceptible al daño por las termitas de la madera seca (35). Es durable en el suelo (22) y es muy resistente a la pudrición cuando sumergida (9), pero su resistencia a los hongos que causan la pudrición de la madera es variable y su susceptibilidad a la mancha azul es alta (4).

La madera de molinillo se usa en la carpintería general y ensambladuras y para hacer cajas, jabs, molduras interiores, partes interiores de muebles, triplex y tableros de partículas (4, 20, 31, 32). En el pasado se usaron los árboles de molinillo para hacer canoas y gamellas (17, 19, 23). La madera se usa también para postes de cerca, como leña y como fuente de carbón (15, 19). La savia del molinillo es cáustica y venenosa. Es un irritante de la piel y ha causado la ceguera temporal en seres humanos, lo que ha constituido un obstáculo a la

corta de los árboles (1). El polvo de la madera seca es también irritante, pero los trabajadores pueden superar este problema mediante el uso de máscaras contra el polvo y anteojos protectores (3, 9).

El molinillo es un árbol de sombra de importancia en varios países (5, 16, 17, 19). Es un árbol siempreverde en todos los hábitats a excepción de los extremadamente secos y tiene un atractivo follaje de color verde oscuro y una forma esparcida. Su gran tamaño y su tendencia a producir grandes raíces cerca de la superficie desalientan su uso en áreas urbanas congestionadas. Sin embargo, tiene pocos rivales en su uso como sombra en corrales de granjas, pastizales o carreteras campestres, o como postes de cerca vivientes. En este contexto rural, las espinas del árbol no son una desventaja seria, y la savia cáustica es un peligro sólo para aquellos que cortan la corteza.

En tiempos coloniales, las vainas inmaduras se usaron para colocar arena secante (para tinta), y el árbol derivó su nombre en inglés (sandbox, o "caja de arena") de este uso (30). Hoy en día, los septos secos de las vainas maduras se usan como cuentas de collares y para joyería (5, 24). En el pasado, las semillas y la savia se usaban comúnmente como purgativos y para el tratamiento de la elefantiasis, lepra, fiebre reumática, hinchazones, diviesos y parásitos intestinales (3, 15, 17). A pesar de que las semillas crudas son venenosas para los seres humanos y la mayoría de mamíferos, se reporta que son muy apetecibles para las aves de corral (30). Las semillas se pueden volver comestibles y de buen sabor mediante el tostado (17). El látex se ha usado para atontar a los peces (11, 19). El aceite de las semillas se ha propuesto para la manufactura de linóleo, jabón y barniz (17, 20).

GENETICA

El género *Hura* contiene otra especie, *H. polyandra* Baill., que crece en el área tropical de México y en Guatemala (25). Es muy similar a *H. crepitans*, pero de menor estatura.

LITERATURA CITADA

- Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York: Macmillan. 2421 p. Vol. 2.
- Carter, J.C. 1944. Forestry in the Leeward Islands. Welfare Bull. 7. Port of Spain, Trinidad and Tobago: Conservator of Forests. 104 p.
- Cook, O.F.; Collins, G.N. 1903. Economic plants of Puerto Rico. Contributions from the National Herbarium 8(2). Washington, DC: Smithsonian Institution. 269 p.
- Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
- Esteva, Francisco Oliva. 1969. Árboles ornamentales y otras plantas del trópico (Venezuela). Caracas, Venezuela: Ediciones Armitaño. 368 p.
- Frankie, Gordon W.; Baker, Herbert G.; Opler, Paul A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. Journal of Ecology. 62: 881-919.
- García Colmanarez, José R. 1978. Evaluación preliminar de la plantación experimental con especies forestales en las sabanas de la estación el Irel. Barrancas, Estado Barinas, Venezuela. Revista Forestal Venezolana. 28: 97-129.
- Gooding, E.G.B. 1974. The plant communities of Barbados. Bridgetown, Barbados: Ministry of Education. 243 p.
- Grosourdy, D. Renato de. 1864. El médico botánico criollo. París: Librería de Francisco Brachet. 416 p. Vol. 2.
- Hallé, F.; Oldeman, R.A.A.; Tomlinson, P.B. 1978. Tropical trees and forests, an architectural analysis. New York: Springer-Verlag. 241 p.
- Hartshorn, G.S. 1983. *Hura crepitans* (jabillo, sandbox tree). En: Costa Rican natural history. Chicago, IL: University of Chicago Press: 251-252.
- Hartshorn, G.S. 1983. Plants. En: Costa Rican natural history. Chicago IL: University of Chicago Press: 118-157.
- Howard, Richard. 1989. Flora of the Lesser Antilles. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 604 p. Vol. 5.
- Hulster, I.A. de; Lanjouw, J.; Ostendorf, F.W. 1953. The vegetation of Surinam. Amsterdam: Van Eedenfornds. 135 p. Vol. 1, Part 1.
- James, Arlington A. 1986. Cabrits plants and their uses. Roseau, Dominica: Ministry of Agriculture, Forestry and Wildlife Division. 48 p.
- Jenkins, Michael B. 1988. The useful trees of Haiti; a selected review. New Haven, CT: Draft manuscript published by Michael B. Jenkins. 238 p.
- Liogier, Alain Henri. 1978. Árboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
- Liogier, Henri Alain [Alain Henri]; Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
- Little, Elbert L, Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
- Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. Agric. Handb. 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
- Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. 303 p.
- Mayorca, Lérida de. 1976. Estudio de durabilidad de 17 maderas de la región centro occidental de Venezuela. Revista Forestal Venezolana. 26: 61-72.
- Murphy, Louis S. 1916. Forests of Puerto Rico, past, present, and future. Bull. 354. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 99 p.
- Neal, Marie C. 1948. In gardens of Hawaii. Publicación Especial 40. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum. 805 p.
- Pennington, T.D.; Sarukhan, José. 1968. Árboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto de Investigaciones Forestales y United Nations Food and Agriculture Organization. 413 p.
- Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the new world. New Haven, CT: Yale University Press. 588 p.

27. Ricardi, M.; Torres, F.; Hernández, C.; Quintero, R. 1977. Morfología de plántulas de árboles venezolanos. I. Revista Forestal Venezolana. 27: 15-56.
28. Slooten, A.J. van der; Martínez E., Pausolino. 1949. Descripción y propiedades de algunas maderas venezolanas. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinamericano de Investigación y Capacitación. [s.p.]
29. Storer, Dorothy P. 1958. Familiar trees and cultivated plants of Jamaica. Kingston, Jamaica: Institute of Jamaica. 81 p.
30. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 765 p.
31. Surinam Forest Service. 1955. Surinam timber. Paramaribo. 93 p.
32. Tosi, Joseph A., Jr. 1982. Sustained yield management of natural forests: forestry sub-project, Central Selva resource management project, Palcazu Valley, Peru. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 53 p.
33. Urban, Ignatius. 1911. Symbolae Antillanae seu fundamenta flora Indiae Occidentalis. Paris: Paul Klincksieck. 771 p. Vol. 4.
34. Whitmore, Jacob L.; Hartshorn, Gary S. 1969. Literature review of common tropical trees. Contrib. 8. Seattle, WA: Institute of Forest Products, University of Washington. 102 p.
35. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of West Indian dry-wood termites, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1990. *Hura crepitans* L. Sandbox, molinillo, jabillo. SO-ITF-SM-38. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.

Hyeronima clusioides (Tul.) Muell.-Arg.

Euphorbiaceae **Familia de las euforbias**

John K. Francis

Hyeronima clusioides (Tul.) Muell.-Arg., conocido como cedro macho, crece únicamente en Puerto Rico. Es un árbol alto y recto, con una corteza áspera y de color pardo (fig.1) y con hojas elípticas con pecíolos largos. El duramen del cedro macho es un tanto duro y pesado, y se vuelve de un vivo color pardo oscuro con la exposición. Se puede utilizar para la manufactura de muebles finos y otros artículos de utilidad, y se vería usado mucho más de ser más abundante.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El cedro macho es endémico a Puerto Rico (5, 7). Ha sido observado a través de las tierras elevadas húmedas de la isla (fig. 2), en particular en las colinas de piedra caliza de la región norteña (7). La mayoría de los reportes sobre árboles regenerados de manera natural proceden de áreas que no han sido cortadas en su totalidad.



Figura 1.—Árbol de cedro macho, *Hyeronima clusioides*, plantado en Puerto Rico.

Cedro macho

Clima

Las áreas en donde crece el cedro macho tienen una precipitación anual promedio que varía entre 1400 y 2400 mm y tienen unas temperaturas anuales promedio que varían entre 22.0 y 25.5 °C (2). La precipitación se encuentra distribuida de una manera más bien uniforme, con períodos ligeramente más secos durante febrero-marzo y julio-agosto. Las heladas no ocurren en su área de distribución natural.

Suelos y Topografía

El cedro macho crece principalmente en los valles entre colinas de piedra caliza en el norte y centro de Puerto Rico, en la parte baja de la Cordillera Occidental y al pie de las colinas de las montañas Centrales y de la Sierra de Luquillo. Los suelos son en su mayoría arcillas y francos arcillosos, por lo usual Ultisoles o Inceptisoles. Estos suelos pueden ser profundos o superficiales sobre roca fracturada o material peralítico. La piedra caliza constituye con frecuencia el material paterno, pero puede ser cualquiera de una variedad de rocas sedimentarias, metamórficas o ígneas. Árboles individuales se observan ocasionalmente creciendo directamente sobre rocas de tamaño mediano, con las raíces

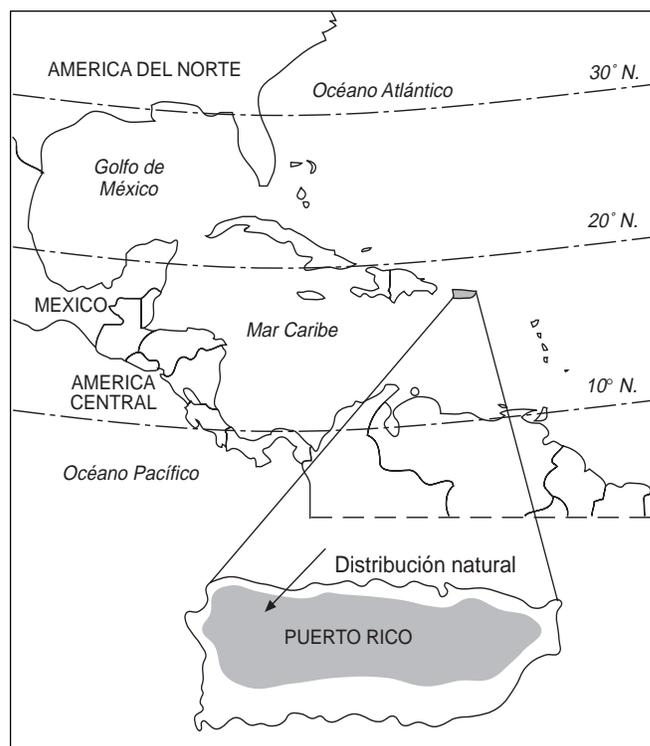


Figura 2.—Distribución natural del cedro macho, *Hyeronima clusioides*, una especie endémica en Puerto Rico.

descendiendo al suelo debajo de ellas. El pH del perfil superior del suelo varía por lo usual entre 5 y 6.

Cobertura Forestal Asociada

Un sitio en las colinas húmedas de piedra caliza en el norte de Puerto Rico en donde se encuentra el cedro macho también sostiene a *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Andira inermis* (W. Wright), DC., *Cecropia schreberiana* Mig., *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook, *Thouinia striata* Radlk. y *Calophyllum calaba* L. (observación personal del autor). El cedro macho es un residuo de las cortas parciales efectuadas hace más de 50 años para las siembras de subsistencia. Las otras especies son especies secundarias tempranas o especies exóticas. Las especies dominantes típicas de los cerros húmedos de piedra caliza, además del cedro macho, son *Bucida buceras* L., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cedrela odorata* L., *Clusia rosea* Jacq., *Ochroma pyramidale* (Cav.) Urban, *Sapium laurocerasus* Disf. y *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC. (7).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores minúsculas, de color verde amarillo y de 3 mm de diámetro, aparecen en ramas pequeñas laterales y sin hojas. Las flores masculinas y femeninas se producen en árboles separados (dioicos). La florescencia tiene lugar principalmente durante el verano y el otoño, seguida por la producción de fruta del final del verano hasta el invierno (7). Las frutas miden aproximadamente 2 mm de largo (1); las semillas son casi esféricas y de cerca de la mitad del tamaño de la fruta. La fruta muestreada del cedro macho promedió 0.0176 g por fruta.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas secadas al aire promediaron 0.0049 g por semilla o 200,000 semillas por kg (observación personal del autor). La presencia de una fruta morada y dulce alrededor de las semillas sugiere que las aves son un agente para su diseminación.

Desarrollo de las Plántulas.—Una muestra de semillas limpiadas, incubadas en papel secante mojado, comenzó a germinar en 20 días. Un 53 por ciento germinó en un período de 2.5 meses (observación personal del autor). La germinación es epigea. Veinte plántulas cultivadas en bolsas de vivero alcanzaron 32 cm de alto (tamaño plantable) 11 meses después de la germinación. El crecimiento es un tanto lento hasta que las plántulas alcanzan aproximadamente 20 cm. Después, la distancia entre las hojas aumenta, resultando en un crecimiento en altura más rápido. Las plántulas muestran la misma forma recta de los árboles maduros. Las hojas y los tallos de las plántulas son carnosos al principio, pero se vuelven más coriáceos y leñosos de manera gradual.

Reproducción Vegetativa.—Los árboles jóvenes rebrotan al ser cortados. De 13 estacas leñosas obtenidas de árboles jóvenes y luego cubiertas con tierra húmeda hasta la mitad de su longitud y colocadas bajo sombra, 1 arraigó en 8 meses (observación personal del autor). Existe una tendencia en algunos árboles individuales a producir muchas ramas epicórmicas, incluso en los rodales cerrados y sombreados. No se han observado vástagos radicales.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—En 1939, unos pocos árboles que habían sido cultivados en un vivero fueron plantados con el terrón en claros en el bosque a lo largo de un camino en los cerros húmedos de piedra caliza en Puerto Rico. Después de 7 años, estos variaron entre 5.0 y 7.6 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) y entre 2.7 y 5.5 m de altura. A los 15 años de edad, variaron entre 7.6 y 15.2 cm en d.a.p. y tuvieron una altura máxima de 14 m (10). Se estableció un plantío de buen tamaño de cedro macho en Puerto Rico. En 1952, 30,000 plántulas se plantaron bajo el dosel en áreas estancadas de plantaciones de *Thespesia grandiflora* DC. y *Swietenia macrophylla* King. No se reportó qué tipo o tamaño de plántulas fue usado. El clima fue favorable y la supervivencia fue buena. Aparentemente nunca se aplicaron los cortes de relevo, de manera que 37 años después permanecían sólo árboles individuales y grupos pequeños. Las alturas variaron entre 18 y 29 m y los d.a.p. variaron entre 12 y 36 cm (observación personal del autor). Estudios de cinco parcelas de un radio de 10 m, colocadas en bloques pequeños dentro de la plantación, revelaron un área basal total de 27 ± 2 m² por ha, de la cual 14 ± 3 m² por ha fue cedro macho (observación personal del autor). El incremento anual en volumen promedio solamente del componente de cedro macho en esta plantación (usando un estimador índice del volumen de 0.5 área basal multiplicada por la altura) promedió 4.3 ± 1.2 m³ por ha. Una plantación bien manejada y con una provisión plena de esta especie es probablemente capaz de un incremento anual en volumen de 8 m³ por ha.

El cedro macho de mayor tamaño (un árbol regenerado naturalmente) conocido por el autor mide 1.63 m en d.a.p. y tiene 27 m de alto. Al presente se encuentra hueco, pero conserva su vigor. A juzgar por la tasa de crecimiento de los árboles de plantación con una edad conocida, este árbol tiene probablemente entre 160 y 220 años de edad.

A continuación se propone una lista de instrucciones tentativas para el manejo del cedro macho. Las plántulas, los brinzales, los árboles de tamaño de poste y los de tamaño aserrable de cedro macho se deberán favorecer en las operaciones de manejo del rodal. Los rodales nuevos probablemente deberán ser establecidos mediante el plantado. Un espaciamiento de 3 por 3 m ha funcionado bien para muchas especies similares y constituiría un buen comienzo. La plántulas deberán ser protegidas de las malas hierbas por un período de 2 o más años. Se deberán conducir entresacados para obtener postes para cercas, postes y maderos aserrables de tamaño pequeño con el objeto de mantener un área basal razonablemente pequeña (aproximadamente 20 m² por ha) y mejorar la calidad del rodal residual. La cosecha final en una rotación de 45 a 65 años producirá árboles aserrables con un d.a.p. de 40 a 60 cm. Si se planea plantar de nuevo la misma área, se podrá utilizar la tala rasa en una o dos etapas. El cedro macho vive lo suficiente como para utilizarlo como cubierta para especies más tolerantes tales como *Guarea guidonia* (L.) Sleumer que con frecuencia se regeneran debajo.

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen una raíz pivotante carnosa con un número moderado de raíces laterales. Los árboles de cedro macho desarrollan contrafuertes de tamaño pequeño, y algunos poseen un aflautamiento asociado en la parte inferior del tronco. Los árboles de mayor tamaño y edad pueden presentar algunas raíces laterales expuestas en la superficie.

Reacción a la Competencia.—El cedro macho es intolerante a la sombra. Las plántulas del sotobosque no persisten en un bosque cerrado y los árboles adultos suprimidos se debilitan y mueren en un espacio de pocos años. Sin embargo, las plántulas sembradas bajo sombra ligera (en la plantación de 1952) exhibieron un crecimiento lento pero continuo. Después de 2 años, estas plántulas tuvieron entre 75 y 120 cm de alto (10). Presumiblemente, los árboles de esta especie tienen que iniciarse en áreas perturbadas, en terreno rocoso en donde la competencia es mínima y en claros ocasionados por la caída de árboles. Los árboles adultos de cedro macho nunca son muy comunes y la reproducción nunca es abundante. La especie se encuentra aparentemente ausente en los bosques secundarios y en tierras agrícolas abandonadas. No se sabe si esto es el resultado de la falta de dispersión de semillas en estos sitios, el ambiente no adecuado para la germinación o la competencia inicial feroz en rodales secundarios nuevos. Veinticinco árboles en plantaciones en Puerto Rico tuvieron una relación de copa promedio (diámetro de copa/d.a.p.) de 21.6 (observación personal del autor).

Agentes Dañinos.—La madera aserrada y secada de cedro macho es susceptible al ataque por la termita de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker) (13). La madera también se ve consumida por la termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren) (9). Sin embargo, los nidos y túneles de termitas, que por lo principal consumen la albura, no son frecuentes en los árboles de cedro macho (observación personal del autor). La madera del cedro macho ha demostrado una resistencia moderada a la polilla de mar (*Teredo* spp. y *Limnoria* spp.) en una prueba en aguas hawaianas (3). Los áfidos asociados con las hormigas se observaron en muchas plántulas de vivero (observación personal del autor). El duramen es probablemente durable en contacto con el suelo, tal como otros miembros de este género (8). El centro (duramen) de árboles de cedro macho que mueren en plantaciones permanece muchos años después de la pudrición de la albura. Sin embargo, la pudrición del duramen ocurre en algunos árboles viejos (observación personal del autor). Se ha listado al cedro macho como susceptible a romperse con los vientos fuertes (11).

USOS

El duramen recién cortado del cedro macho es de un color pardo chocolate, pardo rojizo o a veces rojo con vetas moradas. Gran parte del color rojo se desvanece después de la exposición a la luz por varias semanas y la madera se vuelve de un vivo color pardo o pardo rojizo, similar al de la caoba vieja (*Swietenia mahagoni* Jacq.). La albura del cedro macho es rosada y de aproximadamente 4 cm de espesor (8). La fibra es entrelazada, resultando en un efecto estriado o rayado. Los anillos de crecimiento son visibles. La madera del cedro macho es moderadamente tosca en textura y tiene poco lustre. La madera de una especie relacionada (*H. laxiflora* (Tul.) Muell.-Arg.) se reporta como conteniendo piedras de oxalato de calcio (4). Tres muestras de duramen de un árbol de cedro macho cultivado en una plantación promediaron 0.77 g por cm³ secadas al horno (observación personal del autor). La dificultad del secado al aire de la madera de cedro macho se considera como moderada (8). La cuarteadura superficial, la cuarteadura de los extremos, la torsión, la curva y un ligero endurecimiento superficial

pueden ocurrir. Durante pruebas se secó un tanto más lentamente que el pino (8). El encogimiento de *H. laxiflora* al ir de verde a seca al horno es de 5.3 por ciento radial, 9.4 por ciento tangencial y 14.4 por ciento volumétrico (12). Otras maderas en el mismo género han demostrado unas propiedades buenas para su trabajo, a excepción de problemas ocasionales con el cepillado (8). La experiencia del autor con un pedazo de madera de cedro macho aserrado y cepillado apoyan estas conclusiones.

Debido a su belleza, la madera del cedro macho se ha usado para muebles y debería tener un lugar limitado en la industria mobiliaria local. Las provisiones limitadas restringirán su uso a piezas por encargo especial o artículos exclusivos. Cuando usada en muebles, la madera deberá ser protegida de las termitas de la madera seca con insecticidas y barniz. La madera deberá servir con igual efectividad para chapa decorativa, artesanías y molduras. Los usos para el material de menor calidad podrían incluir pilotes de agua salada, postes de cerca, construcciones burdas, combustible y carbón.

GENETICA

Existen cerca de 30 especies pobremente definidas en el género *Hyeronima* (también escrito como *Hieronyma* (7)), todos los cuáles son indígenas a la América tropical (5). *Hyeronima caribaea* Urban, de varias islas de las Antillas Menores, se consideró en el pasado como un sinónimo del cedro macho (6), pero se ha encontrado que es indiferenciable de *H. laxiflora* en la América Central y el norte de la América del Sur (5).

LITERATURA CITADA

1. Britton, N.L.; Wilson, Percy. 1923. Scientific survey of Puerto Rico and the Virgin Islands. Part 1. New York: New York Academy of Sciences. 626 p. Vol. 5.
2. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Climatography of the United States 60-52. Silver Springs, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Service Administration, Environmental Data Service. 29 p.
3. Edmondson, Charles H. 1949. Reaction of woods from South America and Caribbean areas to marine borers in Hawaiian waters. *Caribbean Forester*. 10(1): 37-41.
4. Fanshawe, D.B. 1954. Forest products of British Guiana. Part I. Principal timbers. Ed. 2. Bull. (n.s.) 1. Georgetown, British Guiana: British Guiana Forest Department. 106 p.
5. Howard, Richard A. 1989. Flora of the Lesser Antilles. Dicotyledoneae—Part 2. Jamaica Plain, MA: Harvard University, Arnold Arboretum. 604 p. Vol. 5
6. Liogier, Henri Alain; Mortorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
7. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.

8. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. Agric. Handb. 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
9. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. 303 p.
10. Tropical Forestry Research Center. 1955. Fifteenth annual report. Caribbean Forester. 16(1/2): 1-11.
11. Wadsworth, Frank H.; Englerth, George H. 1959. Effects of the 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. Caribbean Forester. 20(3/4): 38-51.
12. Wangaard, F.F.; Stern, W.L.; Goodrich, S.L. 1955. Properties and uses of tropical woods. V. Tropical Woods. 103: 1-139.
13. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1991. *Hyeronima clusioides* (Tul.) Muell.-Arg. Cedro macho. SO-ITF-SM-45. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 3 p.

Hymenaea courbaril L.

Algarrobo, locust

Leguminosae
Caesalpinioideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las casias

John K. Francis

Hymenaea courbaril L., conocido comúnmente como algarrobo, guápinol (en español), locust, jutaby o courbaril (18), es un imponente árbol forestal (fig. 1) que produce vainas grandes y muy duras conteniendo una pulpa de un olor penetrante pero comestible y semillas de gran tamaño. La madera, de ricos colores y durable, tiene una variedad de usos. Hoy en día, los maderos se cosechan de rodales naturales, pero la especie es un buen prospecto para el manejo forestal.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El algarrobo tiene una amplia distribución (fig. 2). En el Caribe crece a través de las Antillas Mayores y Menores. En



Figura 1.—Un árbol de algarrobo, *Hymenaea courbaril*, creciendo en Puerto Rico.

el área continental su distribución se extiende desde la costa occidental del centro de México hacia el sur hasta Bolivia y el sur del área central de Brasil (14, 16), correspondiendo aproximadamente a las latitudes 23° N. hasta la 25° S. (14).

Clima

El algarrobo se encuentra en una gran variedad de hábitats. Se le ha reportado en el bosque tropical seco, en transición a bosque pre-montano húmedo y en el bosque tropical muy húmedo en Costa Rica (30), a la vez que en el bosque subtropical húmedo en Puerto Rico (35). La especie crece también en las zonas de vida forestales de Holdridge subtropical muy húmeda y tropical húmeda (8). La precipitación anual en las áreas de distribución natural varía desde 2400 mm o más (22) hasta unos escasos 1200 mm. El algarrobo crece mejor en áreas en donde la precipitación promedio entre 1900 y 2150 mm por año (22). La precipitación puede ser monzonal o distribuida de manera uniforme a través de todo el año. Dentro del área de distribución del algarrobo, las mayores variaciones en la temperatura se encuentran en la América del Sur, en donde las temperaturas anuales promedio varían entre 20 y 30 °C (7). Las fluctuaciones en la temperatura diurna son por lo normal mayores que los cambios estacionales en la temperatura.



Figura 2.—El área de distribución natural del algarrobo, *Hymenaea courbaril*, en la América tropical.

Suelos y Topografía

Al igual que la mayoría de las especies frondosas de madera dura, el algarrobo crece mejor en los suelos profundos, fértiles, húmedos y bien drenados. Puede crecer en suelos de toda textura, desde arenas hasta arcillas (22), pero se desarrolla mejor en suelos arenosos (18). En Puerto Rico, el algarrobo se puede encontrar en suelos en donde el pH fluctúa entre 4.8 y 6.8. La mayoría de los genotipos crecen en cimas y cuestras, pero rara vez se encuentran en tierras bajas aluviales con drenaje pobre (22). Sin embargo, *H. courbaril* var. *stilbocarpa*, de Brasil, se reporta como tolerante a las inundaciones (13). El algarrobo crece mejor en sitios erosionados que la mayoría de las especies de madera dura (20), pero no crecerá en los sitios más degradados (16). Esta especie crece desde casi el nivel del mar hasta unas elevaciones de alrededor de 900 m (27).

Cobertura Forestal Asociada

El algarrobo crece en tantas diferentes asociaciones que es imposible listarlas. Se pueden encontrar cuatro asociaciones representativas en México, Venezuela, Puerto Rico y Costa Rica. En las montañas de la Sierra Madre en Chiapas, México, el algarrobo crece en un bosque semi-caducifolio dominado por *Hura polyandra* Baill. y se asocia con *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Luehea candida* (DC.) Mart., *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC., *Licania arboria* Seeman y *Apeiba tibourbou* Aubl. (29). Los remanentes forestales en las partes más húmedas de los llanos secos de Venezuela sostienen una asociación de *H. courbaril* L., *Lonchocarpus velutinus* Benth., *Fagara chiloperone* (Mart.) Engl., *Allophylus occidentalis* (Swartz) Radlk., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Casearia* spp., *Cordia bicolor* DC. y *Genipa americana* L. (9). El algarrobo domina un sitio forestal secundario en el bosque subtropical húmedo en Puerto Rico. Entre los socios importantes se encuentran: *Buchenavia capitata* (Vahl) Eichl., *Nectandra coriacea* (Sis.) Griseb., *Manilkara bidentata* (A. DC.) Chev. e *Inga laurina* (Sis.) Willd. (35). Un sitio en el bosque tropical muy húmedo de Costa Rica se ve también dominado por el algarrobo, con los socios importantes *Trichilia* sp., *Persea americana* Mill., *Symphonia globulifera* L.f., *Carapa guianensis* Aubl. y *Protium* sp. (30). En México, el algarrobo ocasionalmente se encuentra creciendo en rodales casi puros (27).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores, de color blanco, tienen alrededor de 4 cm de ancho en sus pétalos y aparecen en racimos terminales (15) durante la primavera y el verano. Los árboles tienen que ser de un tamaño considerable y recibir luz vertical plena antes de comenzar a florecer. Las vainas maduran alrededor de 9 meses después de la florescencia y caen en un período de tres meses. Las vainas individuales tienen de 5 a 10 cm de largo, de 2 a 3.5 cm de ancho y 2.5 cm o más de grueso (15). La cubierta exterior es gruesa, muy dura y no se abre por sí misma. Adentro de esta dura cubierta exterior, una pulpa de color crema y de aspecto polvoriento rodea las tres o cuatro semillas de tamaño grande.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las recolecciones de semillas de Brasil (28) y Puerto Rico

(observación personal del autor) rindieron 475 y 253 ± 5 semillas secadas al aire por kilogramo, respectivamente. Un solo árbol puede producir de unas pocas hasta más de 100 vainas, pero solamente una parte de los árboles producen en un dado año. La fuerza de la gravedad es el único medio importante de diseminación en muchas de las islas del Caribe. En el área continental de la América Central y la América del Sur, las semillas son transportadas por el agutí y probablemente por el pecarí, ambos de los cuales abren las vainas y se comen la pulpa y a veces las semillas (12). Si las vainas se dejan sobre la superficie del terreno, la dura cubierta tarde o temprano se rajará o pudrirá lo suficiente como para permitir que la humedad penetre de manera que las semillas puedan germinar. Esto puede tomar varios meses, ya que la cubierta de las vainas está impregnada de una goma protectora (15). Si las vainas no son abiertas, la mayoría de las semillas se pudren dentro de ellas (22). Las semillas para la siembra se obtienen con mayor facilidad mediante la recolección y el descascarado de las vainas recién caídas. Las semillas que necesiten almacenarse por más de un año deberán refrigerarse a entre 2 y 4 °C en un contenedor sellado (19).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas es epigea (22). Las semillas germinan en un período de 20 a 30 días con una tasa de éxito del 40 al 90 por ciento (21, 28). La escarificación de las semillas mediante muescas o el baño en ácido sulfúrico concentrado ha aumentado el porcentaje de germinación y reducido el tiempo para la germinación en pruebas en Puerto Rico. Después de la germinación, los tallos se alargan hasta que las plántulas alcanzan de 15 a 20 cm de alto y los cotiledones se abren y expanden a su tamaño máximo (22). Las plántulas nuevas, las cuales son tiernas y carnosas, se lignifican de manera gradual. Las plántulas cultivadas bajo una sombra del 50 por ciento alcanzaron una altura de 55 cm alrededor de 78 días después de la germinación (observación personal del autor). Las pruebas en Puerto Rico mostraron que el sol pleno es mejor para las plántulas de vivero que la sombra. Las provisiones en contenedores cultivadas bajo sol pleno se ven listas para el trasplante al campo en 60 días (28). Las plántulas de algarrobo crecen en ángulo con un líder inclinado, un comportamiento que puede persistir por 2 ó 3 años (22). Después de alcanzar de 2 a 2.5 m, el líder se endereza y el fuste se desarrolla derecho (21).

El algarrobo se puede establecer mediante el uso de provisiones podadas en la parte superior y con las raíces desnudas (22) o de plántulas en contenedores (28). La siembra directa de semillas es posible (22), pero la mayoría de las plántulas en Puerto Rico fracasaron debido a la falta de un desyerbado apropiado después de la emergencia o debido a que los ratones se comieron los suculentos cotiledones (21). La repoblación bajo cubierta se intentó en Puerto Rico, seguida por la corta parcial un año más tarde con el objeto de abrir el rodal. Después de 18 meses, las plántulas habían crecido solamente 25 cm y sólo el 23 por ciento sobrevivió. Sin embargo, muchos de los sobrevivientes se convirtieron en árboles dominantes. Los sitios abiertos y el desyerbado apropiado hasta que las plántulas alcancen alrededor de 2 m de altura, parecen ser esenciales para el establecimiento óptimo de la plantación. El uso de provisiones plantables de tamaño grande (>1 m de alto) puede acortar el período de desyerbado necesario y aumentar la supervivencia. Desafortunadamente, esto no se ha sometido a prueba.

Reproducción Vegetativa.—El algarrobo se puede propagar de manera vegetativa mediante el uso de estacas

no lignificadas en almácigos rociados y con el suelo calentado con vapor o electricidad (3). La especie rebrota bien al ser cortada y de esa manera se mantiene en áreas sometidas a cortas frecuentes (21); sin embargo, los tocones de árboles grandes no rebrotan (22).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El algarrobo se caracteriza por una tasa de crecimiento moderada. En Puerto Rico puede tomar 2 años en alcanzar una altura de 1 m. Después de esto, el crecimiento rara vez excede 1 m por año. Tres plantaciones en climas similares pero con suelos diferentes en Puerto Rico¹ mostraron unas alturas máximas de 3.6 m a los 8 años, 11 m a los 13 años y 9 m a los 20 años. Sin embargo, el crecimiento del algarrobo es constante. En la plantación con una altura máxima de 11 m a los 13 años, cuando los dominantes y los codominantes tuvieron 44 años de edad, promediaron 20 m de altura y 38 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.). Los mejores árboles en una plantación de 11 años de edad establecida mediante la siembra directa de semillas en un sitio empobrecido en Trinidad y Tobago midieron 16 metros de altura y 16 cm en d.a.p. (22). El promedio fue mucho menor. El incremento promedio en el diámetro en un período de 2 años para los árboles de algarrobo, algunos de los cuales fueron dominantes en un rodal natural en Puerto Rico, fue de 0.53 cm por año (35). El algarrobo es un árbol de larga vida (2) y es capaz de alcanzar grandes tamaños. Un árbol medido durante un censo en Costa Rica tuvo una altura de 50 m y un d.a.p. de 1.1 m (30). La duración de la rotación necesaria para obtener árboles de 50 cm en d.a.p. para la producción maderera sería probablemente de 45 a 65 años, dependiendo del espaciamiento y de la calidad del sitio.

Comportamiento Radical.—Las plántulas de algarrobo desarrollan una raíz pivotante con muchas raíces laterales fibrosas. A medida que los árboles envejecen, desarrollan un sistema radical profundo (30) y las raíces a menudo exudan una goma resinosa en abundancia (22). Se han reportado nódulos (formados presumiblemente por la asociación con la bacteria fijadora de nitrógeno del género *Rhizobium*) en las raíces de algarrobo en Hawái y las Filipinas, pero no se encontraron nódulos en las raíces de los algarrobos creciendo en Trinidad o Venezuela (1).

Reacción a la Competencia.—El algarrobo es intolerante a la sombra cuando maduro. Crece de manera lenta bajo sombra leve y puede persistir bajo una sombra considerablemente densa por un espacio de varios años, pero necesita de luz vertical plena o casi plena para un desarrollo completo (22). Los árboles creciendo a campo abierto poseen unos fustes cortos y unas copas amplias. Los árboles jóvenes creciendo bajo sombra leve aparentemente desarrollan un fuste más largo y recto (15). Esta sombra se podrá tal vez manejar de mejor manera como una sombra lateral procedente de otros árboles de algarrobo a un espaciamiento estrecho o de especies arbustivas ya presentes en el sitio, siempre que no se les permita el crecer por encima de los árboles a cosechar. Las plántulas y los árboles jóvenes son

susceptibles a ser ahogados por las malas hierbas, los matorrales y los árboles de crecimiento acelerado que sobresalen sobre ellos. Una vez los árboles de algarrobo se han establecido como árboles dominantes, los demás árboles en el rodal tienen poco efecto sobre su crecimiento.

El algarrobo constituyó el 13 por ciento de los 10.3 m² por ha de área basal en un rodal natural en el bosque subtropical húmedo en Puerto Rico (35). Una plantación de 44 años de edad en un sitio diferente en la misma zona de vida promedió 14.7 ± 1.2 m² por ha (observación personal del autor). No se encontraron instrucciones para el espaciamiento y el entresacado en la literatura. Tentativamente, el plantado a un espaciamiento de 3 por 3 m deberá ser seguido entre los 12 y 15 años por un entresacado intenso una vez los árboles hayan establecido su longitud de fuste comercial. La apertura a un espaciamiento considerablemente amplio no crea problemas, debido a que no hay formación de ramas epicórmicas. Al medir 24 árboles de algarrobo se encontró que tuvieron una relación de copa a fuste (diámetro promedio de copa/d.a.p.) de 22.8 ± 0.7 (observación personal del autor). Haciendo una proyección a partir de esta relación, 77 árboles por hectárea se podrían cultivar hasta un d.a.p. final de 55 cm al momento de la cosecha, asumiendo copas circulares apenas tocándose unas con otras y una provisión máxima.

Agentes Dañinos.—El algarrobo no tiene problemas serios en cuanto a enfermedades o insectos. Un gorgojo (*Rhinochenus* sp.), el cual taladra la vaina y se alimenta de las semillas, se observó en Costa Rica (11) y probablemente se encuentra también en Trinidad y Tobago (22). Se encontraron tres insectos, *Acanthoscelides* sp., *Hypothenemus buscki* (Hopkins) y *Myelois decolor* Zeller, alimentándose adentro de las vainas de algarrobo en Puerto Rico (23). Un insecto sin identificar en Trinidad y Tobago corta las ramitas del árbol después de depositar sus huevos dentro de ellas (22). Las hormigas defoliadoras (*Atta* spp.) cortan las hojas recién formadas pero no maduras (12). La madera del algarrobo es muy resistente al ataque de la termita de la madera seca de las Indias Occidentales, *Cryptotermes brevis* (Walker) (36), pero la madera muerta en el bosque es consumida por las termitas de la madera húmeda *Nasutitermes costalis* (Holmgren) y *N. nigriceps* (Haldeman) (23). Cuando usada como pilotes en una prueba, la madera del algarrobo mostró poca resistencia a la polilla de mar en Hawái (6) y Carolina del Norte (26). Comparado con 39 otras especies frondosas de madera dura tropicales en Venezuela, el algarrobo se reveló como entre las maderas más durables cada vez que se expuso a cuatro especies de hongos que causan la descomposición de la madera (31). Pruebas efectuadas usando estacas indicaron que esta madera es durable cuando insertada en el suelo (18). Sin embargo, el duramen de la mayoría de los árboles en Guyana no fue durable al inocularse e incubarse con un hongo de la pudrición blanca, y sólo moderadamente durable al incubarse con un hongo de la pudrición parda (26). La especie se lista como susceptible a quebrarse durante huracanes (34).

USOS

El algarrobo es primariamente un árbol maderero, pero tiene a su vez muchos otros usos. El duramen se seca bien al aire, adquiriendo un color bermejo o marrón rojizo con vetas más oscuras; la albura es blanca, gris o rosácea (5, 26) y tiende

¹Información archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal Federal, Río Piedras, PR 00928-5000.

a ser relativamente gruesa. La madera es a veces difícil de secar y sufre una pérdida de leve a seria debido a la curva y cuarteadura (5, 17). Durante el secado ocurre un encogimiento del 4.5 por ciento radial y del 8.5 por ciento tangencial (5). La madera del algarrobo es muy pesada; el peso específico promedió 0.70 g por cm³ en Guyana (5), 0.89 g por cm³ en Guadeloupe (24), 0.77 g por cm³ en Brasil (26) y 0.84 g por cm³ en Puerto Rico (17). La madera es fuerte, dura y correosa. La resistencia al doblado, el módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión se listan como de 2,140 kg por cm², 162,000 kg por cm² y 880 kg por cm², respectivamente (24). El algarrobo es moderadamente difícil de aserrar y trabajar a máquina, y difícil de cepillar (5). Se encola bien, se dobla bien después del baño al vapor, coge un acabado satisfactorio y acepta los tornillos sin rajarse (17). La madera es adecuada para la manufactura de mangos de herramienta y de cierta clase de equipo deportivo, muebles doblados al vapor y partes para botes, pisos y para escalones de escaleras. Otros usos incluyen muebles, artículos torneados y artesanías, molduras interiores, vigas y traviesas de ferrocarril (5, 17, 37). La especie se recomienda para chapa decorativa (32), y la madera se puede usar también como una fuente de pulpa (25) y para leña y carbón.

El algarrobo tiene cierto uso como una especie ornamental y como árbol de sombra en patios, parques y calles. Entre las desventajas para estos usos están el hecho de que las vainas, pesadas y duras, han quebrado parabrisas de vehículos al caer, y el hecho de que al quebrarse, las vainas emiten un olor desagradable (15). La especie se usa ocasionalmente como sombra en cafetales (4). La pulpa de aspecto polvoriento que rodea las semillas es comestible y a menudo es consumida por los niños, a pesar de que tiene un olor que puede considerarse como ofensivo (4, 16, 22). La pulpa, ya sea cruda, tostada o fermentada se usa para hacer un refresco (4, 10, 15). La pulpa contiene un 3.2 por ciento de azúcar, 1.1 por ciento de grasa y 35.8 por ciento de fibra cruda (10). Las vainas no son comidas por el ganado o las cabras, pero si las semillas y la pulpa son removidas y molidas, el ganado las consume sin problemas (33). Las hojas no son comidas. Una goma o resina llamada copal sudamericano, exudada por el tronco y las raíces, se usa en la manufactura de barniz e incienso (16). Se usa una infusión de la corteza en la medicina herbalista como un laxativo, y la pulpa de la fruta se utiliza como un agente anti-diarréico (15).

GENÉTICA

El género *Hymenaea* contiene 17 especies; 16 de éstas son neotropicales y 1 es africana (14). *Hymenaea courbaril* se ha dividido en cinco variedades: *H. courbaril* var. *courbaril* ocupa la mayoría del área de distribución y las otras cuatro variedades de *H. courbaril* (var. *altissima*, var. *longifolia*, var. *stilbocarpa* y var. *villosa*) se encuentran confinadas al área central y sur central de Brasil (14). Casi todos los árboles florecen cada año y contribuyen a la reserva genética, pero posteriormente muchos de los árboles abortan sus vainas en desarrollo por razones desconocidas. Los algarrobos son probablemente auto-incompatibles (12).

LITERATURA CITADA

- Allen, O.N.; Allen, Ethel K. 1981. The Leguminosae, a source book of characteristics, uses, and nodulation. Madison, WI: University of Wisconsin Press. 812 p.
- Aristeguieta, Leandro. 1962. Árboles ornamentales de Caracas. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. 218 p.
- Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York: MacMillan. 3639 p.
- Chavelas-Polito, Javier; González-Vicente, Carlos E. 1985. Catálogo de árboles forestales del sureste de México que producen frutos comestibles. Catálogo 10. Ciudad de México, México: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 22 p.
- Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 466 p.
- Dickinson, Fred E.; Hess, Robert W.; Wangaard, Fredrick F. 1949. Properties and uses of tropical woods, I. Tropical Woods. 95: 1-145.
- Edmondson, Charles H. 1949. Reaction of woods from South America and Caribbean areas to marine borers in Hawaiian waters. Caribbean Forester. 10(1): 37-42.
- Hoffman, José A.J. 1975. Climatic atlas of South America. Budapest, Hungary: Unesco Cartografía. [s.p.].
- Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
- Hueck, Kurt. 1961. The forests of Venezuela. Forst Forschungen 14/6. Hamburg, Germany: Verlag Paul Parey. 106 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. 1977. El cuapinol. Comunicado 20. Xalapa, Veracruz, México: Instituto de Investigaciones sobre Recursos Botánicos. 3 p.
- Janzen, Daniel L. 1975. Behavior of *Hymenaea courbaril* when its predispersal seed predator is absent. Science. 189(4194): 145-147.
- Jansen, Daniel L. 1983. Costa Rican natural history. Chicago, IL: University of Chicago Press. 816 p.
- Joly, C.A.; Crawford, R.M.M. 1982. Variation in tolerance and metabolic responses to flooding in some tropical trees. Journal of Experimental Botany. 33(135): 799-809.
- Lee Y.T.; Langenheim, J.H. 1974. Additional new taxa and new combinations in *Hymenaea* (Leguminosae, Caesalpinioideae). Journal of the Arnold Arboretum. 55(3): 441-452.
- Liogier, Alain Henri. 1978. Árboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
- Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
- Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
- Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. Agric. Handb. 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
- Marrero, José. 1943. A seed storage study of some tropical hardwoods. Caribbean Forester. 4(3): 99-106.

21. Marrero, José. 1947. A survey of the forest plantations in the Caribbean National Forest. Ann Arbor, MI: University of Michigan. 167 p. Tesis de M.S.
22. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10(1): 11-36.
23. Marshall, R. C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London, England: Oxford University Press. 247 p.
24. Martorrell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Department of Entomology. 303 p.
25. Parant, B.; Chichignoud, M.; Curie, P. [s.f.]. Les bois de Guadeloupe. Pointe-a-Pitre, Guadeloupe: Centre Technique Forestier Tropical. 20 p.
26. Paula, José E. de. 1977. Anatomía de madeiras la Amazonia com vistas a polpa e pael. Acta Amazonica. 7(2): 273-288.
27. Pennington, T.D.; Sarukhan, José. 1968. Arboles tropicales de Méjico. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Secretaría de Agricultura y Ganadería de México. 413 p.
28. Pereira, Antonio P. 1982. Ensaaios em viveiro florestal e fruitificacao de algumas especies Amazonicas. Silvicultura em Sao Paulo. 16A(2): 1135-1138.
29. Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Ciudad de México, México: Editorial Limusa. 432 p.
30. Sawyer, John O.; Lindsey, Alton A. 1971. Vegetation of the life zones in Costa Rica. Indianapolis, IN: Indiana Academy of Science. 214 p.
31. Silverborg, Savel B.; Mayorca, Lerida de; Conejos, Jesús. 1970. Durabilidad relativa de algunas maderas venezolanas. Revista Forestal Venezolana. 13(19 & 20): 61-72.
32. Slooten, H.J. van der. 1970. Evaluation of eighteen wood species from Guayana for veneer and plywood manufacture. Forest Industries Development Survey, Tech. Rep. 13. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 93 p.
33. Susano-Hernandez, Roberto. 1981. Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovecharse como forraje. Ciencia Forestal. 6(29): 31-39.
34. Wadsworth, Frank H.; Englerth, George H. 1959. Effects of the 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. Caribbean Forester. 20(3/4): 38-51.
35. Weaver, Peter L. 1987. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
36. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian drywood termite *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.
37. Zavala-Zavala, David. 1978. Utilización de especies tropicales en la producción de durmientes para el metro. Ciencia Forestal. 3(15): 3-10.

Inga fagifolia (L.) Willd.

Guamá

Leguminosae
Mimosoideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las mimosas

John K. Francis

Inga fagifolia (L.) Willd., conocido comúnmente como guamá (en español) y como “sweet-pea” y “spanish oak” (en inglés) y pois deaux (en francés), es un árbol siempreverde de tamaño mediano (fig. 1) nativo a las Antillas Mayores y Menores. Es común en los bosques húmedos y muy húmedos, especialmente en los bosques secundarios. El árbol se usa todavía, hasta cierto punto, como sombra en cafetales y se le aserra para maderaje.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La distribución natural del guamá (fig. 2) incluye a las Antillas Mayores, a excepción de Cuba, en donde se ha naturalizado (5); las Islas Vírgenes; Antigua; Saba; St. Kitts;



Figura 1.—El tronco de un árbol de guamá, *Inga fagifolia*, creciendo en Puerto Rico.

Montserrat; Guadeloupe; María Galante; Dominica; Martinica; St. Vincent; Grenada; Barbados en las Antillas Menores y Trinidad (13, 16). La distribución usualmente atribuida al guamá en Venezuela (24) puede en realidad ser la de otra especie del género *Inga*, como lo es la distribución de lo que en el pasado se creyó ser del guamá en México y la América Central (13).

Clima

El guamá está adaptado a los bosques húmedos y muy húmedos, con una precipitación anual promedio de entre 1400 y 3500 mm. La especie crece también en las áreas más secas en los suelos aluviales a lo largo de arroyos permanentes o intermitentes. Las estaciones secas de hasta 3 meses de duración son una característica del clima de la mayoría de las islas en donde crece el guamá. Las temperaturas anuales promedio dentro del área de distribución natural del guamá varían entre cerca de 23 y 26 °C, dependiendo más que nada de la altitud. Las temperaturas rara vez sobrepasan los 32 °C o bajan de los 15 °C. Se desconocen las heladas en la distribución natural del guamá.

Suelos y Topografía

El guamá es capaz de crecer en una gran variedad de suelos y sitios, incluyendo los suelos con texturas de arenas a arcillas (20). La especie crece en suelos que se originan de muchas clases de material paterno. Un pH mínimo de hasta 5.0 y unos niveles moderadamente bajos de cationes intercambiables parecen ser adecuados para el guamá. Los suelos pueden ser pobremente drenados, pero no pantanosos. Los suelos con un drenaje excesivo debido a la presencia de



Figura 2.—La distribución natural del guamá, *Inga fagifolia*, en las Indias Occidentales se indica por el área sombreada.

arena o de roca esquelética o los suelos poco profundos en áreas con una precipitación mínima, no son capaces de sostener la especie. El guamá crece tanto en topografía escarpada como llana, desde unos pocos metros sobre el nivel del mar hasta una elevación de más de 1,000 m.

Cobertura Forestal Asociada

En un rodal en el bosque subtropical muy húmedo dominado por *Dacryodes excelsa* Vahl, *Prestoea montana* (R. Graham) Nichols., *Cecropia schreberiana* Miq., *Micropholis garcinifolia* Pierre, *Sloanea berteriana* Choisy, *Cyrilla racemiflora* L. y *Magnolia splendens* Urban, el guamá contribuyó solamente 72 tallos de un total de 3,100 (25). En otro bosque subtropical muy húmedo dominado por *C. racemiflora* L., *Micropholis garcinifolia* y *Magnolia splendens*, el guamá contribuyó 28 tallos de un total de 3,400 (25). El guamá, *Inga vera* Willd., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K. y *Cecropia schreberiana* son las especies principales que componen los bosques secundarios que se originan de cafetales de sombra abandonados (26). En las referencias 2, 3, 7, 18 y 28 se pueden encontrar ejemplos adicionales de especies asociadas con el guamá.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las espigas florales son blancas y en forma de escobilla, de 8 a 15 cm de largo, presentándose solas o apareadas. Las vainas planas, de 6 a 12 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho, contienen varias semillas (16). El guamá, como especie, florece y produce fruto a través de todo el año (16), a pesar de que los árboles individuales pueden ser episódicos en la producción de flores y fruto.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas para la propagación se pueden recolectar mediante la corta con tijeras de las vainas maduras a partir de los árboles o recogiendo de la superficie del terreno debajo de los árboles productores. A medida que las vainas se maduran cambian de color de verde a amarillo y luego a pardo. La testa de las semillas es delgada y coriácea. Las semillas no retienen su viabilidad al secarlas. Hubo un promedio de 1,120 semillas por kilogramo de semillas frescas en una muestra de Puerto Rico (12). La siembra de las semillas inmediatamente después de la recolección es lo más recomendable, pero si esto no es posible, las vainas enteras se pueden refrigerar por unos pocos días sin ocasionar un daño a las semillas. Las semillas son dispersadas por los murciélagos y las aves que se alimentan de las vainas y/o de la pequeña cantidad de pulpa que rodea a las semillas. Estos animales pueden, durante el acto de alimentarse, acarrear las vainas a cierta distancia del árbol materno (9, 20).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es hipogea. Durante una prueba, la germinación comenzó alrededor de 5 días después de la siembra y continuó por 17 días más (observación personal del autor). En Puerto Rico se observaron unas tasas de germinación del 96 por ciento (12) y unas tasas del 80 por ciento en Trinidad y Tobago (20). Después de la germinación en la sombra, los tallos se alargan alrededor de 6 cm antes del pleno desarrollo del primer par

de hojas (observación personal del autor). Un grupo de plántulas en contenedores creciendo bajo sombra alcanzó una altura promedio de 22 cm en un período de 8 meses después de la siembra. Ese período en el vivero se podría tal vez acortar cultivando las plántulas bajo sol pleno. Debido a que transcurren alrededor de 6 meses antes del inicio del crecimiento rápido en las plántulas transplantadas al campo, se recomienda usar plántulas que tengan por lo menos 50 cm de altura para reducir el peligro de que las plántulas se vean ahogadas por las malas hierbas.

Reproducción Vegetativa.—Los árboles de guamá de pequeño tamaño rebrotan al ser cortados, pero no los árboles de gran tamaño (20). Se desconoce si las estacas se pueden arraigar o si se pueden efectuar injertos con éxito.

Etapas del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Un plantel en bloque de 52 plántulas en tientos en un pequeño claro en el bosque húmedo, creció un promedio de 1 m durante los primeros 12 meses y otro metro adicional en los siguientes 9 meses. La supervivencia fue del 98 por ciento después de 1 año y del 96 por ciento a los 21 meses (observación personal del autor). Los árboles de guamá medidos en bosques secundarios tardíos en Puerto Rico mostraron unos incrementos anuales en el diámetro de alrededor de 0.5 cm por año para un período de 18 años. Los incrementos anuales promedio en el diámetro para los árboles individuales variaron entre no detectables y 1.2 cm (6). El guamá de mayor tamaño conocido en Puerto Rico mide 89.3 cm en d.a.p. y 21.5 m de altura.¹ Es un árbol previamente usado como sombra en un cafetal abandonado en la Sierra de Luquillo y tiene por lo menos 60 años de edad.

Comportamiento Radical.—Debido a su comportamiento radical profundo y entrelazado, el guamá se recomendó para la estabilización de los bancos de ríos y arroyos en la República Dominicana (22). Las raíces del guamá son endomicorrizales y producen nódulos presumiblemente asociados con bacterias del género *Rhizobium* (10).

Reacción a la Competencia.—La tolerancia a la sombra del guamá es intermedia, entre tolerante e intolerante. Las plántulas sobreviven bajo sombra de ligera a mediana. Las plántulas establecidas mediante la siembra directa de semillas bajo sombra promediaron 36 y 76 cm de altura después de 1 y 2 años, respectivamente (20). Las alturas correspondientes de las plántulas creciendo bajo sol pleno promediaron 40 y 122 cm después de 1 y 2 años (20). Los árboles adultos retienen su vigor de manera sorprendentemente buena en las posiciones inferiores en el dosel. Los árboles de guamá en posiciones de copa dominantes, codominantes, intermedias y suprimidas en el bosque subtropical muy húmedo secundario tardío crecieron 0.77, 0.52, 0.33 y 0.19 cm por año en d.a.p., respectivamente en un período de 18 años (6). En un experimento en Puerto Rico, dos entresacados en un período de 18 años resultaron en un aumento en el incremento anual promedio en el diámetro de entre 0.38 y 0.47 cm por año para el guamá en rodales forestales secundarios (27).

¹Registro de árboles campeones de Puerto Rico. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

A pesar de estar ampliamente distribuido, el guamá por lo normal constituye solamente un pequeño porcentaje del área basal total de los bosques en donde crece. En un censo del maderaje en los bosques secundarios en propiedades privadas en las porciones húmedas de Puerto Rico, el guamá se ubicó en quinto lugar entre las especies encontradas en relación a su área basal y contribuyó el 1.2 por ciento del área basal total (4).

Es a veces necesario el remover los árboles de guamá debido a su pobre forma o poco valor comercial durante las operaciones de mejoramiento y limpieza de los rodales madereros. En una prueba incluyendo 46 árboles, el 80 por ciento se encontraron muertos después de un año después del anillado y el tratamiento con ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T)² en aceite diesel (23).

Agentes Dañinos.—La plaga más seria del guamá en Puerto Rico es la hormiguilla, una hormiga (*Myrmelachista ambigua ramulorum* Wheeler) que cava túneles en las ramas y los troncos vivos. Esta hormiga protege a los áfidos *Pseudococcus citri* Risso y *Cryptostigma inquilina* Newstead, que chupan la savia del árbol huésped y secretan un néctar dulce (19). La mortalidad fue tan alta y el crecimiento tan lento que en las décadas de 1920 y 1930 causaron un declive en las cosechas cafetaleras a través de Puerto Rico, lo que llevó a los cafetaleros a comenzar a usar otras especies como sombra para los cafetales. Hay un gran número de otros insectos que se alimentan del guamá, por lo general con efectos insignificantes (21). Un marchitamiento conocido como el “mal de guaba”, que es serio en *I. vera*, ataca ocasionalmente al guamá (19).

Un censo de las existencias madereras en bosques secundarios en propiedades privadas en Puerto Rico, encontró el 38 por ciento del guamá aserrable libre de defectos, el 35 por ciento con una forma pobre y el 12 por ciento con canchales en el tallo. Se estimó que solamente el 8 por ciento del volumen maderero estaba podrido (1). Los leños de guamá se ven atacados con rapidez por la carcoma, pero son resistentes a los hongos que manchan la savia (17). La madera en uso es susceptible a las termitas y a la descomposición. La vida de servicio de los postes de guamá sin tratar es de 1.5 a 1.6 años, pero al tratarlos con pentaclorofenol³ en aceite diesel, la vida de servicio se ve extendida a entre 6 y 10 años (8, 11).

USOS

En el pasado, el guamá fue el árbol de sombra para cafetales más popular en Puerto Rico. Debido a los severos ataques por la hormiguilla, otras especies de árboles de sombra, *I. vera* en particular, se ven ahora favorecidos (19). La escasa cantidad de pulpa blanca rodeando a las semillas es muy dulce y es a veces ingerida por los niños. El ganado ingiere las vainas de buena gana (14). Las flores son una importante fuente de néctar para las abejas (16).

²El uso de este herbicida está prohibido en los Estados Unidos por la Agencia para la Protección del Ambiente de los Estados Unidos (EPA).

³La producción y el uso de pentaclorofenol están ahora prohibidos en los Estados Unidos. Otros tratamientos resultarían probablemente en unas vidas de servicio un tanto más cortas.

Una de las razones para el extenso uso del guamá como sombra en el pasado es porque fija el nitrógeno a través de la asociación simbiótica con las bacterias del género *Rhizobium* en sus nódulos radicales. Se ha demostrado a su vez que la fijación de nitrógeno ocurre en las lenticelas de la corteza a través de un mecanismo desconocido (29).

El duramen del guamá es de un color pardo rojizo pálido, a menudo con vetas de un pardo más oscuro. La albura no se distingue del duramen con facilidad. Unas muestras del duramen de seis árboles de guamá en Puerto Rico promediaron unos pesos secados al horno de 0.64 ± 0.02 g por cm³ (observación personal del autor). La madera de guamá se seca con rapidez con una degradación moderada, encogiéndose un 1.6 por ciento tangencialmente y 2.7 por ciento longitudinalmente (17). Se trabaja con facilidad y se acaba bien. La madera de guamá es adecuada para muebles, gabinetes, chapa decorativa, la construcción y los pisos, pero debido a que en Puerto Rico se aserran muy pocos leños de cualquier especie, se utiliza muy raramente para cualquiera de estos propósitos. El guamá se usa ocasionalmente para la producción de carbón y postes.

GENETICA

Inga es un género de aproximadamente 200 especies en la América Tropical (13). *Inga laurina* (Sw.) Willd. es un sinónimo botánico del guamá (15).

LITERATURA CITADA

1. Anderson, Robert L.; Birdsey, Richard A.; Barry, Patrick J. 1982. Incidence of damage and cull in Puerto Rico's timber resource, 1980. Resour. Bull. SO-88. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 13 p.
2. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford, UK: Clarendon Press. 192 p.
3. Birdsey, Richard A.; Jiménez, Diego. 1985. The forests of Toro Negro. Res. Pap. SO-222. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 29 p.
4. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
5. Bisse, Johannes. 1981. Árboles de Cuba. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 384 p.
6. Crow, T.R.; Weaver, P.L. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
7. Chinea, Jesús Danilo. 1980. The forest vegetation of the limestone hills of northern Puerto Rico. Ithaca, NY: Cornell University. 70 p. Disertación doctoral.
8. Chudnoff, M.; Maldonado, E.D. 1964. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico. Res. Pap. ITF-1. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 31 p.

9. Devoe, Nora Nancy. 1989. Differential seeding and regeneration in openings and beneath closed canopy in subtropical wet forest. New Haven, CT: Yale University. 307 p. Disertación doctoral.
10. Edmisten, Joe. 1970. Survey of mycorrhiza and nodules in the El Verde Forest. En: Odum, Howard T., Pigeon, Robert, eds. A tropical rain forest. Washington, DC: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: F15-F20.
11. Englerth, George H. 1960. The service life of untreated posts in Puerto Rico after one year in test. Trop. For. Notes 5. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
12. Francis, John K.; Rodríguez, Alberto. 1993. Seeds of Puerto Rican trees and shrubs: second installment. Res. Note SO-374. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
13. Howard, Richard A. 1988. Flora of the Lesser Antilles: Leeward and Windward Islands. Jamaica Plain, MA: Harvard University, Arnold Arboretum. 673 p. Vol. 4.
14. Liogier, Henri Alain. 1978. Árboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
15. Liogier, Henri Alain, Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
16. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
17. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods, their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
18. Mackler, R.; Hannah, P. 1988. The forest at Wallings Reservoir, Antigua, West Indies, 44 years after J.S. Beard's study: conjecture on the patterns of change. Commonwealth Forestry Review. 67(3): 269-278.
19. Marrero, José. 1954. Especies del genero *Inga* usadas como sombra de café en Puerto Rico. Caribbean Forester. 15(1/2): 54-71.
20. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
21. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. 303 p.
22. Schiffino, José. 1945. Riqueza forestal dominicana. Trujillo, República Dominicana: Editorial Montalvo. 291 p. Vol. 1.
23. Sposta, Joseph W. 1960. Chemical removal of inferior tropical tree species. Trop. For. Notes 4. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
24. Veillon, Jean Pierre. 1986. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano, Universidad de los Andes. 199 p.
25. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. 1: The setting. Caribbean Forester. 12(3): 93-114.
26. Weaver, P.L.; Birdsey, R.A. 1986. Tree succession and management opportunities in coffee shade stands. Turrialba. 36(1): 47-58.
27. Weaver, Peter L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
28. Weaver, Peter L. 1991. Environmental gradients affect forest composition in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Interciencia. 16(3): 142-151.
29. Yatazawa, M.; Hambali, G.G.; Uchino, F. 1983. Nitrogen fixing activity in warty lenticilate tree barks. Soil Science and Plant Nutrition. 29(3): 285-294.

Inga vera Willd.

Guaba

Leguminosae
Mimosoideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las mimosas

Carlos Rodríguez

Inga vera Willd., conocido localmente como guaba, es una de las especies de más extenso uso para sombra en cafetales en el neotrópico (5, 8, 13, 14, 16, 21, 26). Es un árbol de tamaño mediano, alcanzando de 12 a 18 m de altura y entre 30 y 60 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.). El guaba por lo común desarrolla una copa amplia y esparcida, con ramas largas y un follaje ralo (8, 13, 14). El área basal disminuyó con la edad en bosques naturales y cafetales abandonados en Puerto Rico (29).

HABITAT

Área de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del guaba se extiende desde el este de Cuba, a través de Jamaica, la isla de Española y Puerto Rico (fig. 1) (5, 14, 16, 20). Existen ciertas discrepancias acerca de su origen en la región. Algunos proponen¹ que el guaba podría haber sido introducido mediante el cultivo (8, 15); sin embargo, debido a sus características similares a las de algunas especies en México y Honduras y su ausencia en las Antillas Menores, otros proponen que el guaba vino de la América Central y sufrió especiación a través del aislamiento (12, 23).

Clima

El guaba crece tanto en climas tropicales como subtropicales (13). A menudo se le encuentra en zonas de vida tropicales muy húmedas o húmedas (13), en donde la precipitación anual fluctúa entre 1000 y 4000 mm (7), pero también se ha reportado creciendo en áreas secas (5, 13, 14).

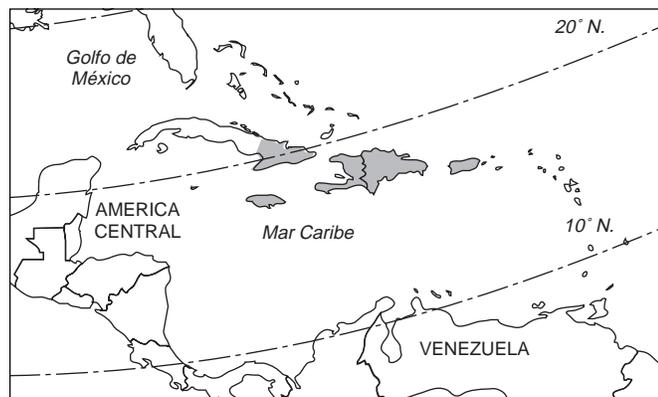


Figura 1.—Área de distribución natural del guaba, *Inga vera*.

¹Wadsworth, F.H. 1989. [Comunicación Personal]. Ubicado en: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, Puerto Rico 00928-5000.

La estación seca en el área de distribución natural del guaba dura de enero a marzo (27).

Las temperaturas anuales promedio a elevaciones bajas en el área de distribución natural del guaba son de entre 25.2 y 27.5 °C. La especie no se encuentra expuesta a heladas en ninguna parte de su distribución natural.

Suelos y Topografía

El guaba crece bien en una variedad de tipos de suelo, incluyendo la piedra caliza (5, 13, 16), y a elevaciones de hasta 1,000 m sobre el nivel del mar (13). Es común en especial a la orilla de ríos y en hondonadas guarecidas (5, 13, 14, 16).

Cobertura Forestal Asociada

Debido a que el guaba tolera una gran variedad de tipos de suelo y a que posee cierta resistencia a la sequía, a menudo se le encuentra asociada con una gran variedad de especies forestales. En la zona de vida sub-tropical muy húmeda en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico, el guaba crece en asociación con especies tales como *Cecropia scherberiana* (Miq.), *Cordia borinquensis* Urban, *Cyathea arborea* (L.), *Croton poecilanthus* Urban, *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire & Planch., *I. fagifolia* (L.) Willd., *Micropholis chrysophylloides* Pierre, *Dacryodes excelsa* Vahl, *Prestoea montana* (R. Graham) Nichols., *Sloanea berteriana* Choisy, *Ormosia krugii* Urban, *Matayba domingensis* Lam., *Alchornea latifolia* Sw., *Ocotea leucoxydon* (Sw.) Mez, *Calycogonium squamulosum* Cogn. y *Eugenia stahlii* (Kiaersk.) Krug & Urban (25, 28).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Se pueden encontrar racimos florales (espigas) de una a cuatro flores en la base de las hojas. Las espigas están compuestas de varias flores sin tallo agrupadas cerca del final de un eje veloso. Las flores blancas tienen estambres alargados y son de 5 a 7.5 cm de largo y de 7.5 a 9 cm de ancho (fig.2). Sólo una o dos flores se abren por día en cada racimo, y las flores se encuentran completamente abiertas al amanecer, marchitándose durante el día. El cáliz dentado y de cinco partes es tubular, veloso, de color verde-marrón y de 11 a 12.7 mm de largo. La corola es cilíndrica, amarilla-verdusca y de cerca de 15 mm de largo; tiene cinco lóbulos esparcidos, cada uno de 3 mm de largo y está cubierta con densos vellos de color pardo. Los estambres filiformes se unen en un tubo dentro de la corola; el pistilo es blanco, de cerca de 6 cm de largo, con un ovario estrecho y un estilo muy delgado. La vaina parda pubescente de las semillas es más o menos cilíndrica, de 10 a 15 cm de largo, de 1 a 2 cm de

ancho y con un estrechamiento en la punta; el cáliz persiste en la base. El guaba florece y produce frutas a través de todo el año (13, 14), con un máximo en abril y mayo (18). La fruta se madura y cae a la superficie más que nada durante la primavera y el verano (22).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las vainas del guaba son de tamaño grande. Su peso cuando verdes varió entre 0.40 a 0.74 g en dos sitios forestales en Puerto Rico.² La dispersión de las semillas es limitada, debido al peso de las vainas. La mayoría de las vainas caen a la superficie y germinan cerca de los árboles maternos (18), aunque cierta dispersión tiene lugar a través de aves y roedores (10, 12, 18, 24).

Las semillas son vivíparas. La radícula comienza su crecimiento cuando la fruta está aun en el árbol y antes de la apertura de la vaina (12, 18). Una vez se encuentra sobre la superficie del terreno, la vaina se pudre y se abre, y el proceso de germinación continúa con rapidez (18, 20).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas es hipogea y varía entre 79 y 100 por ciento 2 semanas después de sembradas.² Las semillas deben ser sembradas pronto después de la recolección para evitar la fermentación de la pulpa; son de corta vida y no toleran la sequía (20). Las plántulas crecen de 5 a 8 cm antes de la aparición de las primeras hojitas (18) y fluctúan entre 10 y 12 cm de altura después de que éstas se desarrollan.²

Debido a que las semillas comienzan a germinar antes de su caída del árbol, los factores que por lo normal afectarían adversamente el establecimiento de las plántulas carecen de influencia sobre las semillas germinadas, y esto contribuye al establecimiento exitoso de las plántulas de guaba. Las plántulas crecen de 2.3 cm por mes en áreas sombreadas y

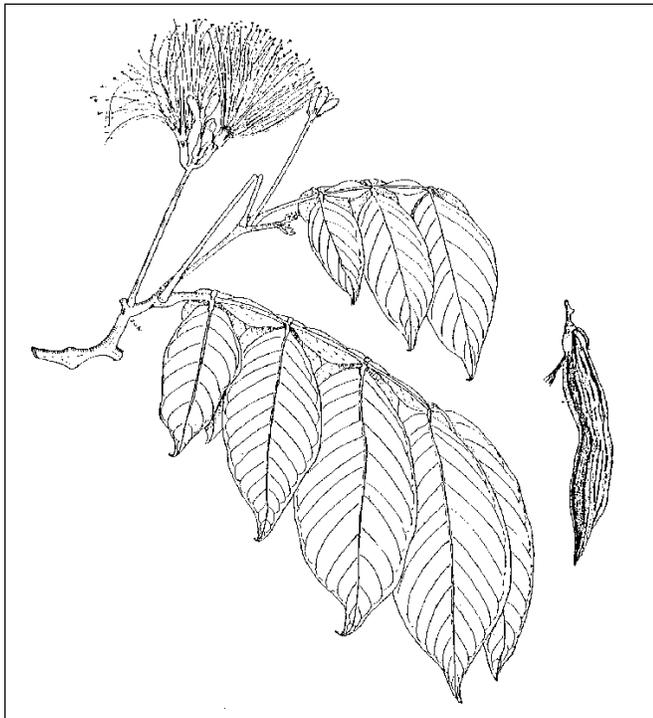


Figura 2.—Hojas, flores y fruto del guaba, *Inga vera* (16).

²Francis, John. 1989. [Comunicación Personal]. Ubicada en: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, Puerto Rico 00928-5000.

3.8 cm por mes en claros (18). Registros sobre plántulas forestales naturales y transplantadas muestran que el crecimiento de las plántulas de guaba procede a una tasa baja hasta que aparece un claro en el dosel (18).

Reproducción Vegetativa.—El guaba rebrota vigorosamente al ser podado (15, 20) y se propaga fácilmente a través de estacas (2).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El guaba es un árbol de crecimiento relativamente rápido, con un crecimiento anual en diámetro de hasta 2.5 cm, y es capaz de proveer sombra en cafetales en un espacio de 3 años (14). Las tasas anuales de crecimiento en diámetro para árboles de guaba en bosques montano bajos muy húmedos en Puerto Rico son de hasta 1.35 cm con un crecimiento promedio de 0.33 cm anuales.³ Las plántulas de guaba promediaron 1.5 m de altura a los 5 meses en pruebas de crecimiento y rendimiento llevadas a cabo en un bosque subtropical seco en Costa Rica, pero las pruebas fueron interrumpidas debido a la alta mortalidad (3).

Comportamiento Radical.—Se sabe muy poco acerca del comportamiento radical del guaba. La información recopilada de cafetaleros sugiere que las raíces tienden a ser superficiales y muy divididas (12). Al igual que otras Mimosoideae, el guaba fija nitrógeno de manera simbiótica a través de bacterias del género *Rhizobium* (19). Produce grandes nódulos de ectomicorrizas. Al ser cortados, estos nódulos muestran un vivo color rojo, lo que sugiere una fijación activa de nitrógeno (6).

Reacción a la Competencia.—En hábitats forestales naturales, el guaba es una especie sucesional (11, 29). Las especies sucesionales se caracterizan por una vida corta, un crecimiento rápido, una buena dispersión de las semillas e intolerancia a la sombra.

Agentes Dañinos.—Los árboles viejos de guaba son muy susceptibles al ataque por *Myrmelachista ramulorum* Wheeler (15, 17, 30), una hormiga que hace túneles a través de las ramas, ramitas y los troncos de los árboles. El daño se ve exacerbado por el hecho de que la hormiga protege a insectos que producen sustancias melosas y que se alimentan del árbol (16). Entre otros insectos que afectan las especies de *Inga* se encuentran *Tetralopa scabridella* Ragonot, el cual causa una defoliación severa, y *Xyleborus affinis* Eichhoff, un escarabajo muy común que ataca tanto árboles saludables como enfermos (17). *Platypus ratzenburgi* Chapuis, un escarabajo que taladra la madera, se ha reportado también como causa de daño severo a los árboles de guaba (9).

Una enfermedad radical, causada probablemente por un hongo o una bacteria, produce una pérdida de savia en el tallo, necrosis y la muerte eventual del árbol (4, 15).

USOS

El uso primario del guaba es como sombra en cafetales (2, 5, 8, 12, 14, 15, 17, 20, 21). Su madera es moderadamente

³ Servicio Forestal de los Estados Unidos. Información inédita sobre crecimiento en el Bosque de Palma y Tabonuco. Ubicada en: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, Puerto Rico 00928-5000.

pesada, con un peso específico que fluctúa entre 0.57 y 0.75 g/cm³ (2, 8, 12, 14, 20). La albura es blanquecina y el duramen de color pardo pálido (8, 12). Produce una leña excelente (2, 5, 12, 14, 20, 21) y se usa también para carbón (12) y para postes (2, 12).

La madera se usa también para muebles, cajas, construcción liviana y carpintería en general (12, 20). Sin embargo, la madera se pudre fácilmente en el suelo y es susceptible a las termitas de la madera seca (12, 20). La pulpa de las frutas es dulce y comestible (5, 12, 14, 20, 21), y se sabe que las flores atraen a las abejas (2, 13, 14, 20).

GENETICA

El género *Inga* contiene de 150 a 300 especies, variando entre arbustos (de 3 a 4 m de alto) y árboles siempreverdes de tamaño mediano (de 25 m de altura) (1). *Inga vera* se confunde con frecuencia con las muy similares *I. eriocarpa* e *I. spuria*. A pesar de que el guaba ha sido clasificado tan solo como una subespecie (12), se acepta con mayor frecuencia como una especie diferente.⁴

LITERATURA CITADA

- Allen, O.N.; Allen, E.K. 1981. The Leguminosae; a source book of characteristics, uses, and nodulation. Madison, WS: The University of Wisconsin Press. 812 p.
- Brewbaker, J.L.; Halliday, Jake; Lyman, Judy. 1983. Nitrogen fixing tree research reports. Honolulu, HI: Nitrogen Fixing Tree Association (NFTA) 1(1): 38.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Turrialba, Costa Rica. Informe Tecnico. 79(2): 223-224.
- Cook, M.T. 1939. Enfermedades de las plantas económicas de las Antillas. Monografía de la Universidad de Puerto Rico, Ciencias Físicas y Biológicas. Serie B (4): 449.
- Crane, Eva; Walker, Penelope; Day, Rosemary. 1984. Directory of important world honey sources. London: International Bee Research Association. 177 p.
- Edmisten, J. 1970. Survey of mycorrhiza and nodules in the El Verde Forest. En: Odum, H.T.; Pigeon R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: 15-20. Capítulo F-2.
- Ewel, J.J.; Whitmore, J.L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
- Fors, A.J. 1965. Maderas cubanas. La Habana, Cuba: Instituto Nacional de la Reforma Agraria. 65 p.
- Gallardo-Covas, F. 1987. *Platypus ratzeburgi* Chapuis (Coleoptera: Platypodidae): a new pest attacking coffee. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 71(3): 335-336.
- Janzen, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. Evolution. 21: 620-637.
- La Caro, F.; Rudd, Robert L. 1985. Leaf litter disappearance rates in Puerto Rican montane rain forest. Biotropica. 17(4): 269-276.
- Leon, J. 1966. Central American and West Indian species of *Inga* (Leguminosae). Annals of the Missouri Botanical Garden. 53(3): 265-359.
- Little, E.L., Jr. [s.f.] Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Morgantown, WV: CommuniTech Associates. 354 p.
- Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.L. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
- Marrero, J. 1954. Especies del género *Inga* usadas como sombra de café en Puerto Rico. Caribbean Forester. 15-16 (1-2): 54-70.
- Martorell, L.F. 1945. A survey of the forest insects of Puerto Rico. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 29(3): 217-226.
- Martorell, L.F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Department of Entomology. 303 p.
- Muñiz-Meléndez, E. 1978. Demographic analysis of the life history of *Inga vera* subs. *vera*. Knoxville, TN: University of Tennessee. 48 p. Tesis de M.S.
- National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington, DC. 9 p.
- National Academy of Sciences. 1980. Firewood crops, shrub and tree species for energy production. Washington, DC. 237 p.
- Olson, K.P.; Rudolph, Victor J.; James, Lee M.; [y otros]. 1984. A national forest management plan for the Dominican Republic. Ann Arbor, MI: Michigan State University, Natural Resource Management (NARMA) Project. 154 p.
- Pinto, A.E. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, H.T.; Pigeon R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: 237-269. Capítulo D-4.
- Pittier, H. 1929. The middle American species of the genus *Inga*. The Journal of the Department of Agriculture of Puerto Rico. 13(4): 117-173.
- Rodríguez-Vidal, J.A. 1959. Puerto Rican parrot study. San Juan, PR: Puerto Rico Department of Agriculture and Commerce. 15 p.
- Smith, R.F. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican forest before and after short-term gamma irradiation. En: Odum, H.T.; Pigeon R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: 103-140. Capítulo D-3.

⁴Liogier, H.A. [Comunicación Personal]. Ubicada en: Jardín Botánico, Estación Experimental, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico 00928-5000.

26. Sylvain, P.G. 1930. Etude sur les principaux arbres et arbustes d'Haiti propres a l'ornementation. Bull. 21. Port-Au-Prince, Haiti: Service Technique du Département de l'Agriculture et de l'Enseignement Professionel, Haiti. 57 p.
27. Walter, H.; Harnickell, E.; Mueller, Dombois D. 1975. Climate-diagram maps of the continents and the ecological climatic regions of the Earth. New York: Springer-Verlag. Map 1. 36 p.
28. Weaver, P.L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
29. Weaver, P.L.; Birdsey, R.A. 1986. Tree succession and management opportunities in coffee shade stands. Turrialba. 36(1): 47-58.
30. Wolcott, G.N. 1955. Entomología económica puertorriqueña. Estación Experimental Agrícola. Bol. 125. Río Piedras, PR: Universidad de Puerto Rico. 208 p.

Juglans jamaicensis C. DC. Nogal

Juglandaceae Familia del nogal

John K. Francis y Salvador Alemañy-Merly

Juglans jamaicensis D.DC., conocido como nogal en español y como West Indian walnut en inglés, es un árbol raro de los bosques húmedos montanos de Cuba, la islas de Española y Puerto Rico. Este árbol de tamaño mediano (fig. 1) produce unas flores pequeñas y verdes, una nuez comestible y una madera muy atractiva similar a la del nogal negro (*J. nigra* L.) de la América del Norte.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El nogal es nativo a las áreas elevadas (fig. 2) de Cuba, la islas de Española y Puerto Rico (9). Debido a la deforestación que acompañaba a la colonización de estas regiones, la especie ha desaparecido de la mayoría de su hábitat original. En 1928, el nogal se reportó en tres bosques en Puerto Rico (2), pero para el año de 1974 se temía que la especie se hubiera extinguido en Puerto Rico (9). Se descubrió un rodal residual con un total de solamente 14 árboles (observación personal de los autores). La especie es también rara tanto en Cuba como la islas de Española, en donde se ve restringida a unos pocos sitios (3). Al presente existen programas de propagación en marcha en Puerto Rico y Cuba. El nombre científico sugiere que el nogal es nativo a Jamaica, pero se le ha reportado en dicha isla solamente una vez, quizás de manera errónea (1, 12). Si esa única observación fue reportada con exactitud, significa que el nogal se encuentra ahora extinto en la isla (10).



Figura 1.—Un nogal, *Juglans jamaicensis*, creciendo en Puerto Rico.

Clima

El área de distribución del nogal en Cuba recibe de 1500 a 2000 mm de precipitación anual y tiene una temperatura anual promedio de 22 a 24 °C, con unas temperaturas posiblemente más frescas en algunos de los sitios a mayores elevaciones (3). El sitio con nogal en Puerto Rico tiene una precipitación anual que alcanza alrededor de 2000 mm y una temperatura anual promedio de alrededor de 22 °C (5). Los sitios en la islas de Española visitados por los autores se encuentran a unas mayores elevaciones y son por lo tanto probablemente más frescos que los sitios tanto en Cuba como en Puerto Rico.

Suelos y Topografía

Se reporta que el nogal favorece los suelos arcillosos bien drenados, pero crecerá en suelos con una variedad de texturas a la vez que en suelos con unos valores de pH que van de ácidos a ligeramente alcalinos (3). En Cuba y en la islas de Española, el nogal se encuentra con mayor frecuencia en los bancos y en las planicies inundables de los ríos y arroyos (7) (observación personal de los autores). El único sitio en Puerto Rico en donde todavía crece el nogal se encuentra a media cuesta a una elevación de alrededor de 975 m. El nogal crece desde unas elevaciones de entre 200 y 300 m hasta una elevación de más de 900 m en Cuba (3). El nogal se puede encontrar hasta los 1,100 m de altitud en la islas de Española (observación personal de los autores).

Cobertura Forestal Asociada

Se desconoce cuales fueron los socios originales del nogal en los bosques primarios. Las especies forestales secundarias observadas creciendo en asociación con el nogal en un área cerca de Jarabacoa en la República Dominicana, en la isla de Española, incluyeron a: *Alchornea latifolia* Sw., *Cecropia*

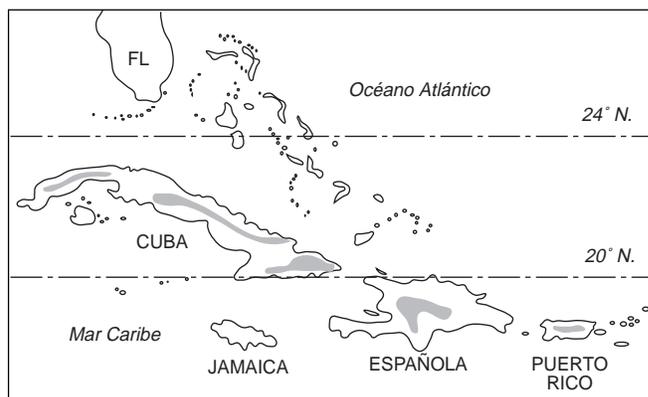


Figura 2.—La distribución natural histórica del nogal, *Juglans jamaicensis*, en las Antillas Mayores, indicada por el área sombreada.

schreberiana Miq., *Cedrela odorata* L., *Citrus aurantium* L., *C. sinensis* Osbeck, *Coffea arabica* L., *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Inga laurina* (Sw.) Willd., *I. vera* Willd., *Pinus occidentalis* Sw., *Solanum rugosum* Dunal y *Syzygium jambos* (L.) Alston. El único rodal que queda en Puerto Rico fue previamente un cafetal con por lo menos algunas especies de árboles nativos conservados para sombra. Entre los presentes socios importantes se encuentran *Cecropia schreberiana*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Dendropanax arboreus*, *I. vera*, *Ocotea* sp. y *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire & Al. (observación personal de los autores).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores de nogal son pequeñas (de alrededor de 6 mm de largo) y verdes. Las agrupaciones de flores masculinas y femeninas (amentos) aparecen en el mismo árbol (monoico) (9). Las agrupaciones de flores masculinas, que aparecen en las ramitas del año anterior, tienen de 10 a 13 cm de largo. Las agrupaciones de flores femeninas, de 3 a 5 cm de largo, crecen en la base de las ramitas nuevas (9). Se reporta que la especie florece en febrero y marzo (3) o abril (7). Se observaron flores y frutas verdes pequeñas en un árbol en la República Dominicana durante el mes de marzo (observación personal de los autores). En Cuba (7), las frutas se maduran en junio, alrededor de 3 meses después de la florecencia. Las nueces se maduran y caen durante el principio del verano en Puerto Rico y se pueden recolectar a través de los meses de la estación del verano.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Los árboles de nogal parecen producir de varias hasta 100 o más semillas de tamaño moderadamente grandes durante un año (observación personal de los autores). Tres muestras tomadas en Cuba promediaron 130 semillas por kilogramo (11), 181 semillas por kilogramo¹ y 150 semillas por kilogramo (7). Una muestra de la Española promedió 111 semillas por kilogramo (observación personal de los autores). Las semillas recolectadas en Puerto Rico promediaron 115 semillas por kilogramo (observación personal de los autores).

Las semillas se pueden recolectar directamente debajo de los árboles entre 2 y 3 meses después de la caída de las frutas, lo que permite suficiente tiempo para que se pudra la cáscara. La fruta madura o recién caída se puede recolectar y ya sea macerar para remover la cáscara o colocar en capas para promover su remoción natural por la pudrición. Las semillas de nogal son diseminadas más que nada por los agentes humanos, aunque la fuerza de gravedad y las aguas contribuyen también al proceso. No se conoce ningún otro diseminador animal.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación del nogal es hipogea (7). Las semillas frescas probablemente requieren de una maduración posterior por un período de 3 meses o más antes de germinar. Una muestra de semillas que habían

estado sobre la superficie del bosque por un período desconocido de tiempo comenzó a germinar 41 días después de la siembra (observación personal de los autores); se obtuvo una germinación del 40 por ciento. El 51 por ciento de una muestra procedente de Cuba germinó dentro de un período de 90 días después de la siembra (7).

Después de la germinación el desarrollo de las plántulas es rápido. Sesenta plántulas cultivadas por los autores bajo sombra alcanzaron una altura de 25 cm en un período de 6 a 7 semanas. Las plántulas en Cuba alcanzaron unas alturas de 40 cm en 3 meses, 80 cm en 6 meses, 1 m en 1 año y 1.5 m en 2 años (7). Una plántula abonada en un área en Puerto Rico recibiendo una precipitación anual de 1900 mm añadió 2 m a su altura durante su primer año en el campo. Una plantación sin abonar de nueve árboles en un área con una precipitación similar creció 0.6 m en 14 meses sin mortalidad alguna (observación personal de los autores). Han fracasado por lo menos dos plantaciones en Puerto Rico, aparentemente porque la plántulas fueron sembradas en sitios con una precipitación excesiva (de 2500 a 3000 mm de precipitación anual promedio) (observación personal de los autores).

Las plántulas de nogal son comunes bajo los árboles productores de semillas en Cuba (3). Las plántulas son también comunes en la Española, pero debido a la eliminación de la maleza en los pastizales en tierras bajas y en los cafetales en donde crece el nogal, los brinzales pequeños rara vez avanzan a la etapa de poste y de tamaño aserrable. En el rodal puertorriqueño no se observaron ni plántulas ni brinzales, y solamente se encontró un árbol en etapa de poste (observación personal de los autores).

Reproducción Vegetativa.—Los árboles de nogal jóvenes rebrotan en abundancia (3). No se han sometido a pruebas de injerto o de arraigamiento de las estacas. Sin embargo, es probable que el nogal se pueda injertar de la misma manera que *J. nigra* (13).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El nogal es un árbol de tamaño mediano que ocasionalmente alcanza un gran tamaño. En Cuba, los árboles han alcanzado unas alturas de 30 m y un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de 60 cm (3). Trece árboles de nogal encontrados por los autores cerca de Jarabacoa, en la República Dominicana, tuvieron unos d.a.p. de entre 10 y 64 cm, con un d.a.p. promedio de 43 cm. Las alturas promediaron 17 m, con extremos de 6 y 36 m. Los 14 árboles de nogal conocidos en Puerto Rico variaron entre 8 y 83 cm en d.a.p., con un promedio de 32 cm. La altura varió entre 7 y 22 m, con un promedio de 15 m (observación personal de los autores). Se desconocen las edades de todos los árboles descritos previamente.

Comportamiento Radical.—Las plántulas desarrollan una raíz pivotante relativamente superficial, y muchas raíces laterales fibrosas. Un examen de las raíces del nogal en Cuba mostró una infección con hongos ectomicorrizos (6). Los árboles viejos observados por los autores poseen raíces laterales robustas, parcialmente expuestas cerca del tronco cuando crecen en un suelo arcilloso. Los contrafuertes son pequeños.

Reacción a la Competencia.—El nogal es intolerante a la sombra. Las plántulas sobreviven por solamente 1 año en el sotobosque sombreado en ausencia de la liberación. Los árboles adultos prosperan bien en posiciones de copa

¹Wadsworth, Frank H. 1945. Memorandum 738 fechado 08/07/45. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

dominantes o codominantes y sobreviven por muchos años en posiciones de copa intermedias. Sin embargo, no parecen ser capaces de sobrevivir por períodos extensos en posiciones suprimidas. Se recomiendan unos espaciamientos moderadamente amplios de 3 por 3 m y 4 por 4 m y un desyerbado meticuloso alrededor de la plántulas hasta que alcancen aproximadamente 2 m de altura. Betancourt (3) recomienda un plantado de enriquecimiento en claros artificiales de 7 a 8 m de diámetro o en hileras taladas, con un ancho entre un tercio y la mitad de la altura del bosque en el sitio.

Agentes Dañinos.—No se han observado amenazas serias para la especie. Sin embargo, las hojas del nogal se ven sujetas al ataque por los saltamontes, las larvas que doblan las hojas y los minadores serpentinos de las hojas. Los brinzales en una plantación pequeña en el centro de Puerto Rico sufrieron una defoliación parcial por un gorgojo (*Curculionidae*) (observación personal de los autores). Unas pocas de las nueces recolectadas por los autores en la República Dominicana tuvieron unos agujeros a través de su cáscara, taladrados por un insecto no identificado. Una antracnosis foliar ocasionó la muerte de varias plántulas y la defoliación parcial de otras en un vivero sombreado en Puerto Rico (observación personal de los autores). Este problema ocurrió solamente durante períodos de humedad excesiva dentro del vivero sombreado, mientras que no se observó cuando las plántulas se vieron expuestas al sol pleno.

USOS

La madera del nogal es casi idéntica a la de *J. nigra*, una de las maderas para muebles y artesanías más finas y caras en el mundo. Dos árboles muestreados con taladro por los autores en Puerto Rico tuvieron un duramen de un color marrón gris oscuro, con unas densidades de 0.60 y 0.69 g por cm³. Se reportan unas densidades de entre 0.4 y 0.8 g por cm³ (dependiendo de la edad) para la madera de árboles de nogal en Cuba (7). El duramen de los árboles cubanos se describe como de color castaño o marrón, con vetas violáceas;

la albura es de un color casi blanco. Debido a su rareza, no se han aserrado maderos de nogal en años recientes. Sin embargo, las plantaciones futuras podrían proveer de una madera de calidad excepcional para artesanías y la manufactura de muebles finos.

El nogal produce una nuez similar en calidad a la de *J. nigra*. La popularidad del nogal se ve limitada por su rareza. Muy pocas personas en Puerto Rico y la República Dominicana han incluso oído de este árbol, y más pocas aun han comido su nuez. Una vez se vea satisfecha la necesidad de plántulas para la restauración de hábitats y para las pruebas forestales, deberían hacerse disponibles para los plantíos rurales en las áreas con un clima favorable.

GENETICA

El nogal pertenece a la sección botánica de los nogales, *Rhysocaryon*, tipificada por *J. nigra* L. Los sinónimos para *J. jamaicensis* son *J. cinerea* Bello, *J. domingensis* Dode, *J. fraxinifolia* Descourtilz, *J. insularis* Griseb. y *J. portoricensis* Dode (10). Los especímenes en los herbarios de procedencias cubanas y de la Española son similares; las nueces en las muestras de Puerto Rico son un tanto diferentes en color y en el patrón de los surcos de aquellas nueces de las otras dos procedencias (10). Se observó una diferencia entre las hojas de las plántulas producidas por fuentes de Puerto Rico y la Española (fig. 3). En la fuente puertorriqueña, las primeras hojas compuestas de la plántulas mostraron la forma general adulta, mientras que en la fuente de la Española persistió una forma intermedia con una hojuela terminal de gran tamaño en las primeras dos o tres hojas compuestas (observación personal de los autores). El género *Juglans* ha estado presente en Puerto Rico por un gran período de tiempo. Se ha encontrado material fósil atribuido a *J. archeoantillana*, incluyendo nueces bien definidas, entre el detrito lignítico (probablemente del post-Plioceno) en un valle ribereño en el norte de Puerto Rico (4, 8). El pariente más cercano del nogal es *J. venezuelensis* Manning del norte de la América del Sur (10).

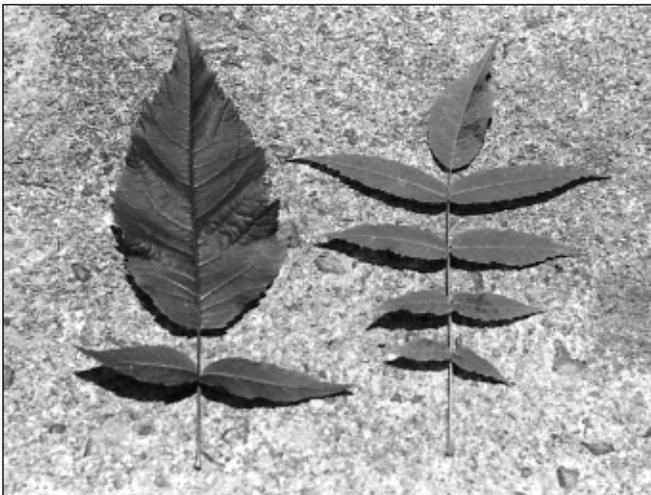


Figura 3.—Comparación de las segundas hojas compuestas formadas en las plántulas de nogal, *Juglans jamaicensis*, de una fuente de la Española (a la izquierda) y una fuente puertorriqueña (a la derecha).

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Bates, Charles Z. 1929. Efectos del huracán del 13 de septiembre de 1928 en distintos árboles. Revista de Agricultura de Puerto Rico. Septiembre: 113-117.
3. Betancourt Barroso, A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 427 p.
4. Britton, N.L. 1926. Further botanical investigation in Puerto Rico. New York Botanical Garden Journal. 27(317): 97-102.
5. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and U.S. Virgin Islands. Climatography of the United States 60-52. Silver Springs, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Service Administration, Environmental Data Service. 29 p.

6. Ferrer, Robert L.; Herrera, Ricardo A. 1988. Micotrofia en Sierra del Rosario. En: Herrera, Ricardo A.; Menendez Leda; Rodriguez, Marla A.; Garcia, Elisa E., eds. Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Proyecto MAB 1, 1974-1987. Habana, Cuba: Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Ecología y Sistemática: 473-484.
7. Fors y Rayes, Alberto. 1947. Manual de silvicultura. Habana, Cuba: Ministerio de Agricultura. 323 p.
8. Hollick, Arthur. 1928. Paleobotany of Puerto Rico. New York Academy of Sciences Scientific Survey of Puerto Rico. 7(3): 177-180.
9. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O.; Wadsworth, Frank H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington DC: U.S. Department of Agriculture. 1024 p. Vol. 2.
10. Manning, Wayne E. 1960. The genus *Juglans* in South America and the West Indies. Brittonia. 12(1): 1-26.
11. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10: 11-30.
12. Urban, Igantius. [s.f.]. Symbolae Antillanae. Leipzig, Germany: Fratres Borntraeger. 771 p. Vol. 4.
13. Williams, Robert D. 1990. *Juglans nigra* L. Black walnut. En: Burns, Russel M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture: 391-399. Vol. 2.

Khaya nyasica Stapf. ex Baker f.

Caoba africana del este

Meliaceae

Familia de la caoba

John K. Francis y Albert Bokkestijn

Khaya nyasica Stapf. ex Baker f., conocida como caoba africana del este o East African mahogany (en inglés), es un árbol de tamaño de mediano a grande (6, 9, 17), con ramas que se desarrollan en capas en un tronco monopodial (13, fig. 1). La madera, de un color rojo después del secado, se utiliza para muebles, ebanistería y otros usos (9). La especie se planta también como un árbol de sombra (9).

HABITAT

Area de Distribución Natural e Introducida

La caoba africana del este es indígena a los bosques altos siempreverdes y los bosques ecotonos ribereños de Zimbabwe, Mozambique, Zambia, Malawi, Tanzania y anteriormente Zaire el Congo (4, 5, 7, 14, fig. 2). La especie se encuentra



Figura 1.—Árboles de caoba africana del este, *Khaya nyasica*, de 26 años de edad creciendo en Puerto Rico.

también a menudo en bosques ribereños (8). La caoba africana del este se ha cultivado con éxito en Puerto Rico (9), Cuba (2) y Sudáfrica (5), fuera de su área de distribución natural.

Clima

La caoba africana del este ocurre en la zona de precipitación veranera tropical (21), la cual tiene unas temporadas de lluvia intensas bien definidas durante el verano y una sequía severa durante el invierno, de temperaturas más frías. A medida que la distancia a la línea ecuatorial aumenta, la temporada seca se vuelve más larga y la precipitación disminuye. La precipitación anual varía entre 600 y 1600 mm (13).

Suelos y Topografía

La caoba africana del este crece mejor en los suelos aluviales profundos, húmedos y bien drenados (6). Los suelos del hábitat ribereño son muy variables en cuanto a su textura (8), saturación básica y otras propiedades. La caoba africana del este prefiere los bancos estables de ríos con una pendiente leve en los bosques ribereños (14) y también crece en las pendientes coluviales adyacentes en los márgenes de las planicies inundables (8).

Cobertura Forestal Asociada

En los bosques ribereños de Zambia, la caoba africana del este comparte la posición dominante en el dosel con *Diospyros mespiliformis*, *Parinari excelsa* y *Syzygium cordatum* (8). En

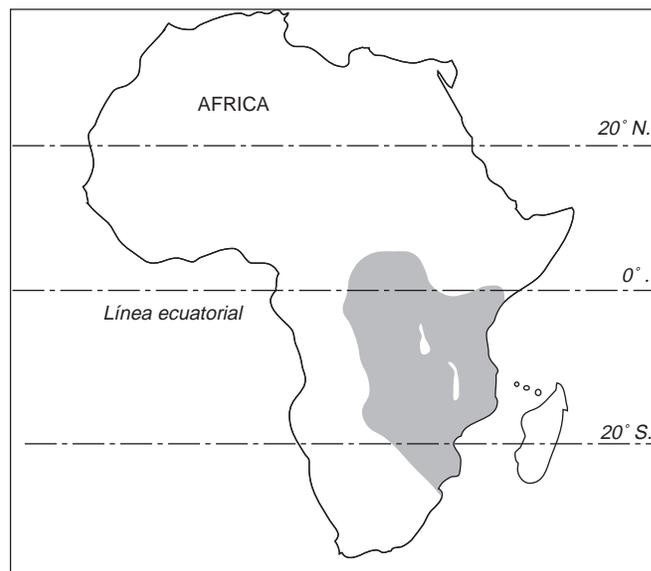


Figura 2.—Distribución de la caoba africana del este, *Khaya nyasica*, en África.

el Congo, la especie crece bien en los bosques de galería bien desarrollados junto con *Chrysophyllum* sp., *Albizia* sp., *Parkia* sp., *Syzygium cordatum* y *Phoenix reclinata* (14). Los bosques ribereños de Malawi sostienen a *Parkia filicoidea*, *Syzygium cordatum* y *Adina microcephala* a la vez que a la caoba africana del este (12).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores de la caoba africana del este son pequeñas, blancas y con una fragancia dulce (7, 15). Un racimo o panícula con muchas flores se desarrolla al final de la temporada seca o al principio de la temporada lluviosa, más que nada durante el mes de noviembre. La fruta formada a partir de las flores del año anterior se madura durante la primavera o al inicio del verano. La fruta consiste de una cápsula globosa de cuatro compartimientos de hasta 8 cm de diámetro. Cada fruta contiene varias semillas aplastadas, en forma de obleas y de un color marrón rojizo.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas aladas son acarreadas por el viento con un movimiento en espiral a distancias cortas del árbol materno. Las muestras recolectadas en Puerto Rico rindieron 3,086 semillas secadas al aire por kilogramo, un promedio de 26 semillas por cápsula. Las semillas producidas por los árboles locales han sido la base para plantaciones limitadas en Puerto Rico y Cuba. La reproducción natural existe en dos localidades. En su área de distribución natural, la caoba africana del este produce semillas de manera irregular (6).

Desarrollo de las Plántulas.—Las plántulas se pueden obtener a partir de las semillas, y la germinación por lo normal toma alrededor de 3 semanas (15). Las semillas deberán ser sembradas cuando frescas, ya que la capacidad de las semillas de *Khaya* para germinar se pierde con bastante rapidez (1). En el Transval septentrional de Sudáfrica, los mejores resultados se obtuvieron cuando las semillas se sembraron durante la primavera o al inicio del verano en semilleros de corteza de pino semi-descompuesta, mezclada con composta y ligeramente sombreados. Las plántulas necesitan de una sombra leve y de un medio para la siembra permanentemente húmedo. Las plántulas fueron transplantadas a bolsas de vivero grandes de polietileno cuando tuvieron 5 cm de alto y se transplantaron al campo a una edad de 1 año. Se ha llevado a cabo también la siembra directa de las semillas en bolsas plásticas con una mezcla de composta, corteza de pino y suelo arenoso, pero con un resultado de una germinación más baja. Cuando se cultivan en contenedores pequeños, las plántulas se transplantan al campo cuando alcanzan 30 cm y tienen hojas compuestas completamente desarrolladas (6). El plantado deberá comenzar con la segunda lluvia copiosa de la temporada lluviosa y puede tener lugar de octubre a abril en el Transvaal, pero es preferible efectuarlo al comienzo del verano.

Bajo condiciones normales se pueden obtener alrededor de 1,000 plantas a partir de un kilogramo de semillas. Algunas de las plántulas formarán un tallo torcido durante la germinación. Estas plántulas se descartan por lo normal. La caoba africana del este se ha plantado en Sudáfrica con unos espaciamientos de 5 por 5 m (6). Una plantación pequeña (de 49 árboles) en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico se

espació a 2.4 por 2.4 m. A los 24 años de edad la supervivencia era todavía del 100 por ciento, pero era necesario el entresacado de los árboles.

Reproducción Vegetativa.—La caoba africana del este rebrotará al ser cortada (5) si no es muy vieja.

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El modelo de crecimiento árboles de Rauh describe el comportamiento de esta caoba africana. El modelo describe un tronco monopodial que crece de manera rítmica, desarrollando capas de ramas (11). El tronco monopodial se puede extender hasta unas alturas de 10 m o más. El tallo es recto y cilíndrico, con un contrafuerte pequeño y la copa es redondeada y muy ramificada (6).

El árbol de caoba africana del este más grande que ha sido reportado tuvo 61 m de alto y un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de 5 m (15). Sin embargo, el árbol de caoba africana del este típico tiene alrededor de 18 m de alto (7) o, de acuerdo a otra fuente (6), 30 m de alto con un fuste claro de 15 a 20 m y un d.a.p. de 1.0 a 1.5 m. Esto probablemente refleja las diferencias en las condiciones del sitio a través de la distribución de la especie.

Cinco árboles muestreados en Sudáfrica a una elevación de 1,000 m, con una precipitación anual promedio de 1250 mm en un franco arcilloso profundo, tuvieron una altura promedio de 20 m y un d.a.p. de 54.5 cm a los 27 años. En un sitio similar cercano, los árboles en una parcela de 16 años de edad tuvieron unas alturas totales de 13.7 a 15.2 m, unos d.a.p. de 29 cm y una buena forma (16). En el este de Zimbabue, una plantación de 4 años de edad tuvo unas alturas de entre 4.1 y 4.8 m, con unos d.a.p. de 4.8 a 6.6 cm (16). Una parcela de 50 años de edad, la cual nunca había sido entresacada, tuvo 1,136 tallos por hectárea, un área basal de 43 m² por ha, una altura promedio de 31 m y un d.a.p. de 22 cm. El incremento anual promedio en volumen en los 50 años fue de 13.6 m³ por ha. Veinte años después, el área basal había aumentado a 59 m² por ha, pero muchos de los árboles habían comenzado a morir. En Sudáfrica, las rotaciones se proyectan para 30 ó 40 años (5).

En ocho parcelas para pruebas de adaptabilidad en Puerto Rico, después de un crecimiento en altura promedio durante el primer año de solamente 0.4 m, el incremento en altura subió hasta un poco menos de un metro por año por los siguientes 4 ó 5 años. Entre los 25 y 26 años, las alturas promedio para las parcelas fueron de entre 8 y 17 m y los d.a.p. de entre 15 y 36 cm (fig.1). El árbol de caoba africana del este de mayor tamaño en Puerto Rico, ubicado en el predio de la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras, tiene 55 años de edad y mide 32 m de alto, con un d.a.p. de 107 cm.

Comportamiento Radical.—Se sabe muy poco sobre el comportamiento de las raíces de la caoba africana del este.

Reacción a la Competencia.—En la etapa de plántula y de brinzal, la caoba africana del este es susceptible a la competencia con las gramíneas, las malas hierbas y la maleza. Para el establecimiento exitoso de la especie se necesita de una limpieza y del labrado con azada periódicos después del plantado (6). La especie se clasifica como moderadamente tolerante a la sombra cuando joven y moderadamente intolerante en su madurez. Una plantación pequeña (de 49 árboles) sin entresacar y de 26 años de edad en Puerto Rico no se ha estancado, a pesar de un aprovisionamiento excesivo,

pero ha mostrado lentitud en el desarrollo de varias clases de copa. Los árboles de mayor tamaño en los bordes indican los beneficios potenciales que se podrían haber obtenido con un entresacado en una etapa temprana. La poda selectiva se efectúa en Sudáfrica una vez que los brinzales se encuentran fuera del alcance de los animales de pasto (6). La poda se concentra en las bifurcaciones del tronco y en los líderes dobles, con el objeto de mejorar la forma.

La estrategia para la supervivencia de esta especie parece ser la de un crecimiento constante y sostenido, y una larga vida que resulta eventualmente en su dominancia en el dosel del bosque, ya que la caoba africana del este sólo puede producir semillas en buena cantidad en una posición dominante. De las muchas semillas producidas, unas pocas germinan y sobreviven en posiciones favorables con luz solar filtrada y una competencia relativamente baja. El reclutamiento de nuevos árboles de caoba africana del este en el estrato superior necesita de claros formados en el dosel debido a la muerte o la destrucción de individuos o grupos de árboles dominantes. El resultado es que la caoba africana del este ocurre típicamente en el bosque primario como grandes árboles dominantes, comunes pero dispersos (10).

Si la regeneración avanzada existe en la superficie del terreno, la tala en varias etapas resultaría probablemente en un nuevo rodal con un componente de caoba africana del este. Si no existe regeneración bajo el rodal, una cosecha de cortas sucesivas sería el método a recomendar. Sin embargo, el plantado es una manera más rápida y efectiva para asegurar la regeneración de la especie.

Agentes Dañinos.—La caoba africana del este es muy sensible al daño por las heladas y los incendios (7). Los animales de pasto pueden destruir las plantaciones o frenar su desarrollo o reproducción; los roedores pueden causar un daño considerable a las plántulas si no son controlados (6). Todas las especies africanas de caoba son atacadas por el barrenador de los vástagos de la caoba, *Hypsipyla robusta* (9), el cual causa la bifurcación de los troncos y un crecimiento lento, pero son aparentemente resistentes al barrenador de la caoba, *H. grandella*, del Nuevo Mundo (3). La caoba africana del este ha sido atacada por el barrenador de los vástagos y las ramitas, *Mussidia nigridenella*, en plantaciones en Sudáfrica (6). Las agallas de la corteza y la gomosis que aparecen con frecuencia en la caoba africana del este plantada en Cuba han sido asociadas con la bacterias *Xanthomonas* spp., *Corynebacterium* sp. y el hongo *Tubercularia* sp. (2). Se ha reportado que la albura de la caoba africana del este puede ser atacada por los insectos barrenadores y que las termitas pueden consumir incluso el duramen si éste se encuentra expuesto (10). Sin embargo, otra fuente describe la especie como “no tocada por los barrenadores y las termitas” (7). La albura es susceptible al ataque por los escarabajos de polvo de salvadera (“powderpost beetle”), *Lyctus* spp. (3). La madera de la caoba africana del este resiste bien los elementos arriba de la superficie del terreno, pero no es resistente a la pudrición cuando se encuentra en contacto con el suelo (7).

USOS

La madera de la caoba africana del este es de un color rojo rosáceo recién cortada, pero con la exposición se vuelve rojo oscuro (15). Los sitios más secos producen una madera

de un color más claro (4, 18). La madera se seca con facilidad y se seca al aire a un peso de 500 a 650 kg por m³, dependiendo de la procedencia de la madera (15, 18). El encogimiento al ir de madera verde a secada al aire es de 1.6 por ciento radial y 3.6 por ciento tangencial (18). La madera se aserra y se trabaja a máquina con facilidad si se cuenta con buen equipo (3). Existe una tendencia a una textura lanuda cuando se encuentran fibras transversales durante el cepillado y el trabajo a máquina (15). La albura es moderadamente resistente y el duramen extremadamente resistente a la impregnación (20). La caoba africana del este es una madera muy popular para la manufactura de muebles y la ebanistería y se le usa también para molduras, entrepaños y la chapa decorativa (7). Grandes cantidades de madera han sido exportadas, especialmente hacia Europa. Los maderos grandes de esta especie son usados por los indígenas de África del este para la manufactura de canoas (15). La caoba africana del este se usa también como un árbol de sombra y como combustible. Las infusiones de la corteza contienen una sustancia agria que es bebida por los indígenas para el tratamiento de resfriados, y un aceite obtenido de las semillas se frota en el cabello para la eliminación de ectoparásitos (7).

GENETICA

La caoba africana del este está estrechamente relacionada a *Khaya grandifoliola*, la cual comparte gran parte de su distribución en el este de África. Otra especie, *K. grandiflora*, se distingue por sus flores de 5 partes y unas cápsulas de mayor tamaño con unos compartimientos mucho más gruesos (22). Se sabe que la caoba africana del este es polinizada por los insectos (17). Se asume que existe una considerable variación genética a través de la extensa distribución geográfica de *K. nyasica*. Se ha comenzado un programa de reproducción en Malawi (19).

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1959. *Khaya senegalensis* Juss., *Khaya grandiflora* C. DC: Caracteres sylvicoles et plantations. Bois et Forêts des Tropiques. 68: 15-20.
2. Boado, I.; Leontovye, R. 1981. Identificación de microorganismos que producen las agallas y la gomosis en *Khaya nyasica*. Revista Forestal Baracoa. 11(2): 35-46.
3. Bolza, E.; Keating, W.G. 1972. African timber: the properties, uses and characteristics of 700 species. Melbourne, Australia: Division of Building Research, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 721 p.
4. Bryce, J.M. 1967. The commercial timber of Tanzania. Moshi, Tanzania: Tanzania Forest Division. 139 p.
5. Bussche, G.H. von dem. 1982. The establishment of hardwood plantations for the production of furniture and joinery timber in the Transvaal. Part I: planting and progress. South African Forestry Journal. 121: 11-16.
6. Bussche, G.H. von dem. 1982. The establishment of hardwood plantations for the production of furniture and joinery timber in Transvaal. Part II: silviculture. South African Forestry Journal. 121: 17-23.

7. Coates Palgrave, O.H.; Coates Palgrave, K.; Coates Palgrave, D.; Coates Palgrave, P. 1957. Trees of central Africa. Rhodesia and Nyasaland: National Publication Trust. 466 p.
8. Fanshawe, D.B. 1969. The vegetation of Zambia. Forestry Research Bull. 7. Kitwe, Zambia: Ministry of Rural Development. 67 p.
9. Geary, T.F.; Briscoe, C.B. 1972. Tree species for plantations in granitic uplands in Puerto Rico. Res. Pap. ITF-14. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 8 p.
10. Hack, R.B. 1950. Notes on trees of Chiranda Forest, Mount Selinda. Rhodesia Agricultural Journal. 47(5): 398-404.
11. Hallé, F.; Oldeman, R.A.A.; Tomlinson, P.B. 1978. Tropical trees and forests: an architectural analysis. New York, NY: Springer-Verlag. 441 p.
12. Hursh, C.R. 1959. Composition of the tropical dry forests of Nyasaland. En: Organization For African Unity. Open forests. Niamey, Nigeria: Commission for Technical Cooperation in Africa: 49-53.
13. Korzoun, V.I.; Sokdov, A.A.; Budyko, M.I. [y otros]. 1977. Atlas of world water balance. Paris, France: Unesco Press.
14. Lequarre, A. 1978. La végétation et l'action geomorphologique des rivieres dans une region tropicale humida. Geo-Eco-Trop. 1: 103-112.
15. Pardy, A.A. 1953. Notes on indigenous trees and shrubs of S. Rhodesia. Rhodesia Agricultural Journal. 5(2): 153.
16. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 750 p.
17. Styles, B.T.; Khosla, P.K. 1976. Cytology and reproductive biology of Meliaceae. En: Burley, J.; Styles, B.T., eds. Tropical trees: variation, breeding and conservation. Linnean Society Symposium Series 2. London, England: Academic Press. 243 p.
18. Tanganyika Forest Department. 1961. The weights and shrinkage of some local timbers. Tech. Note 25. Moshi, Tanganyika: Tanganyika Forest Department. 5 p.
19. Toda, R. 1974. Forest tree breeding in the world. Tokyo, Japan: Meguro. 205 p.
20. Utilization Section. 1961. Timbers of Tanganyika: *Khaya nyasica* (African mahogany; mkangazi). Moshi, Tanganyika: Utilization Section, Forest Department. 5 p.
21. Walter, H.; Harnickell, E.; Mueller-Dombois, D. 1975. Climate diagram maps of the individual continents and the ecological climatic regions of the Earth. New York, NY: Springer-Verlag. 36 p.
22. White, F. 1962. Forest flora of Northern Rhodesia. London, England: Oxford University Press. 455 p.

Albert Bokkestijn y John K. Francis

Khaya senegalensis Juss., la caoba de zonas secas, es un árbol de tamaño de mediano a grande que produce unos fustes claros aunque cortos, debido a su tendencia a desarrollar una copa muy ramosa (fig. 1). Crece en el ecotono entre el bosque alto y la sabana en un área paralela a la línea ecuatorial en Africa. Su madera tiene una variedad de usos, incluyendo muebles y ensambladuras finas y la especie se usa como un árbol de ornamento en el oeste de Africa.

HABITAT

Area de Distribución Natural e Introducida

El área de distribución natural de la caoba de zonas secas se extiende desde Senegal hasta Uganda y Sudán, de manera casi paralela a la línea ecuatorial entre las latitudes 8° N. y 14° N., con la porción este de su distribución tomando una dirección hacia el sur (18, 28, fig. 2). En las áreas más húmedas, la caoba de zonas secas se encuentra en terrenos elevados, pero está restringida a hábitats ribereños o lechos de arroyos que se extienden hacia adentro de la sabana en las porciones más secas de su distribución.

La caoba de zonas secas se ha cultivado con éxito en plantaciones en Puerto Rico (14), Cuba (4), Australia (19), Indonesia (2), la India (28) y en varios sitios en Africa fuera de su área de distribución natural (25).



Figura 1.—Un árbol de caoba de zonas secas, *Khaya senegalensis*, de 26 años de edad creciendo en un área con una precipitación alta en Puerto Rico.

Clima

En su área de distribución natural, la caoba de zonas secas crece más que nada en la zona de vida forestal tropical seca y a lo largo de arroyos en el bosque tropical muy seco (17). La mayoría de su distribución natural se encuentra dentro de la zona climática sudano-guinea, pero el área de distribución se extiende hacia al norte, penetrando la zona climática sahelo-sudanesa (28). El clima sudano-guineo está caracterizado por una precipitación anual promedio (PAP) de 950 a 1750 mm, una temporada seca de 4 a 5 meses de duración y unas temperaturas anuales promedio de 24.5 a 28.2 °C. La zona climática sahelo-sudanesa tiene una PAP de 400 a 1000 mm, una temporada seca de 6 a 8 meses y una temperatura anual promedio de 26 a 31.5 °C. Las lluvias de monzón durante el verano son la norma en el centro de Africa, pero pueden ocurrir unas sequías severas de manera periódica. La caoba de zonas secas es la especie de *Khaya* más resistente a las sequías. La capacidad de este árbol de perder sus hojas durante la temporada seca debe de tener un valor considerable para la supervivencia. Las plantaciones exitosas de la caoba de zonas secas en otras partes del mundo han tenido lugar por lo general en áreas con una temporada seca de corta duración y una precipitación alta.

Suelos y Topografía

Al igual que con muchas otras especies de árboles, la caoba de zonas secas crece mejor en francos arenosos neutrales, profundos y fértiles y con un buen drenaje (6, 28, 30). Tales condiciones fértiles se encuentran a menudo en suelos aluviales en donde el gradiente del arroyo no es muy plano. Estos suelos aluviales fértiles pueden ser convertidos en tierras agrícolas de primera categoría y muchos de los mejores sitios de la caoba de zonas secas se han perdido precisamente a este uso. Los suelos volcánicos constituyen también unos buenos sitios para la caoba de zonas secas. *Khaya senegalensis* por lo usual crece de manera satisfactoria en suelos

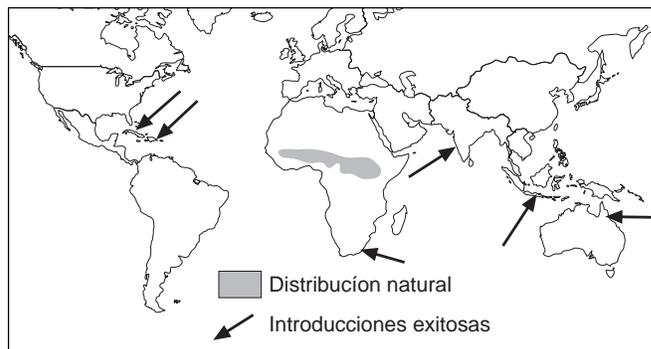


Figura 2.—Distribución de la caoba de zonas secas, *Khaya senegalensis*.

lateríticos, pero puede sufrir un achaparramiento en los suelos superficiales sobre arcillas lateríticas duras (28). En Sudán, los rodales naturales se encuentran en gran parte confinados a los suelos delgados, areniscos y lixiviados de las cimas y las altiplanicies cubiertas con una corteza de piedra férrea (21). Las texturas de los suelos a través de la distribución de la caoba de zonas secas varían entre medianas y pesadas, con unos contenidos de arcilla del 12 al 65 por ciento (24). En Africa, la especie crece desde cerca del nivel del mar hasta unas elevaciones de 1,800 m (30).

Los plantíos exitosos en Puerto Rico indican una tolerancia a una gran variedad de condiciones de suelo: desde neutrales hasta fuertemente ácidos y desde francos arenosos toscos y bien drenados hasta arcillas un tanto pobremente drenadas (fig. 1).

Cobertura Forestal Asociada

En los bosques residuales de Senegal, la caoba de zonas secas se encuentra creciendo con *Anogeissus leiocarpus* (DC.) Guill. & Perr., *Antiaris africana* Engl., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Adansonia digitata* L., *Ficus* spp., *Cholorophora excelsa* (Welw.) Benth. et Hook f., *Afraegle paniculata* (Schum & Thonn.) Engl. y *Blighia sapida* König (27). Los bosques de sabana, los cuales se encuentran entre la sabana y el bosque alto, contienen caoba de zonasecas en asociación con varias especies de *Acacia*, *Adansonia digitata* L. y *Kigelia aethiopica* Decne. (7). En las sabanas de las tierras boscosas con una alta precipitación, la caoba de zonas secas se encuentra en rodales puros (26). Fuera de su distribución natural y con raras excepciones, la caoba de zonas secas permanece probablemente confinada a las plantaciones.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores tetrámeras de la caoba de zonas secas son de color blanco con un disco anaranjado alrededor del ovario. Las flores aparecen en panículas axilares de hasta 20 cm de largo (10). Cuando la fruta de color gris y de cuatro celdas se madura durante la temporada seca, se vuelve de un color negro (20).

Producción de Semillas y su Diseminación.—La caoba de zonas secas comienza a producir semillas cuando los árboles tienen de 20 a 25 años de edad. La producción de semillas es por lo usual abundante. La semilla plana y alada tiene aproximadamente 3 cm de largo y 2 cm de ancho, incluyendo el ala (10). Por lo normal, el número de semillas varía entre 6,000 y 7,000 por kilogramo, pero ocasionalmente habrán hasta solamente 3,000 por kilogramo (21, 30). Alrededor del 90 por ciento de las semillas frescas germina dentro de un período de 18 días (30). Las semillas almacenadas por 2 meses a temperatura ambiente no germinarán; sin embargo, permanecerán viables por hasta 6 meses al almacenarlas en contenedores metálicos sellados en refrigeración (13). Las semillas pueden ser dispersadas hasta una distancia de 100 m con los vientos predominantes (28).

Desarrollo de las Plántulas.—La regeneración natural es por lo usual buena, pero la sequía y la competencia severa de las plántulas con la vegetación herbácea puede

causar el fracaso (1, 28). Las plántulas pueden sobrevivir unas condiciones de sombra de ligera a moderada.

Las estrategias para obtener una suficiente regeneración natural en los sitios pobres deberán incluir una corte de liberación de los rodales con una regeneración avanzada. El establecimiento de nuevas plántulas puede ser fomentada por las perturbaciones tales como los cultivos o los incendios controlados poco antes de la caída de las semillas. Una corte parcial después de la emergencia de las plántulas, con el objeto de permitir la penetración de la luz hasta la superficie del terreno del bosque, ayudaría al establecimiento de las plántulas antes de la cosecha final del rodal existente.

La regeneración artificial no es difícil. El uso de plántulas en contenedores es la mejor opción; sin embargo, las plantaciones usando provisiones con las raíces desnudas o con la parte superior podada han dado resultados satisfactorios (29). La supervivencia de las plántulas se mejorará si los vástagos se encuentran completamente lignificados al momento del trasplante al campo. Se recomienda el labrado con azadón alrededor de los trasplantes y el desyerbado, ambos al inicio de la temporada seca. Un crecimiento en altura de 1.2 a 1.5 m por año es común durante los primeros 10 años.

Reproducción Vegetativa.—La caoba de zonas secas rebrota bien al ser cortada (29). La reproducción puede tener lugar también a través de los brotes radicales.

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Un modelo para el patrón de crecimiento en el género *Khaya* ha sido propuesto por Rauh (16), en el cual un tronco monopodial crece de manera rítmica, desarrollando en el proceso capas de ramas a medida que asciende. El modelo se ajusta mejor al crecimiento en los rodales cerrados en sitios buenos, en donde los árboles jóvenes de caoba de zonas secas crecen con rapidez y producen unos tallos rectos y unas copas ralas y pequeñas que permiten que entre una gran cantidad de luz al estrato inferior. Con una mayor humedad disponible, el plantado bajo el dosel de árboles leguminosos tales como *Cassia siamea* Lam., *Albizia lebbek* (L.) Benth., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit o *Dalbergia sissoo* Roxb. acelerará la poda natural, fijará nitrógeno adicional y reducirá el daño por los barrenadores de los vástagos (*Hypsipyla* spp.) (28). Las leguminosas leñosas deberán ser cosechadas de manera regular para evitar la competencia excesiva con la caoba de zonas secas.

Los espaciamientos comunes en los sitios talados y preparados son de 5 por 5 m y de 5 por 10 m. Se usa un espaciamiento de 5 por 20 m cuando la caoba de zonas secas se planta en plantíos de enriquecimiento o de conversión en hileras en los bosques ribereños. Los espaciamientos más estrechos no han dado resultado satisfactorios (28).

La altura a la madurez de la caoba de zonas secas varía entre 15 y 40 m (29), pero por lo general no excede los 24 m (12). El diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) puede alcanzar 1.5 m (30). Los fustes claros de 6 m de largo son poco usuales debido a que la especie desarrolla por lo normal una copa muy ramosa a medida que envejece, pero en los rodales ribereños cerrados se pueden a veces encontrar unos fustes de 12 a 15 m (12).

Un rodal de 22 años de edad plantado en Sudáfrica (PAP de 1300 mm) tuvo una altura promedio de 8.2 m, un d.a.p.

promedio de 11.7 cm y una densidad de 650 árboles por hectárea (25). Una plantación pequeña de 23 años de edad en Puerto Rico (con una PAP de 3000 mm) tuvo una altura promedio de 22 m y un d.a.p. promedio de 20.1 cm. Con irrigación, la caoba de zonas secas en Mali, Níger y Senegal exhibe un crecimiento promedio en altura de 1.3 m por año (3).

Comportamiento Radical.—La caoba de zonas secas es una especie con raíces profundas. Durante el primer año, la plántula desarrolla una raíz pivotante profunda y vigorosa que provee de resistencia contra las sequías frecuentes (28). Los contrafuertes no son comunes (10).

Reacción a la Competencia.—La caoba de zonas secas es moderadamente tolerante a la sombra. Los brinzales crecerán a través de la sombra ligera de las especies pioneras o persistirán en el estrato inferior en situaciones más sombreadas. Sin embargo, no sobrevivirán bajo sombra densa. La caoba de zonas secas, que es intolerante en su madurez, deberá alcanzar una posición en el estrato superior o morir en el proceso. Los individuos que sobreviven tienden a dominar eventualmente los rodales en donde crecen. Dependiendo de la humedad disponible y del historial de incendios, los rodales de caoba de zonas secas pueden variar de abiertos (en las sabanas) a rodales ribereños densos con poca vegetación terrestre baja. La caoba de zonas secas es por lo usual una especie sub-clímax; en la ausencia de perturbaciones, será reemplazada eventualmente por otras especies. Sin embargo, los cambios ocurren con lentitud y las perturbaciones son frecuentes en su hábitat natural. A excepción de los lugares de donde se le remueve de manera selectiva durante las operaciones madereras, la caoba de zonas secas permanece como una especie dominante en la mayoría de su distribución.

Agentes Dañinos.—La caoba de zonas secas en su distribución natural puede ser atacada de manera severa por las larvas de *Hypsipyla robusta* Moore, que barrenan los vástagos. Estos ataques pueden resultar en árboles deformados sin ningún valor maderero (11). Las plantaciones con espaciamentos estrechos pueden fracasar debido a los barrenadores de los vástagos (8). Las especies de la familia Meliaceae (las caobas) son los huéspedes para los barrenadores de los vástagos del género *Hypsipyla*. En pruebas en las cuales otros miembros de la Meliaceae se encontraron ausentes, la caoba de zonas secas creció rápidamente y de manera recta (11). La caoba de zonas secas parece ser menos sensible al ataque del barrenador del vástago que otras especies de *Khaya* (25). Cuando la especie se planta fuera de África, los barrenadores de los vástagos no presentan ningún problema. La caoba de zonas secas es resistente a *Hypsipyla grandella* Zeller, el barrenador de los vástagos de las especies meliáceas en el Nuevo Mundo (23).

Se ha reportado que la caoba de zonas secas es ya sea resistente a las termitas (30) o ligeramente más resistente a las termitas que otras especies de *Khaya* (10). La albura es susceptible al ataque por los escarabajos de polvo de salvadera (powder-post beetles, *Lyctus* spp.) (5). Una enfermedad bacteriana de la caoba de zonas secas en Sudán, causada por *Xanthomonas khayae* Sabet., resulta en manchas foliares ásperas y costrosas y en úlceras nudosas en el tallo (15). A pesar de que los árboles de mayor edad son resistentes a los incendios, las plántulas tienen una gran susceptibilidad a los mismos (28, 29).

USOS

La albura es de un color moreno claro rosáceo y el duramen es de un atractivo color rojo marrón oscuro. La caoba de zonas secas es más dura, más pesada, más oscura y de una textura más fina que otras especies de *Khaya* (25). La densidad de la madera varía entre 0.60 y 0.85, dependiendo de la localidad (5). La albura es moderadamente resistente y el duramen extremadamente resistente al tratamiento con preservativos. La madera se aserra bien, excepto por una tendencia a adquirir una textura lanuda en cortes transversales a la fibra. Se seca con rapidez y con poca degradación; sin embargo, la tensión puede en ocasiones causar rajaduras y torceduras. El encogimiento al ir de verde a una humedad del 12 por ciento es de 2.5 por ciento radial y de 4.5 por ciento tangencial (8). La fibra entrelazada, la resina ligeramente aromática y los depósitos cristalinos son comunes.

Las caobas africanas han reemplazado en gran parte a las caobas americanas (*Swietenia* spp.) en los mercados europeos. Sin embargo, la caoba de zonas secas satisface sólo una pequeña parte de esta demanda, debido al relativamente pequeño tamaño de sus maderos. La caoba de zonas secas se prefiere para muebles, ensambladuras finas, molduras y la construcción de botes. La madera se usa también a nivel local para traviesas de ferrocarril, pisos, artículos torneados, pulpa, combustible (valor calórico = 19,998 kJ por kg) y chapa decorativa (6, 22, 30). Las ramas con sus hojas se cortan para forraje para el ganado cuando existe una escasez de alimento (11). La caoba de zonas secas es un árbol urbano de importancia en el oeste de África (12).

GENÉTICA

No se encontró ninguna información sobre la genética de la caoba de zonas secas en la literatura. Sin embargo, es polinizada por los insectos y se puede asumir que existe una considerable diversidad a través de la extensa distribución geográfica de la especie.

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1959. *Khaya senegalensis* Juss., *Khaya grandifolia* C. DC. Characters sylvicoles et plantations. Bois et Forêts des Tropiques. 68: 15-20.
2. Ardikoesoema, R.I.; Dilmy, A. 1956. Some notes on mahogany, especially about the genus *Khaya*. Com. 49. Bogor, Indonesia: Indonesia Forestry Institute. 65 p.
3. Armitage, F.B. 1985. Irrigated forestry in arid and semi-arid lands: a synthesis. IDRC-234e. Ottawa, Canada: International Development Research Center. 160 p.
4. Betancourt, A.; Marquetti, J.R.; García, J.R. 1972. *Khaya nyasica* and *K. senegalensis*. Behavior of the two species in Cuba. Baracoa. 2(2): 32-52.
5. Bolza, E.; Keating, W.G. 1972. Africa timbers: the properties, uses and characteristics of 700 species. Melbourne, Australia: Division of Building Research, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 721 p.

6. Bosshard, W.C. 1966. Tree species for the arid zone of the Sudan. Pamph. 33. Khartoum, the Sudan: Forest Research Institute. Forestry Research and Developmental Project. 33 p.
7. Brown, A.F. 1912. Silviculture of the Tropics. London, England: MacMillan and Co., Ltd. 309 p.
8. Cooling, E.N.; Endean, F. 1966. Preliminary results from trials of exotic species for Zambian plantations. For. Res. Bull. 10. Kitwe, Zambia: Forest Department, Division of Forest Research. 34p.
9. Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 464 p.
10. Eggeling, W.J.; Dale, I.R. 1951. The indigenous trees of the Uganda Protectorate. Glasgow, Scotland: University Press. 491 p.
11. Fishwick, R.W. 1970. Sahel and Sudan zone of northern Nigeria, north Cameroons and the Sudan. En: Afforestation in arid zones. The Hague, Netherlands. N.V. Publishers: 59-85.
12. Food and Agriculture Organization. 1956. Tree planting practices in tropical Africa. For. Develop. Pap. 8. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 302 p.
13. Forestry and Timber Bureau. 1972. Annual report 1971/1972. Canberra, Australia: Forestry and Timber Bureau. 11 p.
14. Geary, T.F.; Briscoe, C.B. 1972. Tree species for plantations in the granitic uplands of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-14. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 8 p.
15. Gibson, I.A.S. 1975. Diseases of forest trees widely planted as exotics in Tropics and Southern Hemisphere; part 1: important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae, and Meliaceae. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. 51 p.
16. Hallé, F.; Oldeman, R.H.A.; Tomlinson, P.B. 1978. Tropical trees and forests; an architectural analysis. New York, NY: Springer-Verlag. 441 p.
17. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
18. Irvine, R.F. 1961. Woody plants of Ghana. London, England: Oxford University Press. 868 p.
19. Nicholson, D.I. 1974. Restoration of bauxite mines at Weipa. Res. Pap. 5. Canberra, Australia: Department of Forestry, Queensland. 30 p.
20. Outer, R.W. 1972. Tentative determination key to 600 trees, shrubs, and climbers from the Ivory Coast, Africa mainly based on characters of the living bark, besides the rhytidome and the leaf. 72-18. Wageningen, Netherlands: Mededelingen Landbouwhogehoe school. 73 p.
21. Ramsay, D.M. 1967. Growth of *Khaya senegalensis* at Nyinokok, Sudan. Commonwealth Forestry Review. 46(4): 310-316.
22. Rendle, B.J. 1969. World timbers; Europe and Africa. London, England: Ernest Ben Ltd. 191 p. Vol.1.
23. Rodríguez Pérez, M. 1980. Resistencia a plagas en especies del género *Khaya*. INDAF, Villa Clara, Cuba: Centro Agrícola. 7(3): 47-50.
24. Smith, J. 1949. Distribution of tree species in the Sudan in relation to rainfall and soil texture. Bull. 4. Khartoum, the Sudan: Republic of Sudan, Ministry of Agriculture. 68 p.
25. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 259 p.
26. Swaki, M.K. 1957. Sudan forests. Forestry Memoirs 10. Khartoum, the Sudan Republic of Sudan, Ministry of Agriculture. 30 p.
27. Trochain, J. 1940. Contribution a l'étude de la végétation du Senegal. Commonwealth Review 46(4): 310-316.
28. Viart, M. 1960. *Khaya senegalensis* Juss. Indian Forester. 86(7): 395-400.
29. Vidal-Hall, M.P. 1952. The silviculture and regeneration of the forest types of the Equatoria and Bahr El Ghazal Provinces. Forestry Memoir 4. Khartoum, the Sudan: Republic of Sudan. Ministry of Agriculture. 19 p.
30. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J.P.; Henman, G.S. 1984. A guide to species for tropical and subtropical plantations. Oxford, England: University of Oxford Press. 256 p.

Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. f.

Mangle blanco

Combretaceae

Familia de las combretums

Jorge A. Jiménez

Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. f., conocido como el mangle blanco, es un árbol de los manglares (fig. 1) en las costas tropicales y subtropicales de la América del Norte y del Sur, a la vez que África Occidental (fig. 2) (9, 37). Su madera se usa principalmente para combustible, y sus hojas y corteza son una fuente de tanino (34).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

En la costa del Océano Pacífico en el continente americano, el mangle blanco se puede encontrar desde la Bahía Ballenas en México (en la latitud 28° 5' N.), hasta Punta Malpelo en Perú (en la latitud 3° 40' S.) (37). En la costa atlántica se le encuentra desde la Península de la Florida (en la latitud 28°

5' N.) hasta el Río Ararangua en Brasil (en la latitud 29° S.) (fig. 2) (9).

El mangle blanco crece bajo una gran variedad de condiciones. Por lo general se le puede encontrar en la franja interior de los manglares, en los suelos elevados en donde las inundaciones por las mareas son menos frecuentes e intensas y en los manglares en hoyadas en donde el flujo de las mareas es limitado (18). En estas áreas, el mangle blanco se encuentra generalmente asociado con el mangle prieto (*Avicennia germinans* (L.) L.), en donde la salinidad del suelo promedia de 30 a 40 partes por mil. En las hoyadas con una baja salinidad, el mangle blanco es la especie dominante. En los bosques ribereños, el mangle blanco crece en terrenos bajos y pantanosos y en bancos de arena por lo general asociados con el mangle colorado (*Rhizophora mangle* L.) (31).

Clima

El mangle blanco se puede encontrar tanto en climas tropicales como subtropicales. Crece en las zonas de vida forestales tropical y subtropical seca, húmeda y muy húmeda, en donde la precipitación varía entre 800 y 7000 mm por año (28).

La distribución parece estar restringida a aquellas áreas en donde las temperaturas mínimas promedio son de más



Figura 1.—Un árbol de mangle blanco, *Laguncularia racemosa*, de 11 metros de alto.



Figura 2.—Distribución del mangle blanco, *Laguncularia racemosa*, en el Nuevo Mundo.

de 15.5 °C (7). De todas las especies de mangle, el mangle blanco es la especie con una menor tolerancia a las bajas temperaturas (27), pero en Brasil tiene la distribución más sureña de todas las especies de mangle (37). Bajo condiciones de laboratorio, la tolerancia a las bajas temperaturas es más alta que las de otras especies de mangle sometidas a prueba (3, 21). El mangle blanco es sensible a las heladas.

Suelos y Topografía

El mangle blanco crece mejor en áreas en donde el agua es salada o salobre. Se le encuentra creciendo en una gran variedad de condiciones de suelo, desde suelos arenosos hasta depósitos cenagosos o arcillosos (8, 31). Ha sido observado en lodazales blandos altamente enriquecidos con detrito orgánico y en turbas fibrosas sobre arcillas ligeramente oxidadas (31). Rollet (26) reportó al mangle blanco creciendo en depósitos de turba de más de 70 cm de profundidad.

A pesar de que la especie crece mejor en suelos bien drenados, puede ocupar depresiones en donde el flujo laminar y el anegamiento son frecuentes. Chapman (6) reportó al mangle blanco en áreas inundadas por entre 4 y 213 mareas por año.

La especie excreta sal y tolera un gran espectro de salinidad del suelo (de 0 a 90 partes por mil) (17). Prefiere suelos con bajas concentraciones de sal, promediando entre 15 y 20 partes por mil (36). El crecimiento se ve reducido a unas salinidades del suelo altas, de más de 50 partes por mil.

Cobertura Forestal Asociada

El mangle blanco se puede encontrar creciendo en una asociación estrecha con las otras especies de mangle que ocurren dentro de su área de distribución. Por lo usual asociado con especies en los géneros *Avicennia* y *Rhizophora*, se le puede encontrar en las bermas arenosas asociadas con *Conocarpus erectus* L., pero rara vez domina, excepto en hoyadas de baja salinidad (8).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El mangle blanco posee unas flores pentámeras pequeñas y de color blanco verdusco, con 10 estambres y dos bracteolas ovadas. Las flores aparecen en unas panículas terminales o en una espiga solitaria que emerge de la axila foliar (6). Las hojas carecen de vellos y son obovadas o elípticas y se caracterizan por la presencia de un par de glándulas en la base de la lámina (9).

La producción de flores y semillas ha sido observada en plantas de menos de 2 años de edad y de 1.5 m de alto (11). Las fragantes flores parecen ser polinizadas por los insectos. La producción de flores y fruto tiene lugar durante todo el año (20). En el área del Caribe, se han observado unos máximos en la producción de frutos durante septiembre y octubre (6).

El fruto del mangle blanco tiene un peso promedio de 0.4 g y una longitud promedio de 2.0 cm (24). Existe una incidencia de viviparidad en estos frutos que es menor que la de otras especies de mangle. Por lo normal, el fruto cae del

árbol progenitor y la radícula emerge después de unos pocos días. Las plántulas flotan y se ven dispersadas por el agua. La flotación se ve facilitada por un pericarpio grueso. Los frutos se hunden después de flotar por aproximadamente 4 semanas y el crecimiento comienza cuando la plántula se encuentra sumergida (25); el establecimiento ocurre por lo usual en áreas acuáticas poco profundas.

La mortalidad de las plántulas es alta (del 80 por ciento) durante el primer año del establecimiento (8). Rabinowitz (23) observó una mortalidad del 100 por ciento en una cohorte de 100 plántulas 131 días después del establecimiento. En el Caribe, se han reportado unas densidades de las plántulas de 0 a 3.6 plántulas/m² (1) y de 0.4 plántulas/m² (19). Se han medido unas tasas de establecimiento de 0.1 plántulas/m²/año (2).

Reproducción Vegetativa.—El mangle blanco rebrota con facilidad al ser cortado, pero los rebrotes tienen una forma pobre. Se ha reportado un crecimiento inicial rápido de los rebrotes en experimentos sobre la regeneración natural. En un estudio efectuado durante los primeros 3 años después de la tala rasa, el 60 por ciento de los tallos de mangle blanco tuvo su origen en rebrotes. Sin embargo, los mangles blancos generados por semillas crecieron por encima de los rebrotes después del tercer año de crecimiento (33).

Las técnicas de acodo han resultado en la producción exitosa de raíces y raicillas después de 5 a 6 meses (4).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento del mangle blanco se caracteriza por un crecimiento de los meristemos no-rítmico y continuo, tal como en el modelo arquitectónico de Attim (10). El crecimiento es mejor en los bosques en hoyadas.

En el área del Caribe, los rodales de mangle blanco promedian entre 10 y 15 m de altura, pero pueden exceder los 25 m de altura y los 70 cm de diámetro (26, 30). Se han medido unas tasas netas diurnas de productividad primaria de 1.8 a 13.0 gC/m²/día en los manglares de la Florida (5). La tasa neta de fotosíntesis diurna cambia de acuerdo a la salinidad del suelo y la edad del rodal. La productividad primaria en bruto de los mangles blancos aumenta con el aumento en la concentración de cloro de 5 a 16 partes por mil (5).

En un rodal dominado por brinzales pequeños [de 6 m de altura y un promedio de 2.5 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.)], el crecimiento en diámetro promedió 0.1 cm/año. Para los árboles codominantes, el crecimiento en diámetro promedio fue de 0.3 cm por año. El rodal tuvo una densidad de 34,000 árboles/ha, un área basal de 15.8 m²/ha y un volumen de 41.2 m³/ha. La tasa de mortalidad fue del 6 por ciento anual (33). En un rodal con brinzales de mayor tamaño (de 9 m de alto, 4.3 cm en d.a.p. promedio), el crecimiento en el diámetro promedió 0.3 cm por año y 0.5 cm por año para los codominantes. Estos rodales tuvieron una densidad arbórea de 22,500 árboles/ha, un área basal de 33.3 m²/ha y un volumen de la madera de 118.5 m³/ha (33).

Algunos rodales han alcanzado un tamaño de poste (de 19 m de alto y 12.5 cm en d.a.p. promedio) a los 22 años. La tasa promedio de crecimiento en diámetro de estos rodales fue de 0.3 a 0.4 cm por año en los árboles codominantes. Los valores para la densidad arbórea fueron de 2,350 árboles/ha con un volumen de la madera de 200 m³/ha. Se reportaron

un incremento anual promedio en el volúmen de 8.5 m³/ha y una mortalidad del 5 por ciento (33). Después de la tala de un rodal en Puerto Rico, el mangle blanco creció más rápidamente que el mangle prieto, *A. germinans* (tabla 1). Las mayores tasas de crecimiento tuvieron lugar durante los primeros 7 años (de 0.9 a 2.8 m²/ha/año). Los incrementos anuales periódicos en el diámetro después de 37 años en tres rodales replicados fueron de 0.48, 0.54 y 0.47 cm por año (35). Se recomienda un sistema de rotación de 20 a 25 años para obtener un d.a.p. de 12 a 17 cm al momento de la cosecha (11).

Comportamiento Radical.—El mangle blanco se caracteriza por un sistema radical superficial, con una raíces de gran tamaño, extendidas y horizontales. A partir de estas raíces horizontales se desarrolla un subsistema de raíces de clavija (“peg-roots”) arriba y abajo de la superficie. Estas raíces de clavija parecen ocurrir solamente en las áreas influenciadas por ciertas fluctuaciones de las mareas (16). Las raíces de clavija tienen forma de maza y sus cabezas terminales contienen un tejido para la ventilación. Este tipo de raíz ventilante es típico de las especies que crecen en los suelos inundados (15). En los mangles blancos individuales que crecen en los bosques en hoyadas, emergen a veces unas raíces adventicias aéreas de la parte inferior del tronco (26).

Reacción a la Competencia.—El mangle blanco se considera como intolerante a la sombra (36). La regeneración bajo un dosel cerrado se ve inhibida (24). El entresacado de los rodales no tiene éxito en la producción de una regeneración natural efectiva. Sin embargo, la tala rasa de franjas de 20 m de ancho, orientadas de manera perpendicular a los vientos predominantes, ha resultado en una abundancia de brinzales de hasta 5 m de altura después de 2 años (13).

El plantado de plántulas silvestres de 0.6 m de altura a un espaciamiento de 2.5 m resultó en una buena supervivencia y un buen crecimiento (11). El transplante de brinzales podados (de 0.5 a 1.5 m de alto) resultó en unas tasas de crecimiento más rápidas; hubo un incremento en la altura 1.3 veces más rápido (37 cm por año) que en los brinzales sin podar (22).

Tabla 1.—Crecimiento en el área basal en tres manglares en Puerto Rico talados en 1937. *Avicennia* constituyó del 2 al 6 por ciento de los tallos en 1938 y del 20 al 30 por ciento en 1975*

Período	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Avicennia germinans</i>	Total
Años	----- m ² /ha/año -----		
1938-1945	0.18
	1.20
	1.48
1945-1949	2.80	0.44	3.24
	2.17	0.37	2.54
	0.92	0.29	1.21
1951-1955	0.77	0.58	1.35
	0.71	0.31	1.02
	0.63	0.48	1.11
1955-1975	0.67	0.08	0.75
	0.94	0.12	1.06
	0.71	-0.04	0.67

*Información adaptada de Weaver 1979 (35).

Las prácticas de entresacado, diseñadas para reducir el estancamiento de los rodales jóvenes, no han producido resultados significativos. Los rodales de 18 años de edad sin entresacar tuvieron el mismo d.a.p. promedio (de 6.5 cm) que los rodales sin un entresacado previo (con un d.a.p. de 6.4 a 6.7 cm; 13). El entresacado intenso puede resultar en un daño considerable debido al volcado por el viento (14).

Agentes Dañinos.—El barrenador de la madera, *Sphaeroma terebrans* Bate, ha sido reportado en los mangles blancos de la Florida (25). Se ha observado una mortalidad de los árboles relacionada al escarabajo *Chrysobotris tranquebarica* Gmelin y al barrenador *Psychonoctua personalis* Grote en los rodales de mangle blanco en Puerto Rico (12). Debido a su sistema radical superficial, el mangle blanco es muy susceptible a ser volcado por el viento.

USOS

El mangle blanco se usa extensamente como una fuente de leña y combustible en las áreas costeras tropicales. Debido a que los árboles rara vez alcanzan un tamaño aserrable, se usan más que nada para postes. El gran número de árboles usualmente en esta etapa hacen de éste un uso práctico para la especie. Los postes de cerca duran solamente de 18 a 30 meses en el suelo si no son tratados. Si se tratan con preservativos sin presión (con baños calientes y fríos), pueden durar más de 10 años (33).

La madera del mangle blanco es de un color marrón verdusco oscuro y con una textura moderadamente fina. Tiene un peso específico de 0.7 a 0.8 (29). Existe poco encogimiento después del secado al aire y la madera es resistente a las termitas de la madera seca (32). Sin embargo, la madera del mangle blanco se ve dañada severamente por la polilla de mar y esto limita su uso para pilotes marinos (29).

La corteza y las hojas contienen entre un 10 y un 24 por ciento de su peso en seco en forma de tanino soluble. Ambas han sido usadas en tenerías (34). La corteza del mangle blanco se usa también para propósitos medicinales. Las infusiones de la corteza se usan por lo general como astringentes y tónicos (32).

LITERATURA CITADA

1. Ball, Marilyn C. 1980. Patterns of secondary succession in a mangrove forest of southern Florida. *Oecologia*. 44: 226-235.
2. Banner, A. 1977. Revegetation and maturation of restored shorelines in Indian River. En: Proceedings, 4th annual conference on restoration of coastal vegetation in Florida. Tampa, FL: Environmental Studies Center, Hillsborough Community College: 13-44.
3. Biebl, R. 1965. Temperaturresistenz tropischer Pflanzen auf Puerto Rico. *Protoplasma*, Leipzig 59: 133-166.
4. Carlton, Jeffrey M.; Moffler, Mark D. 1978. Propagation of mangroves by air-layering. *Environmental Conservation*. 5(2): 147-150.
5. Carter, Michael R.; Burns, Lawrence A.; Cavinder, Thomas R. [y otros]. 1973. Ecosystems analysis of the Big Cypress Swamp and estuaries. EPA 904/9-74-002. Atlanta, GA: U.S. Environmental Protection Agency. [s.p.].

6. Chapman, V. J. 1944. 1939 Cambridge University expedition to Jamaica. *Journal of the Linnean Society of London*. 12: 407-533.
7. Chapman, V. J. 1975. Mangrove biogeography. En: Walsh, Gerald; Snedaker, Samuel C.; Teas, Howard, eds. Proceedings of the international symposium on biology and management of mangroves. Gainesville, FL: University of Florida: 3-22.
8. Davis, John H. 1940. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. *Papers of the Tortugas Laboratory (Carnegie Institution)*. 32: 303-412.
9. Graham, Shirley A. 1964. The genera of Rhizophoraceae and Combretaceae in the Southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum* 45(3): 285-301.
10. Hallé, F.; Oldeman, R. A. A.; Tomlinson, P. B. 1978. Tropical trees and forests: an architectural analysis. New York: Springer-Verlag, 441 p.
11. Holdridge, L.R. 1940. Some notes on the mangrove swamps of Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 1(4): 19-29.
12. Institute of Tropical Forestry. 1950. Tenth annual report. *Caribbean Forester*. 11(2): 59-80.
13. Institute of Tropical Forestry. [1954]. Fourteenth annual report. *Caribbean Forester*. 15(1/2):1-13.
14. Institute of Tropical Forestry. 1956. Sixteenth annual report. *Caribbean Forester*. 17(1/2):1-11.
15. Jenik, J. 1970. Root system of tropical trees. 5. The peg-roots and the pneumathodes of *Laguncularia racemosa* Gaertn. *Preslia Prague*. 42: 105-113.
16. Jenik, Jan. 1978. Roots and root systems in tropical trees: morphologic and ecologic aspects. En: Tomlinson, P.B.; Zimmerman, Martin, II, eds. *Tropical trees as living systems*. Cambridge: Cambridge University Press: 323-349.
17. Jiménez, Jorge Arturo. 1981. The mangroves of Costa Rica: a physiognomic characterization. Coral Gables, FL: University of Miami. 130 p. Tesis de M.S.
18. Lugo, Ariel E.; Snedaker, Samuel C. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 5: 39-64.
19. Lugo, Ariel E.; Twiley, Robert R.; Patterson-Zucca, Carol. 1980. The role of mangrove forests in the productivity of coastal ecosystems in south Florida. Gainesville, FL: Center for Wetlands, University of Florida; final report to U.S. Environmental Protection Agency, Corvallis Environmental Research Laboratory, Corvallis, OR; contract R 806079010. 281 p.
20. Marshall, R.C. 1939. *Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies*. London: Oxford University Press. 247 p.
21. McMillan, Calvin. 1975. Adaptative differentiation to chilling in mangrove populations. En: Walsh, Gerald; Snedaker, Samuel C.; Teas, Howard, eds. Proceedings of the international symposium on biology and management of mangroves. Gainesville, FL: University of Florida: 62-68.
22. Pulver, Terry R. 1976. Transplant techniques for sapling mangrove trees, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, and *Avicennia germinans* in Florida. Florida Marine Research Publications. 22: 1-14.
23. Rabinowitz, Deborah. 1978. Dispersal properties of mangrove propagules. *Biotropica*. 10(1): 47-57.
24. Rabinowitz, Deborah. 1978. Mortality and initial propagule size in mangrove seedlings in Panama. *Journal of Ecology*. 66: 45-51.
25. Rehm, Andrew E. 1976. The effects of the woodboring isopod *Sphaeroma terebrans* on the mangrove communities of Florida. *Environmental Conservation*. 3(1): 47-57.
26. Rollet, B. 1974. Introduction a l'etude des mangroves du Mexique. *Bois et Forêts des Tropiques*. 156: 3-26.
27. Savage, Thomas. 1972. Florida mangroves as shoreline stabilizers. Florida Department of Natural Resources. Marine Research Laboratory Professional Papers. 19: 1-46.
28. Schwerdtfeger, Werner, ed. 1976. *Climates of Central and South America. World survey of climatology*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Co. 532 p. Vol. 12.
29. Southwell, C. R.; Bultman, J.D. 1971. Marine borer resistance of untreated woods over long periods of immersion in tropical waters. *Biotropica*. 3(2): 81-107.
30. Taylor, B.W. 1963. An outline of the vegetation of Nicaragua. *Journal of Ecology*. 51(1): 27-54.
31. Thom, Bruce G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology. Tabasco, Mexico. *Journal of Ecology*. 55: 301-343.
32. Uphof, J.C. 1968. *Dictionary of economic plants*. Germany: Verlag von J. Cramer. 591 p.
33. Wadsworth, Frank H. 1959. Growth and regeneration of white mangrove in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 20(3/4): 59-71.
34. Walsh, Gerald E. 1977. Exploitation of mangal. En: Chapman, V. J., ed. *Ecosystems of the world. Wet coastal ecosystems*. Oxford: Elsevier Scientific Publishing Co.: 61-67. Vol. 1.
35. Weaver, Peter L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
36. Weishaupl, Liane. 1981. Plantas de Mangue: contribuicao ao conhecimento de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. San Paulo, Brasil: Instituto de Biociencias, University of Sao Paulo. 157 p. Tesis de M.S.
37. West, Robert C. 1977. Tidal salt-marsh and mangal formations of Middle and South America. En: Chapman, V.J., ed. *Ecosystems of the world. Wet coastal ecosystems*. Oxford: Elsevier Scientific Publishing Co.: 347-362. Vol. 1.

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit *Leucaena, tantan*

Leguminosae
Mimosoideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las mimosas

John A. Parrotta

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit, conocido comúnmente como leucaena, tantan, güaje (en México), huaxín (en la América Central), zarcilla (Puerto Rico) y por otros muchos nombres, es uno de los árboles leguminosos más extensamente cultivados en el mundo. Este árbol semi-caducifolio, adaptado a una gran variedad de sitios en tierras bajas en el trópico y el subtropico, ha sido plantado en muchos países fuera de su área de distribución natural en la América Central y el sur de la América del Norte. Dependiendo de la variedad, es ya sea un árbol delgado y alto con una copa esparcida e irregular (fig.1) o un arbusto de muchas ramas (34, 51). La leucaena se usa para una variedad de propósitos, incluyendo madera, leña, forraje y abono orgánico.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La leucaena existió originalmente en las tierras medias de Guatemala, Honduras, El Salvador y el sur de México, en



Figura 1.—*Leucaena, Leucaena leucocephala*, del tipo “gigante” K8 en Puerto Rico.

un área que se extiende de la latitud 12° a la 20° N. Un cierto número de variedades fueron diseminadas por las civilizaciones pre-colombinas a través de las tierras bajas costeras de la América Central, desde el norte de México hasta Nicaragua (51, 75) (fig. 2). Hoy en día la leucaena se cultiva o se ha naturalizado en todo el mundo entre las latitudes 25° N. y 25° S.

Durante el período del comercio colonial español, de 1565 a 1825, una variedad tipo arbusto de la leucaena (ahora llamada el tipo “común” o “hawaiano”) de Acapulco, México, fue introducida a y se naturalizó en el Nuevo Mundo, desde el sur de la Florida y Texas a través de las Indias Occidentales y en la América del Sur hasta Brasil y Chile, y en las Filipinas, Guam y en otras islas en posesión de España. La utilidad de la especie como un árbol de sombra en plantaciones de café, cacao, cinchona, pimienta, vainilla y otra cosechas, ocasionó su introducción en Indonesia, Papua Nueva Guinea, Malasia, otros países en el sudeste de Asia, Hawaii, Fiji, el norte de Australia, la India y partes de Africa del Este y Oeste (51, 75). En Puerto Rico y en otras partes de las Indias Occidentales, desde las Bahamas y Cuba hasta Trinidad y Tobago, la leucaena se encuentra naturalizada a la orilla de los caminos, en pastizales abandonados y en bosques secundarios en etapa temprana en regiones costeras secas (17, 34). La leucaena se considera a veces como una “mala hierba” debido a su capacidad de colonizar rápidamente y su tendencia a formar matorrales densos en sitios perturbados (34).

Desde la década de 1960 se han recolectado semillas de las variedades, mucho más altas, del tipo “gigante” o “Salvador” de sitios en la América Central. Estas variedades han sido extensamente estudiadas en cultivos en Hawaii y han sido plantadas extensamente a través de los trópicos en plantaciones y sistemas agroforestales (5, 75).

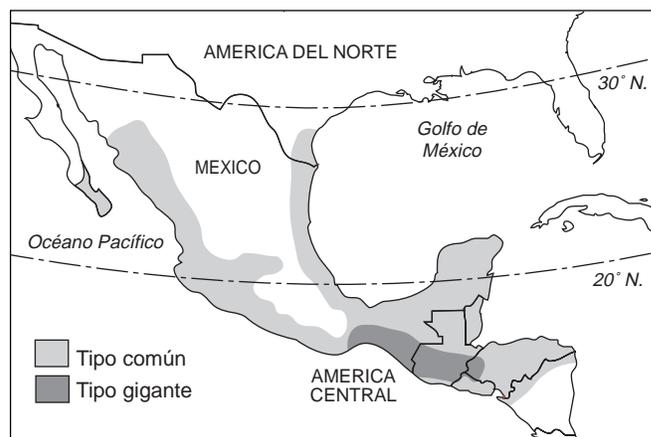


Figura 2.—Distribución natural de la leucaena, *Leucaena leucocephala* (adaptado de 51).

Clima

Aunque la leucaena puede sobrevivir en áreas que reciben una precipitación anual promedio de menos de 300 mm (75) o de más de 4000 mm (14), crece de manera apropiada solamente en donde la precipitación anual es de entre 600 y 2000 mm, con una temporada seca de 2 a 6 meses (5, 39, 50, 51, 78). El crecimiento óptimo ocurre en áreas que reciben una precipitación anual de aproximadamente 1500 mm, con una temporada seca de 4 meses de duración (75). En la América Central, la leucaena se planta por lo común en donde la precipitación anual promedia entre 900 y 2900 mm (7). La leucaena es tolerante a la sequía, aunque las temporadas secas prolongadas reducen grandemente la productividad (51).

La leucaena tolera unos regímenes de temperatura con un amplio espectro. Crece bien en áreas en donde las temperaturas anuales promedio varían entre 20 y 30 °C, con una temperatura mínima promedio de 16 a 24 °C y una temperatura máxima promedio de 24 a 32 °C durante los meses más fríos y más cálidos, respectivamente (8, 75, 78). El mejor crecimiento ocurre en áreas con una temperatura anual promedio de entre 25 y 30 °C (75). A pesar de que la leucaena puede sobrevivir las heladas ligeras de corta duración, el crecimiento se ve severamente restringido a temperaturas bajas (75).

Suelos y Topografía

La leucaena tolera una gran variedad de condiciones de suelo, desde suelos pedregosos y esqueléticos hasta arcillas densas (50). En México, los rodales naturales ocurren en áreas con suelos volcánicos (43). El mejor crecimiento ocurre en suelos bien drenados que son de moderadamente alcalinos (pH de 7.5) hasta ligeramente ácidos (pH de 6.0). La especie tolera la salinidad moderada, de hasta 20 mmhos por cm (72).

La leucaena crece de manera pobre en suelos compactados, en sitios con drenaje impedido o en Oxisoles ácidos y pobres en calcio con un pH de menos de 5.0 y niveles altos de aluminio intercambiable (14, 34, 39, 51, 72). El fósforo disponible en el suelo a niveles adecuados parece ser esencial

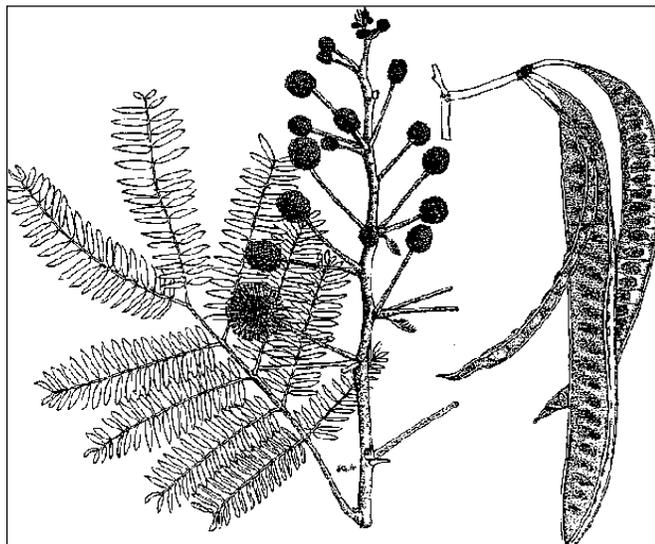


Figura 3.—Follaje, flores y fruta de la leucaena, *Leucaena leucocephala* (35).

para el desarrollo radical vigoroso; la disponibilidad reducida del fósforo a un pH del suelo bajo puede limitar el crecimiento en los suelos ácidos (5). En la India se reportó un crecimiento muy pobre en suelos alcalinos-salinos caracterizados por niveles altos de Na y K intercambiables (10).

La leucaena es primariamente una especie de tierras bajas, que por lo general no crece bien arriba de los 500 m entre las latitudes 10° y 25°, como tampoco arriba de los 1,000 m entre 10° de latitud del ecuador (75). Sin embargo, la especie ciertamente ocurre en rodales naturales en el oeste de México a elevaciones de más de 1,500 m (43) y se cultiva hasta los 1,500 m en partes del sudeste de Asia (2, 14, 51, 75, 78). En Puerto Rico, la leucaena crece por lo común en las laderas de los cerros y en los terraplenes a elevaciones bajas y medianas.

Cobertura Forestal Asociada

En su área de distribución natural en México y la América Central, la leucaena es un componente importante de los bosques caducifolios y semi-caducifolios secundarios (59). En el oeste de México, crece en bosques caducifolios secos en asociación con *Lysiloma* spp., *Bursera* spp. e *Ipomoea* spp. del tipo arborescente (43).

En los rodales de los bosques secundarios de 42 a 56 años de edad establecidos en sitios urbanos y agrícolas abandonados en la Reserva de la Biósfera de Guánica de Puerto Rico (un bosque seco subtropical, *sensu* Holdridge; (23), la leucaena se encuentra asociada con *Colubrina arborescens* (Miller) Sarg., *Croton lucidus* L., *Exostema caribaeum* (Jacq.) Schult. & L., *Pisonia albida* (Heimerl) Britton ex Standl., *Pithecellobium unguis-cati* (L.) Mart., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., *Tamarindus indica* L. y *Thouinia striata* var. *portoricensis* (Radlk.) Votava & Alain.¹ En Barbados, la leucaena crece en los bosques costeros en tierras arenosas en asociación con *Coccoloba uvifera* (L.) L., *Hippomane mancinella* L., *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa, *Terminalia catappa* L., *Cordia sebestena* L. y *C. obliqua* Willd.; en formaciones arbustivas xerófilas en las laderas rocosas con *Psidium guajava* L., *Ziziphus mauritiana* Lam., *Tecoma stans* (L.) H.B.K., *Pisonia aculeata* L. y *Acacia farnesiana* (L.) Willd.; y en los bosques secundarios en suelos costeros arenosos y calcáreos con *Clerodendrum aculeatum* (L.) Schlecht., *Pithecellobium unguis-cati*, *Eupatorium odoratum* L. y *Z. mauritiana* (17).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La fenología de las flores varía considerablemente entre las variedades existentes y de acuerdo a la localidad. Las variedades del tipo común florecen durante todo el año (35, 75), a menudo comenzando tan temprano como a los 4 a 6 meses de edad. Las variedades gigantes florecen por temporada, por lo usual dos veces al

¹Molina, Sandra. 1992. Comunicación personal. Ubicada en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-2500.

año (51, 75). Las flores blanquecinas y esféricas tienen de 2.0 a 2.5 cm de diámetro, y aparecen en ramitas, terminal o lateralmente, en pedúnculos de 2 a 3 cm de largo. (fig. 3).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas de la leucaena son pequeñas, planas, en forma de una gota (de 8 mm de largo), brillantes y de color marrón oscuro, con una testa delgada pero de cierta durabilidad (34). Hay aproximadamente de 17,000 a 21,000 semillas por kilogramo (8, 14, 76). Las semillas por lo general se liberan de vainas dehiscentes cuando éstas se encuentran todavía en el árbol, aunque las vainas cerradas o parcialmente abiertas pueden ser acarreadas a grandes distancias por el viento. Las vainas de las semillas son ingeridas por y pasan a través del ganado, que parece ser un agente importante para la dispersión en pastizales.

Las vainas pueden ser recolectadas de las ramas cuando maduras, antes de la dehiscencia. Las vainas deberán ser secadas al sol y posteriormente trilladas para liberar las semillas; el trillado se efectúa por lo común apaleando las vainas secas dentro de bolsas de tela (75).

Desarrollo de las Semillas.—La germinación en la leucaena es epigea. Las semillas de leucaena germinan sobre o cerca de la superficie del suelo y no deberán plantarse a una profundidad de más de 2 cm (51). Aunque las semillas se pueden sembrar sin escarificación, la escarificación mecánica (la abrasión con papel lija o el corte de la testa) o cualquiera de los siguientes tratamientos se usan para asegurar una germinación más rápida y uniforme: (a) inmersión en agua caliente (a 80 °C) por 3 ó 4 minutos seguida por el baño en agua a temperatura ambiente por hasta 12 horas (11, 13, 51, 76) o (b) el baño en ácido sulfúrico concentrado por entre 15 y 30 minutos (11, 51). La escarificación puede ser seguida por la inoculación con bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Rhizobium* (mezcladas con turba finamente molida) después de cubrir la semilla escarificada con una solución de goma arábiga o una solución concentrada de azúcar. La inoculación previa a la siembra facilita el establecimiento apropiado en el campo en suelos sin rhizobia de leucaena (51).

La germinación de las semillas es por lo común del 50 al 98 por ciento para las semillas frescas (11, 76). Las semillas escarificadas germinan de 6 a 10 días después de sembradas (8, 14, 76); las semillas sin escarificar germinan de 6 a 60 días después de la siembra (14, 76). Las semillas secadas y escarificadas retienen su viabilidad por entre 6 y 12 meses (75). Las semillas sin escarificar permanecen viables por más de 1 año cuando se almacenan bajo condiciones secas a temperatura ambiente y por hasta 5 años cuando almacenadas a entre 2 y 6 °C (11, 75).

En el vivero, las semillas pueden sembrarse directamente en contenedores para plántulas o en semilleros abiertos para luego transplantarlas a contenedores cuando las plántulas tengan de 7 a 10 cm de alto (8). El medio a usar en el vivero deberá drenar bien y tener una buena capacidad para contener nutrientes y agua, y deberá tener también un pH de entre 5.5 y 7.5 (75). Las semillas escarificadas deberán ser sembradas directamente sobre la superficie del suelo y cubiertas con una capa de 3 a 5 mm de grosor de arena gruesa o de cascajo fino (31, 75). Una alternativa es la de germinar las semillas sobre toallas mojadas para luego transplantarlas a contenedores cuando la radícula emerja (75). Los contenedores para plántulas del tipo plantador en tubo pueden ser preferibles a las bolsas de polietileno para

prevenir la formación de raíces en espiral y para facilitar el transporte y la plantación de las plántulas (75).

Se recomienda la sombra leve durante las primeras pocas semanas de desarrollo de las plántulas (8, 75). El desarrollo de la raíz pivotante es rápido en las plántulas jóvenes. Las plántulas comienzan por lo general a alcanzar un tamaño plantable (20 cm de altura) a las 10 semanas (75, 79).

Las plantaciones pueden ser establecidas mediante la siembra directa de las semillas, la siembra de plántulas cultivadas en contenedores, plántulas con las raíces desnudas, estacas (de 2 a 5 cm de diámetro) o tocones (31, 75). En el caso de las plántulas con las raíces desnudas, las semillas deberán sembrarse en semilleros abiertos que se inundan para facilitar el desarraigo cuando las plántulas tienen de 2 a 3 meses de edad o por lo menos 50 cm de alto (75). En el plantado de tocones, las plántulas deberán cultivarse en almácigos elevados por 4 a 5 meses o hasta que las plántulas tengan un diámetro basal promedio de 1 cm y una altura de más de 1 m. Antes del transplantado, las plántulas se desarraigan y el tallo se corta a 10 ó 20 cm arriba del collar radical y la raíz pivotante de 15 a 20 cm hacia abajo (31, 75).

Las plántulas de leucaena crecen con lentitud durante los primeros meses después del plantado. Esto se debe a menudo, por lo menos en parte, a las raíces en espiral o al daño en la raíz pivotante durante el plantado (75). La altura de las plántulas a los 6 meses después del plantado en el campo varía por lo general entre 0.5 y 1.5 m (8, 19, 58). Durante los primeros 3 a 6 meses después del plantado, las plántulas son susceptibles a la supresión por la vegetación en competencia y deberán ser desyerbadas durante esta etapa temprana (8, 75). En algunas áreas, las plantaciones jóvenes podrán también requerir de protección contra las termitas, las hormigas defoliadoras (*Atta* spp.) y los roedores durante el primer año después del establecimiento (8, 51).

La regeneración natural de la leucaena es buena tanto en los rodales naturales como en las plantaciones (9); observación personal del autor). La producción abundante de semillas y la germinación y el establecimiento rápido hacen de la leucaena un colonizador agresivo de los hábitats perturbados. Su capacidad para competir con éxito con y suprimir las hierbas y gramíneas ha llevado a su uso en la reclamación de pendientes de cerros degradados en Indonesia (14).

Reproducción Vegetativa.—La leucaena se propaga con facilidad a partir de estacas (2, 8, 35). El tronco rebrota vigorosamente al ser cortado, produciendo un número variado de vástagos dependiendo del diámetro del tocón y la altura del corte, la técnica usada y la estación. Los rendimientos por rebrotes típicamente exceden aquellos de las cosechas de la primera rotación (8, 75). Las estacas del tallo se arraigan con facilidad en las cámaras de niebla, particularmente al ser tratadas con los reguladores del crecimiento vegetal ácido indol-butírico (AIB), ácido naftaleno acético (ANA) y ácido indolacético (AIA) (60).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La leucaena crece rápidamente en sitios favorables. Como se observó previamente, existe mucha variación genotípica en el tamaño y la forma de los árboles a la madurez, variando entre arbustos muy ramificados de menos de 5 m de altura y árboles de tamaño mediano de 8 a 20 m de altura, con diámetros a la

altura del pecho (d.a.p.) de hasta 50 cm y copas esparcidas, con una corteza lisa de color gris o marrón grisáceo.

En pruebas de adaptabilidad conducidas en más de 150 sitios en zonas de vida forestales subtropicales y tropicales secas, húmedas y muy húmedas (*sensu* Holdridge; 23) en Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador y Panamá, el crecimiento varió considerablemente (7, 64). La mayoría de estas pruebas fueron en parcelas de plantación a pequeña escala con densidades variando entre 2,500 y 10,000 árboles por hectárea en sitios con suelos de neutrales a ligeramente ácidos. Las alturas promedio de los árboles en estas pruebas variaron por lo general entre 1.0 y 5.5 m a los 12 meses, 2.0 y 9.0 m a los 24 meses, 3.5 y 11.0 m a los 36 meses, y 5.0 y 13 m a los 48 meses. El d.a.p. promedio del tallo varió entre 1.5 y 4.5 cm a los 12 meses, 2.0 y 7.5 cm a los 24 meses, 2.5 y 10 cm a los 36 meses, y 3.5 y 10.5 cm a los 48 meses. La biomasa total arriba del terreno (masa secada al horno) varió entre 10 y 40 toneladas por ha en plantaciones de 2 años de edad y entre 48 y 90 toneladas por ha en plantaciones de 5 años de edad. No hubieron diferencias aparentes consistentes en las tasas de crecimiento entre las muchas procedencias analizadas, como tampoco entre la amplia gama de zonas de vida en donde se efectuaron estas pruebas, aunque la mayoría de las tasas de crecimiento más elevadas se registraron en sitios en la zona de vida forestal tropical húmeda.

En Costa Rica, el crecimiento anual promedio en altura y d.a.p. en 26 sitios de plantación promedió 2.0 m y 1.5 cm, respectivamente, para plantaciones de 4 años de edad o más. A los 5.3 años, la altura, el d.a.p. y el área basal promediaron 12.9 m, 12.6 cm y 11.6 m² por ha, respectivamente (63). En estas pruebas, conducidas a elevaciones variando entre 50 y 1,160 m sobre el nivel del mar y con una precipitación anual promedio entre 1600 y 3100 mm, el mejor crecimiento se observó en suelos de textura ligera y bien drenados en lugares con una estación seca bien definida.

Los resultados de estas pruebas centroamericanas son típicos del espectro de tasas de crecimiento y rendimiento obtenidas en otros lugares para plantaciones jóvenes. En plantaciones experimentales de menos de 5 años de edad establecidas en Puerto Rico (58; información inédita del autor), la India (9, 33, 44, 52), Nepal (65), las Filipinas (39) y Tanzania (40), el crecimiento en el diámetro del tallo varió entre 2.0 y 3.5 cm por año y el crecimiento en altura varió entre 2.6 y 4.0 m por año. En rodales de plantación de mayor madurez (de 5 años de edad o más), el crecimiento anual promedio en altura y diámetro es por lo usual mucho más bajo, de menos de 2.0 m y 2.0 cm, respectivamente² (36, 61).

Los cálculos de la producción de biomasa arriba del terreno total para Puerto Rico (36), Hawaii (6) y la India (9, 21, 49) se encuentran dentro del intervalo de 5 a 55 toneladas (secas) por ha por año, reportado en las pruebas centroamericanas citadas anteriormente. Sin embargo, varios estudios reportan tanto una producción más baja como, más a menudo, más alta en la India (9, 33, 44, 46, 47, 52), Paquistán (81) y Tanzania (40). En sitios buenos en las Filipinas, los rendimientos anuales promedios varían entre 13 y 32 toneladas por ha (75).

El crecimiento en el volumen anual promedio en

plantaciones experimentales bajo un buen manejo en buenos sitios es, por lo general, de entre 30 y 55 m³ por ha (9, 26, 39). En las plantaciones a escala comercial en las Filipinas, sin embargo, los rendimientos de volumen anual promedio fueron por lo usual más bajos, entre 8 y 30 m³ por ha (39).

Las diferencias en genotipo (incluso entre los tipos "gigantes" o "Salvador"), el suelo local y las condiciones climáticas, la intensidad del manejo, y la edad de la plantación parecen influenciar grandemente el crecimiento y el rendimiento, a menudo dificultando las comparaciones entre los estudios. Recientemente se han publicado curvas de índices de sitio, tablas de volumen y regresiones de biomasa para la leucaena (18, 20, 29).

Comportamiento Radical.—La leucaena forma una raíz pivotante muy bien desarrollada y profunda y, por lo general, un sistema radical lateral de distribución amplia, aunque escaso (2). En los suelos fértiles y bien drenados, las raíces laterales crecen agudamente hacia abajo (14). Las raíces finas se encuentran a menudo concentradas en los horizontes superficiales, cerca de la base del tallo (58). Se observó de manera consistente una masa entrelazada de raíces pequeñas y activas en la absorción de nutrientes en árboles de 1.5 años de edad cosechados de parcelas de plantación en un sitio costero arenoso en Puerto Rico (observación personal del autor). La biomasa radical constituyó del 9 al 48 por ciento de la biomasa arbolar total en estas plantaciones jóvenes de Puerto Rico, y del 15 al 24 por ciento de la biomasa arbolar total en plantaciones de 3 años de edad en la India (44, 49).

Las raíces laterales horizontales y pequeñas en las capas de suelo aireado superficial forman asociaciones simbióticas con facilidad con las bacterias fijadoras de nitrógeno de la *Rhizobiaceae*. En Hawaii, la leucaena estuvo nodulada por *Rhizobium* spp., varios tipos procedente de *Desmanthus virgatus*, *Mimosa pudica* L., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., y dos especies de *Sesbania* (2). Las tasas de fijación anual de nitrógeno en la leucaena han sido calculadas tan altas como de 110 kg por ha bajo condiciones de campo (22). La nodulación parece ser influenciada grandemente por la reacción del suelo y es pobre a unos valores de pH de menos de 5.5 (3).

Además de *Rhizobium* spp., las raíces finas y los vellos radical se encuentran infectados con micorrizas vesiculares-arbusculares (MVA), las cuales mejoran la nutrición por fósforo y las relaciones de agua en la leucaena (27, 28, 80). En los suelos tropicales deficientes en fósforo, la inoculación dual con *Rhizobium* spp. y MVA mejora grandemente el crecimiento de las plántulas (41, 67). La infección con MVA parece ser necesaria para que la nodulación ocurra en algunos suelos (62).

Reacción a la Competencia.—La leucaena es una especie con una alta demanda de luz, que crece mejor a pleno sol o bajo una sombra muy leve. Bajo condiciones de mucha sombra, tales como en el sotobosque de rodales densos, el crecimiento se ve suprimido. Sin embargo, los individuos suprimidos pueden persistir en el sotobosque y responden rápidamente cuando se crean nuevos claros (51).

Los rodales de plantación jóvenes responden bien al desyerbado. En pruebas en tres sitios en Costa Rica, no se reportaron tendencias consistentes en el crecimiento en diámetro o altura durante los primeros 5 años de crecimiento a densidades de rodal variando entre 400 y 2,500 árboles por hectárea (64). A densidades de plantación más altas, las tasas

²Servicio Forestal de los Estados Unidos. Información inédita sobre el crecimiento en una plantación de *Leucaena leucocephala* en Cambalache, Puerto Rico. Información ubicada en: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-2500.

de crecimiento para los árboles individuales disminuyen, la ramificación tiende a verse suprimida y la auto-poda de las ramas laterales se vuelve común (44, 75).

La leucaena es apropiada para el manejo a espaciamientos estrechos para la producción de leña y forraje. Los incrementos anuales promedios en biomasa leñosa en plantaciones jóvenes (de 2 a 3 años de edad) por lo general aumentan con la densidad de la plantación hasta los 50,000 árboles por hectárea aproximadamente, y culminan entre 1 año y 3 años (7, 8, 33, 75). La producción de leña es máxima por lo común a espaciamientos de 1 por 1 m, a excepción de sitios secos (33). La leucaena se planta por lo común en granjas de árboles para energía y madera en rollo a espaciamientos de 1 por 0.5 m o 1 por 1 m y a densidades de hasta 75,000 árboles por hectárea cuando se cultiva para forraje (39). Para la producción de leña y postes, se recomiendan unos espaciamientos de 1 por 2 m a 2.5 por 2.5 m, con una edad para la rotación de 3 a 5 años (44, 63, 75). Para productos de madera de diámetro grande (madera en rollo o madera para aserrar), se recomienda una provisión inicial de 5,000 a 10,000 árboles por hectárea, con un entresacado para alcanzar 2,500 árboles por hectárea a los 2 a 3 años y una rotación final de 6 o más años (75). En plantaciones de café en donde se usa como un árbol de sombra, un espaciamiento de 5 por 5 m se considera como óptimo (63).

La leucaena crece bien en plantaciones de especies mixtas. En Puerto Rico, la leucaena plantada en una mezcla de 1:1 con ya sea *Casuarina equisetifolia* L. o *Eucalyptus robusta* Sm. mostró un mayor crecimiento en altura y diámetro del tallo que la leucaena en plantaciones puras durante los primeros 2 años de desarrollo (información inédita del autor). Las especies asociadas también crecieron más rápidamente que en monocultivos a la misma densidad de rodal en el mismo sitio.

Agentes Dañinos.—Desde 1982, la defoliación severa por el psílido chupador de la savia de la leucaena, *Heteropsylla cubana* Crawford (Homoptera: Psyllidae), ha sido reportada en plantaciones en Asia y el Pacífico. El psílido de la leucaena, nativo al Caribe, México y la América Central y del Sur, fue observado por primera vez en Hawaii en 1984; en otras partes del Pacífico, el Sudeste de Asia y Australia en 1985 y 1986 (45); en Sri Lanka en 1986 y en la India, Myanmar (Burma) y China en 1988 (54). La resistencia al psílido parece variar entre los genotipos de *Leucaena*; en Hawaii, las variedades K527, K538, K584, K591, K636, K656 y K658 son tolerantes al psílido (68). Los esfuerzos para aumentar la resistencia de la leucaena a la plaga han tenido cierto éxito a través de la hibridización con otras especies de *Leucaena*, específicamente con *L. collinsi* Britton & Rose, *L. diversifolia* (Schlecht.) Benth., *L. esculenta* (Moc. & Sessé) Benth. y *L. pallida* Britton & Rose (68). Se han identificado varios de los enemigos naturales del psílido, tanto parásitos como depredadores, en el Caribe y en Hawaii como posibles agentes para el control biológico (48).

En Puerto Rico, la leucaena es el huésped de varios insectos homópteros, isópteros, lepidópteros y tisanópteros, aunque ninguno es reportado como causante de daño serio (42). Las larvas de *Heliothis zea* (Lepidoptera: Pieridae) defoliaron parcialmente las plantaciones jóvenes de leucaena en la costa norte de Puerto Rico (observación personal del autor). En Indonesia, *Pseudococcus citri* Risso, que ocurre a elevaciones de más de 600 m y *Ferrisia virgata* Ckll. se

alimentan de las vainas de la leucaena (14). El anillador de las ramitas, *Oncideres rhodosticta* ataca la leucaena en el sur de Texas (16). Varias plagas de insectos que afectan las plántulas y los árboles maduros han sido reportadas en las Filipinas (4).

La leucaena es susceptible a un número de patógenos foliares y de las raíces (69, 74). La mancha de las hojas, causada por *Exosporium leucaenae* F.L. Stevens & Dalby, ha sido reportada en Puerto Rico (74), y las pústulas foliares, causadas por el hongo *Camptomeris leucaenae* (F.L. Stevens & Dalby) Syd., han sido reportadas en Puerto Rico, la República Dominicana y Venezuela (69). En Hawaii, *Botryosphaeria ribis* var. *chromogena* Shear, Stevens & Wilcox y *Physalospora obtusa* (Schw.) Cke., causan el marchitamiento de las ramas (69, 74). Una pudrición severa de las vainas causada por *Colletotrichium gloeosporioides* (Penzig) Penzig & Sacc., ha sido observada en Mauricio (38). Entre las causas de la pudrición radical se encuentran *Fomes lamaoensis* (Murr.) Sacc. & Trott. (en las Indias Orientales), *F. lignosus* (Klotzsch) Bres. en el Pacífico y África ecuatorial (el Congo), *Helicobasidium compactum* Boed. en las Indias Orientales, *Rhizoctonia choussii* Crandall & Arillaga en El Salvador, *Rosellinia arcuata* Petch y *R. bunodes* (Berk. & Br.) Sacc. en Java y Sumatra y *Ustulina deusta* (Fr.) Petr. en Sumatra (14, 69). Una enfermedad causada por *Corticium salmonicolor* Berk. & Br., ha sido reportada en las Indias Orientales; la pudrición del duramen, causada por *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst. ha sido reportada en las Filipinas y *G. pseudoferreum* Walkef. en el Pacífico, y el marchitamiento por *Verticillium albo-atrum* Reinke. & Berth. ha sido reportado en el Congo (69). La gomosis y la cancrrosis, causada por *Fusarium semitectum*, han sido reportadas en la India (9, 66). El mal del vivero, causado por los patógenos fungales de los géneros *Pythium* o *Rhizoctonia*, es a veces un problema en los viveros (75).

La leucaena es muy susceptible al daño por incendios cuando joven, aunque los árboles afectados se recuperan por lo usual rápidamente mediante el rebrote (75). Con los vientos moderados, la especie sufre solamente un daño menor a nivel de las ramas pequeñas. Cuando expuestas a vientos huracanados, las plántulas recién plantadas en Puerto Rico fueron defoliadas y sufrieron la muerte del tallo hasta el collar radical; sin embargo, el 94 por ciento de estas plántulas rebrotaron y crecieron rápidamente después (57).

USOS

La madera de la leucaena tiene un peso específico de entre 0.50 y 0.59 g por cm³ y cuando secada al aire (contenido de humedad del 15 por ciento, en base al peso húmedo) tiene un valor calórico de 19.4 kJ por g. Estas características favorecen su uso como leña y para carbón (34, 39, 71). En las Filipinas, en donde la leucaena ha sido usada por mucho tiempo para estos propósitos, se han establecido plantaciones a gran escala para proveer de combustible para generadores de energía eléctrica, fábricas e instalaciones procesadoras de productos agrícolas (15, 50).

La albura es de color amarillo pálido y el duramen es de color rojizo claro. La madera de la leucaena se trabaja a máquina con facilidad, absorbe preservativos solubles en agua con facilidad, se seca sin rajarse o cuartearse y es de una durabilidad de baja a mediana (75). La resistencia a la

compresión y el módulo longitudinal de elasticidad varían entre 297 y 340 kg por cm², y 86,000 y 104,000 kg por cm², respectivamente (71).

La madera de la leucaena se usa para construcciones ligeras y cajas, y la madera en rollo se usa para postes de cerca así como para postes de alambrado eléctrico y de construcción (50). La madera es también adecuada para muebles y tableros de partículas (71). Esta especie se considera como una fuente promisoría de pulpa de fibra corta para la producción de papel. Experimentos recientes en Taiwan, Japón, las Filipinas y la India indican que la leucaena es adecuada para la producción de pulpa mediante varios métodos (25, 55).

La leucaena se usa en muchas partes de los trópicos como un árbol de sombra o una siembra acompañante en plantaciones de cacao, café, té, vainilla y otras siembras de enredadera, coco, hule, teca y cinchona (12, 31, 51, 53, 75). Se cultiva en muchas áreas en setos densos y se intercultiva con el maíz y otros cultivos alimenticios. En estos sistemas, los setos de leucaena se cortan dos o más veces por año y el follaje cosechado se usa como un abono verde o como forraje para ganado (8, 32, 37, 40, 75).

La leucaena se siembra también para la mejora de los suelos. Su follaje se usa como un abono orgánico, y su capacidad para fijar nitrógeno aumenta la provisión de nitrógeno en los horizontes superiores del suelo (14, 36, 73, 77). Se reporta que su comportamiento radical profundo y agresivo aumenta la infiltración del suelo y disminuye la cantidad de desagüe superficial en sitios con suelos pesados y aquellos con capas impermeables en el subsuelo (50). La habilidad de la leucaena para prosperar en pendientes escarpadas, en suelos marginales y en áreas con estaciones secas prolongadas, la hacen útil en la reforestación de cuencas denudadas, laderas y pastizales (2, 12, 50).

La leucaena se usa también como una planta de ornamento a la orilla de caminos, como árbol de sombra alrededor de viviendas y en setos, rompevientos y barreras contra incendios (14, 51, 75). Estudios efectuados en plantaciones en áreas industriales en la India con niveles elevados de contaminantes atmosféricos, cloro y ácido clorhídrico en particular, sugieren que la leucaena tiene una capacidad intermedia para soportar la contaminación severa del aire, si se le compara con otras especies comúnmente plantadas (1).

Las hojas y las vainas se usan extensamente como forraje para vacas, búfalos de agua y cabras. El contenido proteínico del forraje seco (hojas y ramitas) varía entre 14.0 y 16.2 por ciento (56). Dependiendo de la variedad, el follaje contiene del 19 al 47 por ciento de mimosina (6), un amino ácido que puede ser tóxico para el ganado. La mimosina ocasiona la pérdida de peso y la mala salud en animales monogástricos como cerdos, caballos, conejos y aves de corral cuando el forraje de leucaena constituye aproximadamente más del 5 a 10 por ciento (en base al peso) de la dieta (39). Sin embargo, los rumiantes (vacas, búfalos y cabras) en la mayoría del mundo (con la excepción de Australia, Papua Nueva Guinea y partes de Africa y el Pacífico), poseen microorganismos estomacales que convierten a la mimosina en una sustancia inofensiva (51).

En algunas áreas rurales de la América Central y del Sudeste de Asia, la gente consume tanto las vainas tiernas como las hojas como un vegetal cocido, y las semillas se pueden preparar supuestamente como un sustituto para el

café (14, 35). Sin embargo, el potencial tóxico de la mimosina hace que su consumo por los humanos sea riesgoso (51). La corteza y las raíces se usan en remedios caseros (34). Se reporta que las raíces tienen propiedades emenagógicas y abortivas (70). Las semillas rinden un 8.8 por ciento de aceite, que consiste de ácidos palmítico, esteárico, behénico, lignocérico, oleico y linoleico (2). La leucaena se considera como una buena planta para las abejas de miel (34).

En México se extraen tintes rojos, marrones y negros de las vainas, hojas y corteza. A través de la Cuenca del Pacífico, las semillas de leucaena se usan como cuentas para propósitos decorativos (51). Las semillas contienen selenio y se usan en Sri Lanka para preparar un veneno para peces y un repelente para gusanos (12).

GENÉTICA

El género *Leucaena* consiste de aproximadamente 50 especies de arbustos y árboles que ocurren en las regiones tropicales y subtropicales de la América del Norte y del Sur, Africa y el Pacífico del Sur (2, 6). Aproximadamente 13 especies son endémicas a México (2). Además de *L. leucocephala*, varias otras especies son dignas de mayor atención y estudio como posibles fuentes de madera de buena calidad, leña y forraje. Estas incluyen *L. collinsii* Britton & Rose, *L. diversifolia* (Schlecht) Benth., *L. esculenta* (Moc & Sessé) Benth., *L. lanceolata* Watson, *L. macrophylla* Benth., *L. pulverulenta* (Schlecht) Benth., *L. retusa* Benth., *L. shannoni* Donn. Smith y *L. trichodes* Benth. (2, 6).

Los estudios de campo y los análisis cromosómicos sugieren que *L. leucocephala*, una especie poliploide con 104 cromosomas, se originó como un híbrido alotetraploide de *L. diversifolia* y *L. collinsii*. Las variedades comunes y gigantes de la leucaena se pueden considerar como los tipos norteños y sureños de esta especie (6).

Existen más de 800 variedades conocidas de la leucaena (6, 30), clasificadas de manera general en tres tipos. El tipo común incluye variedades pequeñas y arbustivas que crecen hasta 5 m de alto. Este tipo, originalmente de las áreas costeras de México, se ha esparcido ampliamente a través de los trópicos, convirtiéndose en un colonizador agresivo en muchas áreas. El tipo gigante incluye las variedades altas que crecen a una altura de 20 m, con hojas, vainas, y semillas de mayor tamaño, troncos más grandes y menos ramificados. Originalmente de los bosques del interior en la América Central y México, estas variedades han sido objeto de estudio sólo desde el inicio de la década de 1960. Un número de cultivares del tipo Salvador, de rendimiento extremadamente alto, conocidos como "gigantes hawaianos" y designados como K8, K28, K67, K636, etc., se plantan al presente para la obtención de madera, productos de madera y leña a nivel mundial. El tipo "Perú" incluye variedades de árboles de tamaño mediano que crecen hasta los 10 m de altura. Estas variedades se ramifican extensamente, a menudo comenzando bajo en el tronco, y producen abundante forraje cuando se podan con frecuencia (51).

El género *Leucaena* es un complejo capaz de inter-cruces; los esfuerzos reproductivos se han concentrado en la producción de híbridos inter-específicos, de los cuales más de 50 se encuentran bajo estudio en Hawaii, Australia, Taiwan e Indonesia (55).

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit ha sido conocida por varios sinónimos botánicos, incluyendo *Leucaena glauca* (L.)

Benth., *L. blancii* Goyena, *L. glabrata* Rose, *L. greggii* Watson, *L. latisiliqua* (L.) W.T. Gillis y *L. salvadorensis* Stanley (6, 51), *Acacia biceps* DC., *A. caringa* Ham., *A. frondosa* Willd., *A. glauca* DC., *A. leucocephala* DC. (24) y *Mimosa glauca* L. (12).

LITERATURA CITADA

1. Agrawal, Anupam; Neema, C.S.; Saxena, K.S.; Chhaya, J.C. 1986. Effect of industrial gases on forest vegetation. *Journal of Tropical Forestry*. 2(2): 170-171.
2. Allen, O.N.; Allen, Ethel K. 1981. *The Leguminosae: a sourcebook of characteristics, uses, and nodulation*. Madison, WI: University of Wisconsin Press. 812 p.
3. Balasundaran, M.; Mohamed Ali, M.I. 1987. Root nodulation potentialities of *Leucaena leucocephala* in Kerala. KPRI Res. Rep. 48. Peechi, India: Kerala Forest Research Institute. 21 p.
4. Braza, Ricardo D.; Salise, Gregorio M. 1988. Summary of insect pests of leucaena in the Philippines. *Leucaena Research Reports*. 9: 90-91.
5. Brewbaker, J.L.; Plucknett, D.L.; Gonzalez, V. 1972. Varietal variation and yield trials of *Leucaena leucocephala* (Koa hoale) in Hawaii. *Hawaii Agricultural Experiment Station Res. Bull.* 166. Honolulu, HI: University of Hawaii, College of Agriculture. 29 p.
6. Brewbaker, James L., ed. 1980. *Giant leucaena (Koa haole) energy tree farm*. Honolulu, HI: Hawaii Natural Energy Institute. 90 p.
7. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Ser. Técnico Rep. 79. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 691 p.
8. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991. *Leucaena, Leucaena leucocephala* (Lam. de Wit.), especie de árbol de uso múltiple en América Central. Ser. Técnico Rep. 166. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 60 p.
9. Chaturvedi, A.N. 1983. Growth of *Leucaena leucocephala*. *Indian Forester*. 109(1): 7-9.
10. Chaturvedi, A.N. 1985. Biomass production on saline alkaline soils. *Nitrogen Fixing Tree Research Rep.* 3: 7-9.
11. Daguma, B.; Kang, B.T.; Okali, D.U.U. 1988. Factors affecting germination of leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit seed. *Seed Science Technology*. 16(2): 489-500.
12. Dassanayake, M.D., ed. 1980. *Revised handbook to the flora of Ceylon*. New Delhi: Amerind Publishing Co. 508 p.
13. Diangana, D. 1985. Recherche d'un traitement d'avant semis capable d'accélérer la germination des graines de *Acacia mangium*, *Albizia falcataria*, *Calliandra calothyrsus*, et *Leucaena leucocephala*. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 3: 2-3.
14. Dijkman, M.J. 1950. *Leucaena*—A promising soil erosion control plant. *Economic Botany*. 4: 337-349.
15. Durst, Patrick B. 1987. Energy plantations in the Republic of the Philippines. Res. Pap. SE-265. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. 17 p.
16. Felker, Peter; Reyes, Isidro; Smith, Dom. 1983. Twig girdler (*Oncideres*) spp. damage to *Acacia*, *Albizia*, *Leucaena*, and *Prosopis* in the New World. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 1: 44-45.
17. Gooding, E.G.B. 1974. *The plant communities of Barbados*. Bridgetown, Barbados: Government Printing Office. 243 p.
18. Goudie, J.W.; Moore, J.A. 1987. Growth and yield of leucaena in the Philippines. *Forest Ecology and Management*. 21(2-3): 285-298.
19. Gutteridge, R.C.; Akkasaeng. 1985. Evaluation of nitrogen fixing trees in northeast Thailand. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 3: 46-47.
20. Gutiérrez, Amable. 1985. Crecimiento y rendimiento de *Leucaena leucocephala* en Loma Larga, Panamá. *Silvoenergía, Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple*. No. 5. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 4 p.
21. Hans, A.S.; Dhandu, R.S. 1997. Fuelwood production by *Leucaena leucocephala*. *Journal of Tropical Forestry*. 3(3): 213-216.
22. Högborg, P.; Kvarnstrom, M. 1982. Nitrogen fixation by the woody legume *Leucaena leucocephala* in Tanzania. *Plant and Soil*. 66: 21-28.
23. Holdridge, L.R. 1967. *Life zone ecology*. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
24. Hooker, J.D. 1879. *The flora of British India*. Ashford, Kent: L. Reeve & Co. 290 p. Vol. 2.
25. Hu, Ta Wei. 1986. Pulp and paper uses of nitrogen fixing tree species. *NFTA Development Publications Series*. Waimanalo, HI: Nitrogen Fixing Tree Association. 13 p.
26. Hu, Ta Wei; Kiang, T.; Shih, W.C. 1980. The growth of planted *Leucaena leucocephala*. *Bull.* 335. Taipei, Taiwan: Taiwan Forestry Research Institute. 12 p.
27. Huang, R.S.; Fox, R.L. 1984. The use of leaflets to track the effectiveness of mycorrhiza associated with leucaena. *Leucaena Research Reports*. 5: 79-83.
28. Huang, R.S.; Yost, R.S.; Smith, W.K. 1983. Influence of VA mycorrhiza on growth, nutrient absorption, and water relations in *Leucaena leucocephala*. *Leucaena Research Reports*. 4: 87-88.
29. Hughell, David A. 1990. Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de: *Eucalyptus camaldulensis*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* en América Central. *Tech. Boll.* 22, Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple, MADELENA. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 57 p.
30. Hutton, E.M.; Gray, S.G. 1959. Problems in adapting *Leucaena glauca* as a forage in the Australian tropics. *Empire Journal of Experimental Agriculture*. 27(107): 187-196.
31. Joshi, H.B. 1983. *The silviculture of India trees*, Ed. rev. Delhi: Government of India Press. 344 p. Vol. 4.
32. Kang, B.T.; Wilson, G.F.; Spikens, L. 1981. Alley cropping maize (*Zea mays*) and leucaena, (*Leucaena leucocephala*) in southern Nigeria. *Plant and Soil*. 63: 165-179.
33. Lahiri, A.K. 1986. Trial on intensive cultivation for maximum biomass production. *Indian Agriculturalist*. 30(4): 281-285.

34. Little, Elbert L., Jr. [s.f.]. Common fuelwood crops: a handbook for their identification. Morgantown, WV: Communi-Tech Associates. 354 p.
35. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
36. Lugo, Ariel E.; Wang, Deane; Bormann, F. Herbert. 1990. A comparative analysis of biomass production in five tropical tree species. *Forest Ecology and Management*. 31: 153-166.
37. Lulandala, L.L.L.; Hall, John B. 1987. Fodder and wood production from *Leucaena leucocephala* intercropped with maize and beans at Mafiga, Morogoro, Tanzania. *Forest Ecology and Management*. 21: 109-117.
38. Lutchmeah, R.S. 1988. *Colletotrichum gloeosporioides* causing rot of *Leucaena leucocephala* in Mauritius. *Leucaena Research Reports*. 9: 65.
39. MacDicken, Kenneth G. 1988. Nitrogen fixing trees for wastelands. RAPA Publication 1988/9. Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific. 104 p.
40. Maghembe, J.A.; Kaoneka, A.R.S.; Lulandala, L.L.L. 1986. Intercropping, weeding and spacing effects on growth and nutrient content in *Leucaena leucocephala* at Morogoro, Tanzania. *Forest Ecology and Management*. 16: 269-279.
41. Manjunath, A.; Bagyaraj, D.J.; Gowda, H.S.G. 1984. Dual inoculation with VA mycorrhiza and rhizobium is beneficial to leucaena. *Plant and Soil*. 78: 445-448.
42. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Mayagüez, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Department of Entomology. 303 p.
43. McVaugh, Rogers. 1983. Flora Novo-Galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western Mexico. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press. 786 p. Vol. 5.
44. Mishra, C.M.; Srivastava, R.J.; Singh, S.L. 1986. Patterns of biomass accumulation and productivity of *Leucaena leucocephala* var. K-8 under different spacing. *Indian Forester*. 112(8): 743-746.
45. Mitchell, Wallace C.; Waterhouse, Douglas F. 1986. Spread of the *Leucaena* psyllid, *Heteropsylla cubana*, in the Pacific. *Leucaena Research Reports*. 7: 6-8.
46. Mohatkar, L.C.; Relwani, L.L. 1985. Effect of plant population, stubble height and number of cuttings on the growth, seed, forage and firewood production of *Leucaena* K8. *Leucaena Research Reports*. 6: 40-41.
47. Mohinder Pal; Raturi, D.P. 1988. Biomass production and nutrient use efficiency of *Leucaena leucocephala* grown in an irrigated energy plantation. *Van Vigyan*. 26(3-4): 73-79.
48. Nakahara, Larry M.; Funasaki, George Y. 1986. Natural enemies of the leucaena psyllid, *Heteropsylla cubana* Crawford (Homoptera: Psyllidae). *Leucaena Research Reports*. 7: 9-12.
49. Nath, S.; Das, P.K.; Gangopadhyay, S.K. [y otros]. 1989. Suitability of different forest species for social forestry programme under different soil conditions. Part 1. Alluvial soil. *Indian Forester*. 115(8): 536-547.
50. National Academy of Sciences. 1980. Firewood crops: shrub and tree species for energy production. Washington, DC: National Academy of Sciences. 237 p.
51. National Academy of Sciences. 1984. *Leucaena*: promising forage and tree crop for the Tropics. 2a ed. Washington, DC: National Academy of Sciences. 100 p.
52. Nerkar, V.G. 1984. Irrigated subabul plantations in Yavatmal District for raising biomass. *Indian Forester*. 110: 861-867.
53. Newton, K; Thomas, P. 1983. Role of NFT's in cocoa development in Samoa. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 1: 15-17.
54. Nitrogen Fixing Tree Association. 1988. *Leucaena* psyllids, a review of the problem and its solutions. NFTA Highlight 88-05. Waimanalo, HI: Nitrogen Fixing Tree Association. 2 p.
55. Nitrogen Fixing Tree Association. 1990. *Leucaena*: an important multipurpose tree. NFTA Highlight 90-01. Waimanalo, HI: Nitrogen Fixing Tree Association. 2 p.
56. Oakes, A.J.; Skov, O. 1967. Yield trials of *Leucaena* in the U.S. Virgin Islands. *Journal of Agriculture, University of Puerto Rico*. 51: 176-181.
57. Parrotta, John A. 1990. Hurricane damage and recovery of multipurpose tree seedlings at a coastal site in Puerto Rico. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 8: 64-66.
58. Parrotta, John A. 1991. Effect of an organic biostimulant on early growth of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus tereticornis*, *Leucaena leucocephala*, and *Sesbania sesban* in Puerto Rico. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 9: 50-52.
59. Pennington, T.D.; Sarukhan, José. 1968. *Arboles tropicales de México*. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 415 p.
60. Puri, Sunil; Shamet, G.S. 1988. Rooting of stem cuttings of some social forestry species. *International Tree Crops Journal*. 5: 63-70.
61. Relwani, L.L.; Lahane, B.N.; Gandhe, A.M. 1988. Performance of nitrogen-fixing MPTS on mountainous wastelands in low rainfall areas. En: Withington, D.; MacDicken, K.G.; Sastry, C.B.; Adam, N.R., eds. *Multipurpose tree species for small farm use: actas de un taller; 1987 Nov. 2-5; Pattaya, Thailand*. Morrilton, AR: Winrock International Institute for Agricultural Development; Ottawa: International Development Research Centre of Canada: 105-113.
62. Roskoski, Joann P.; Pepper, Ian; Pardo, Enrique. 1986. Inoculation of leguminous trees with rhizobia and VA mycorrhizal fungi. *Forest Ecology and Management*. 16: 57-68.
63. Salazar, Rodolfo. 1986. *Leucaena diversifolia* y *Leucaena leucocephala* en Costa Rica: Silvoenergía, Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple. 18. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 4 p.
64. Salazar, Rodolfo; Picado, Walter; Ugalde, Luis. 1987. Comportamiento de leucaena en Costa Rica. *Tech. Series Rep*. 115. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 42 p.
65. Sapkota, Maheshwar. 1988. Multipurpose tree species for small farm use in Nepal. En: Withington, D.; MacDicken, K.G.; Sastry, C.B.; Adams, N.R., eds. *Mul-*

- tipurpose tree species for small farm use: Actas de un taller; 1987 November 2-5; Pattaya, Thailand. Morrilton, AR: Winrock International Institute for Agricultural Development; Ottawa: International Development Research Centre of Canada: 48-52.
66. Singh, Pratap; Singh, Sujana. 1987. Pest and pathogen management in agroforestry systems. En: Khosla, P.K.; Khurana, D.K., eds. Agroforestry for rural needs: Actas de un simposio; 1987 February 22-26; New Delhi, India. Solan, India: Indian Society of Tree Scientists: 153-177. Vol. 1.
 67. Sivaprasad, P.; Hegde, S.V.; Rai, P.V. 1983. Effect of rhizobium and mycorrhiza inoculation on growth of leucaena. *Leucaena Research Reports*. 4:42.
 68. Sorensson, Charles; Brewbaker, James L. 1986. Resistance of leucaena species and hybrids. *Leucaena Research Reports*. 7: 13-15.
 69. Spaulding, Percy. 1961. Foreign diseases of forest trees of the world. *Agric. Handb.* 197. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 361 p.
 70. Standley, P.C. 1922. Contributions from the National Herbarium. Trees and shrubs of Mexico. Washington DC: Government Printing Office. 1721 p. Vol. 23.
 71. Tang, Jung-Lei. 1986. Property and utilization of wood from fast grown *Leucaena* in Taiwan. En: 18th IUFRO World Congress: Actas, División 2, Vol. 2; 1986 September 7-21; Ljubljana, Yugoslavia. Ljubljana: Razmnozevanje Plesko: 469-478.
 72. Tomar, O.S.; Gupta, R.K. 1985. Performance of some forest tree species in saline soils under shallow and saline watertable conditions. *Plant and Soil*. 87: 329-335.
 73. Torres, Filemón. 1983. Potential contribution of leucaena hedgerows intercropped with maize to the production of organic nitrogen and fuelwood in the lowland Tropics. *Agroforestry Systems*. 1: 323-333.
 74. United States Department of Agriculture. 1960. Index of plant diseases in the United States. *Agric. Handb.* 165. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 531 p.
 75. Van den Beldt, Rick J.; Brewbaker, James L., eds. 1985. *Leucaena wood production and use*. Waimanalo, HI: Nitrogen Fixing Tree Association. 50 p.
 76. Von Carlowitz, Peter G. 1986. Multipurpose tree and shrub seed directory. Nairobi: International Council for Research in Agroforestry. 265 p.
 77. Wang, Deane; Bormann, F. Herbert; Lugo, Ariel E.; Bowden, Richard D. 1991. Comparison of nutrient use efficiency and biomass production in five tree taxa. *Forest Ecology and Management*. 46: 1-21.
 78. Webb, Derek B.; Wood, Peter J.; Smith, Julie P.; Henman, G. Sian. 1984. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. *Trop. For. Pap.* 15. 2^a ed. rev. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford; London: Overseas Development Administration. 256 p.
 79. Westwood, Sally. 1987. The optimum growing period in the nursery for six important tree species in lowland Nepal. *Banko Janakari*. 1(1): 5-12.
 80. Yost, R.S. 1981. Influence of VA mycorrhizae on early growth and P nutrition of leucaena. *Leucaena Research Reports*. 4: 73-74.
 81. Zafar, M.I.; Muhammad Shafiq, Ali Gohar. 1988. Prospects of *Leucaena* plantations under gullied and rainfed conditions of Pothwar Plateau. *Pakistan Journal of Forestry*. 38(1): 25-32.

Maesopsis eminii Engl.

Musizi

Rhamnaceae

Familia de las ramnáceas

John K. Francis

Maesopsis eminii Engl., conocido comúnmente como musizi, es un árbol originario de África, de crecimiento acelerado y un comportamiento colonizador agresivo en pastizales y claros en el bosque. Su crecimiento monopodial contribuye al desarrollo de un fuste claro, recto y cilíndrico (fig. 1). Su madera de peso liviano se usa como un sustituto para la madera de pino y se le ha usado en África como un árbol de sombra en cafetales.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El musizi crece en una franja a lo largo de la línea ecuatorial (de 2° S. hasta 8° N.) en África Central (28). Su área de distribución natural se extiende desde el área del



Figura 1.—Una mezcla de árboles de musizi, *Maesopsis eminii*, plantados y voluntarios en Puerto Rico.

Lago Victoria en Kenia y Tanzania a través del Congo y a lo largo del Golfo de Guinea (7, fig. 2). La especie se maneja en rodales naturales y se planta en muchas áreas a través de su distribución natural.

El musizi ha obtenido una reputación considerable como un árbol de plantación y como una madera útil. Como tal, se ha esparcido a través de los trópicos húmedos. Se han reportado plantaciones en Malasia (18, 23), Fiji (28) e Indonesia (13, 27). Existen pruebas de adaptabilidad en progreso en Puerto Rico (12, fig. 1), la India (1), Samoa Occidental (9), las Islas Salomón (16), Sudán (10) y Malawi (24). En Puerto Rico, la especie se ha escapado y se ha esparcido de manera agresiva a partir de los sitios de las pruebas iniciales de adaptabilidad.

En su distribución africana, el musizi es muy común en el ecotono entre el bosque alto y la sabana. Es una especie agresiva seral, que coloniza los pastizales y las áreas perturbadas dentro de los bosques (6, 7).

Clima

El musizi es una especie de clima húmedo. Su límite norte en África corresponde a una precipitación anual promedio límite de 1200 mm. Los árboles en Puerto Rico con mejor crecimiento se pueden encontrar en donde la precipitación anual alcanza 3000 mm y en donde la lluvia es ya sea uniforme o cae en mayor cantidad durante el verano. La especie puede tolerar una temporada seca de hasta 2 meses de duración (29). En Uganda, se reporta que el musizi pierde sus hojas durante la temporada seca entre el mes de enero y la mitad de abril (25). El musizi crece en donde las temperaturas anuales promedio son de entre 22 y 27 °C. Las temperaturas durante los meses en promedio más calientes son de entre 26 y 32 °C; las temperaturas durante los meses en promedio más fríos son de entre 16 y 24 °C (29). La especie ocurre entre los 100 y los 1,500 m sobre el nivel del mar (11, 29).

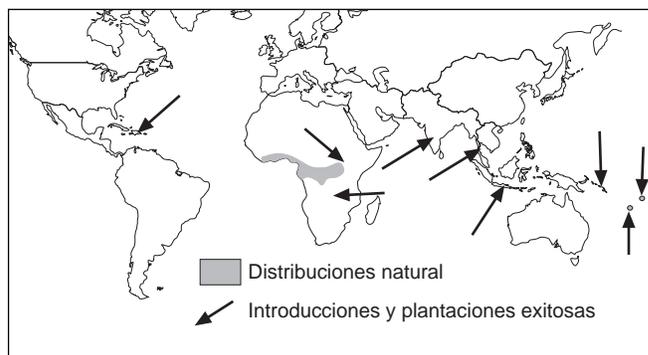


Figura 2.—Distribución del musizi, *Maesopsis eminii*.

Suelos y Topografía

A pesar de que el musizi probablemente crece mejor en francos arenosos fértiles, húmedos y profundos (29), tolera una gran variedad de condiciones de sitio. En Malasia se ha observado un crecimiento espectacular en sitios con condiciones tan pobres que condujeron al fracaso de muchas otras especies (24). En Kenia, el musizi se ha plantado en suelos lateríticos rojos (21), mientras que en Indonesia se le considera adecuada solamente para suelos fértiles y bien drenados (27). En pruebas en Puerto Rico, la especie tuvo éxito en suelos desde francos arenosos hasta arcillas y con unos valores de pH desde neutrales hasta muy ácidos. El musizi fracasó o creció de manera pobre en suelos en donde el drenaje interno fue impedido. En las áreas en donde otros factores no son limitantes, la topografía probablemente no es un factor importante.

Cobertura Forestal Asociada

El musizi es una especie sucesional temprana con una gran habilidad para colonizar los pastizales y las áreas perturbadas en el bosque alto. En el bosque Budu en Uganda, el musizi, junto con *Piptadenia africana* Hook. f. constituyen el 80 por ciento de los árboles (7). En las Islas Sese del Lago Victoria, el musizi se encuentra creciendo en asociación con *Uapaca guineensis* (Don) Muell. Arg., *Piptadeniastrum africanum* (Hook. f.) Brenan y *Canarium schweinfurthii* Engl. (15). En el bosque alto de las planicies o bosque de galería, de Sudán ecuatorial, el musizi se puede encontrar creciendo en asociación con *Khaya grandifoliola* C. DC., *Chlorophora excelsa* (Welw.) Benth. & Hook. f., *Canarium* sp., *Entandophragma* sp., *Chrysophyllum* sp., *Funtumia* sp. y *Mildbraediendron* sp. (26).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Unas flores verde amarillas de pequeño tamaño son producidas en pequeñas cimas axilares. El período de florescencia es variable y tiene lugar durante abril hasta junio en Ghana (25) y entre noviembre y enero en Uganda (7). La fruta, una drupa de alrededor de 2.5 cm de largo, es de color amarillo al momento de caer, pero una vez en el suelo se vuelve de color morado oscuro cuando completamente madura. Tiene una apariencia similar al de una ciruela pequeña. El pericarpio carnoso es consumido por las aves, particularmente los tucanes, a la vez que los monos, ratones y murciélagos, que en el proceso dispersan las semillas en un área extensa. Se encuentran entre 700 y 1,000 semillas por kilogramo una vez el pericarpio es removido (30). Las semillas para la siembra se recolectan poco después de la caída de la fruta. El pericarpio es removido y las semillas se secan al sol por unos pocos días. Las semillas deberán ser sembradas tan pronto como sea práctico debido a que pierden su capacidad para germinar después de tan sólo 3 meses en almacenamiento a una temperatura de 4 a 8 °C (30).

Desarrollo de las Plántulas.—Bajo condiciones apropiadas, la germinación tiene lugar en un período de alrededor de un mes (7, 11). Si se usan semillas

cuidadosamente seleccionadas, la germinación puede alcanzar hasta el 76 por ciento, pero por lo general se obtiene una germinación de alrededor del 50 por ciento (30). Las semillas se siembran a una profundidad de aproximadamente 2.5 cm (7).

Varios métodos de regeneración artificial han tenido éxito. La siembra directa constituye una práctica efectiva y conveniente (7, 10). Las semillas son voluminosas, pero ciertamente no tan voluminosas o delicadas al tacto como las plántulas. En el este de África, el uso de la siembra directa de semillas se encuentra confinado a las zonas más secas, en donde el uso del trasplante es demasiado arriesgado (14). Las plántulas con la parte superior removida se plantan también con frecuencia (2, 18, 25). Las plántulas cultivadas en bolsas plásticas u otros contenedores se han usado también para el establecimiento de plantaciones (7, 12, 18). Las plántulas en contenedores deberán ser adecuadas para el trasplante al campo a los 2 meses de edad, pero el uso de plántulas en contenedores no se ha documentado en la literatura.

La buena germinación de las semillas, junto con la dispersión a través de varios agentes animales, resulta en una gran abundancia de plántulas en el bosque. Las plántulas bajo una sombra densa desaparecen rápidamente; sin embargo, en los claros en el bosque o bajo el dosel de especies pioneras y con una buena cantidad de luz filtrada, las plántulas podrán sobrevivir y desarrollarse. Bajo una buena cantidad de luz solar y con una humedad adecuada, el musizi crecerá de 1 a 3 m durante la primera temporada (7, 11, 25). Se reporta una supervivencia del 90 por ciento al final del primer año en una plantación usando plántulas con la parte superior removida (25).

Reproducción Vegetativa.—El musizi rebrota al ser cortado (18), pero no existen reportes en la literatura sobre el arraigamiento de las estacas o sobre injertos.

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—A pesar de que la madera del musizi es deseable, la verdadera popularidad de la especie se basa en su alta tasa de crecimiento. Se han reportado unas estadísticas muy impresionantes al respecto. En Ghana, las plantaciones de 1.5 años de edad tuvieron 6.7 m de alto (25). Se midió una altura dominante de 15 a 18 m en plantaciones de 5 años de edad en Malasia (18). Una plantación de 45 años de edad en la parte muy húmeda de Tangañica tuvo una altura promedio de 37 m y un d.a.p. de alrededor de 1.5 m (11). El crecimiento anual promedio en altura de las plantaciones exitosas usualmente es de alrededor de 1.5 a 2.5 m por año durante los primeros 3 a 8 años. En Puerto Rico, las plantaciones de 6 años de edad promediaron 8.6 m de alto. El incremento en el diámetro varía entre 1.5 y 5.5 cm por año (9). Se reportó un incremento total anual promedio en el volumen de 22.2 a 33.6 m³ por ha para parcelas entresacadas de 5 a 10 años de edad en Malasia (18).

La relación de copa (diámetro de copa/d.a.p.) a media rotación del musizi es de 27, más alta que para la mayoría de las angiospermas. Por la tanto, no se deberá permitir que el área basal exceda los 13.8 m² por ha si se desea proveer de un suficiente espacio para el desarrollo de las copas (5). Una muestra de codominantes en un rodal voluntario sin

entresacar en Puerto Rico tuvo una relación de copa promedio de 26.9 ± 2.2 .

El musizi presenta un comportamiento monopodial muy marcado; esto, combinado con la corta vida de las ramas y una rápida poda natural de las ramas muertas resulta en un fuste recto, limpio y cilíndrico. Los contrafuertes son mínimos cuando aparecen en esta especie.

Comportamiento Radical.—Las plántulas desarrollan una larga raíz pivotante con rapidez (7). En Puerto Rico, los árboles de 24 años de edad creciendo en un suelo arcilloso han desarrollado unas raíces laterales gruesas que se extienden por varios metros sobre la superficie de la arcilla cenagosa.

Reacción a la Competencia.—La capacidad de la especie para colonizar pastizales y claros en el bosque (7, 10, 11) sugiere una gran resistencia a la competencia por las hierbas y los arbustos. A pesar de que el musizi no es capaz de competir con las gramíneas altas y toscas, tales como *Pennisetum purpureum* e *Imperata* spp., después de que otras especies comienzan a invadir el área y a sombrear las gramíneas, las plántulas de musizi son capaces de sobrevivir (7). Si es necesario eliminar un estrato superior antes del plantado, es beneficioso el envenenar los árboles hasta con 3 meses de anticipación (28). Una vez establecido, el musizi crecerá sin necesidad de una atención esmerada (11). El crecimiento rápido, la corteza relativamente lisa y la eliminación rápida de las ramas otorgan a la especie una habilidad especial para crecer a través de las enredaderas en competencia (17).

Se reporta que el musizi es una especie con una alta demanda de luz a través de toda su vida (25). Sin embargo, en Puerto Rico, la reproducción del musizi ha formado unos estratos inferiores y medios de brinzales y árboles en etapa de poste en plantaciones de pino, eucalipto, kadam y *Toona* sp.

Se han usado muchos y varios espaciamientos para el plantado del musizi. En las plantaciones del tipo taungya en Ghana, se han usado unos espaciamientos de 1.8 por 2.7 m, 3.7 por 3.7 m y 5 por 5 m (25). Las plantaciones en líneas en Sudán se han efectuado usando un espaciamiento inicial de 6 m entre líneas y de 2 m dentro de ellas (10). Para plantaciones en líneas en Fiji se han usado unos espaciamientos iniciales de 9 m entre líneas y de 3.6 m dentro de las mismas (28). En Malasia se calcularon unos espaciamientos triangulares basados en los diámetros de copa para obtener un crecimiento óptimo (22). Los espaciamientos para los árboles con un d.a.p. de 30.5 cm en rodales con un aprovisionamiento pleno deberán ser de 5.7 m entre filas y de 19.6 m dentro de ellas.

Agentes Dañinos.—Se han reportado unos pocos agentes dañinos. En el Congo, un escarabajo cerambícido, *Monohammus scabiosus*, excava galerías en los tallos de tamaño de poste, creando la posibilidad de la quiebra del tallo con los vientos fuertes (7). En Uganda, se puede formar un cancro cuando el árbol es atacado por el complejo patogénico de *Fusarium solani* con una bacteria asociada, *Leuconostoc mesenteroides*. Los tallos afectados deberán ser removidos durante las operaciones de entresacado si no se recobran (3, 8). Los animales de pasto pueden causar un daño considerable a las plántulas y los brinzales. La resistencia a los vientos se clasifica como moderadamente buena (28). La madera sin tratar no es resistente a las termitas y sufrirá de la descomposición en contacto con el suelo o bajo condiciones continuamente húmedas (4, 7).

USOS

El duramen del musizi es verde amarillo o marrón verdusco, volviéndose marrón dorado con la exposición. La albura es blanca. La densidad de la madera varía entre 0.38 y 0.48 g por cm^3 (29). La madera se seca con una rapidez moderada, sufriendo un cierto grado de torcedura pero poca cuarteadura. Los maderos tienen una tendencia a rajarse durante las operaciones de tala y almacenamiento. La madera se aserra y se trabaja a máquina con facilidad. La alta capacidad para la absorción de la madera hace que sea fácil de tratar con preservativos, pero difícil de acabar. La madera del musizi se usa para cajas, jabas, madera de taller, tablas en capas y triplex y maderos para la construcción (4). Se le considera como un sustituto para la madera de pino. Se encontró que la pulpa hecha a partir del musizi fue de igual calidad o superior a la de la mayoría de las especies templadas de madera dura usadas con mayor frecuencia, en cuanto a sus propiedades con respecto a la fortaleza de sus enlaces y la resistencia a desgarrarse (20). No parece existir razón alguna que prevenga su uso para los tableros de partículas y de hojuelas. Las infusiones de la corteza se usan en la medicina popular como un tratamiento para varias enfermedades (25). La especie se ha usado con éxito en Uganda como un árbol de sombra en cafetales (7).

GENETICA

Maesopsis es un género monotípico. El tamaño promedio alcanzado por la especie disminuye al atravesar el continente africano del este al oeste; esto se debe aparentemente a la composición genética del género. En Uganda, la especie por lo común alcanza de 27 a 37 m de alto (7), mientras que en Nigeria el árbol rara vez sobrepasa los 15 m de altura (4).

LITERATURA CITADA

1. Ananthanarayana, A.K.; Jain, J.C. 1982. A note on the physical and mechanical properties of *Maesopsis eminii* Engl. (musizi). Indian Forester. 108(12): 741-746.
2. Brasnett, N.V. 1940. Stump planting. East African Agriculture Journal. 3: 387-388.
3. Brown, K.W. 1964. Observations on a stem canker of musizi (*Maesopsis eminii* Engl.). East African Agriculture and Forestry Journal. 30(1): 54-58.
4. Chudnoff, M. 1979. Tropical timbers of the world. Madison, WI: Forest Products Laboratory, U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 831 p.
5. Dawkins, H.C. 1963. Observations on crown diameter, stocking, silvicultural requirements and possible yield of *Maesopsis*. Technical Note 144/63. Entebbe, Uganda: Forestry Department of Uganda. 2 p.
6. Eggeling, W.J. 1940. The indigenous trees of the Uganda Protectorate. Entebbe, Uganda: Government Printer. 296 p. Disertación doctoral. University of Edinburgh.
7. Eggeling, W.J.; Harris, C.M. 1939. Fifteen Uganda timbers. Oxford, England: The Clarendon Press. 120 p.
8. Etheridge, D.E. 1965. Report to the government of Tanzania on forest tree diseases. FAO Rep. 2056. Rome, Italy: Expanded Program of Technical Assistance, Food and Agriculture Organization. [s.p.].

9. Fenton, R.; Roper, R.E.; Watt, G.R. 1977. Lowland tropical hardwoods: an annotated bibliography of selected species with plantation potential. Wellington, New Zealand: External Aid Division, Ministry of Foreign Affairs. [n.p.].
10. Ferlin, G. 1970. Souvenirs du Soudan. *Reveu Bois et Forêts des Tropiques*. 133: 3-14.
11. Food and Agriculture Organization. 1956. Tree planting practices in tropical Africa. FAO Development Pap. 8. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 302 p.
12. Geary, T.F.; Briscoe, C.B. 1972. Tree species for plantations in granitic uplands in Puerto Rico. Res. Pap. ITF-14. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 8 p.
13. Hellinga, G. 1950. Forest species for planting on a large scale. Comm. 31. Bogor, Indonesia: Forest Research Institute. 50 p.
14. Howland, P.; Hosegood, P.H. 1965. Observations on new techniques for the direct sowing of exotic softwoods in East Africa. *Commonwealth Forestry Review*. 44(3): 221-231.
15. Langdale-Brown, I.; Osmaston, H.A.; Wilson, J.G. 1964. The vegetation of Uganda and its bearing on land use. Entebbe, Uganda: The Government of Uganda. 159 p.
16. Mitchell, B.A. 1962. The place of exotics in Malayan forestry. *The Malayan Forester*. 25: 224-236.
17. Mitchell, B.A. 1963. Possibilities for forest plantations. *The Malayan Forester*. 26: 259-289.
18. Morten, K.D. 1975. A summary of the performance of various species in departmental trial plots. Res. Rep. 5/11/75. Solomon Islands: Forestry Department. [n.p.].
19. Ofong, A.U. 1974. *Fusarium solani* and *Volutella* sp. as canker-forming pathogens on *Maesopsis eminii*. *Plant Disease Reporter*. 58(5): 463-467.
20. Palmer, E.R.; Gibbs, J.A.; Dutto, A.P. 1983. Pulping characteristics of hardwood species growing in plantations in Fiji. L64. London, England: Technical Products Institute, Overseas Development Administration. 38 p.
21. Philip, M.S. 1961. *Maesopsis* plantations in Kakamaga Forest, Kenya. Tech. Note 90. Entebbe, Uganda: Forest Department of Uganda. 3 p.
22. Sandrasegaran, K. 1966. Optimum planting distances and crop densities of the ten exotic species in Malaya utilizing triangular spacing based on a consideration of crown diameter to stem diameter relationship. Res. Pamphlet 51. Kepong, Malaya: Forest Research Institute, Forest Department. 44 p.
23. Sanadrasegaran, K. 1966. Permanent sample plot information on stocking, growth and yield of *Maesopsis eminii* Engl. (Grown in the plantations at the Forest Research Institute, Kepong, Malaya). Res. Pamphlet 49. Kepong, Malaya: Forest Research Institute. [n.p.].
24. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 259 p.
25. Taylor, C.J. 1960. Synecology and silviculture in Ghana. London, England: Thomas Nelson and Sons. 417 p.
26. Vidal-Hall, M.P. 1952. The silviculture and regeneration of the forest types of the Equatoria and Bahr Eel Ghazal Provinces. Forestry Memoir 4. Khartoum, Sudan: Sudan Government, Ministry of Agriculture. 19 p.
27. Warsopranoto, R.S.; Soerjono, R.; Ardikusuma, R.I. 1966. Results of an investigation of *Maesopsis eminii* plantations in the S. Bandung forest management unit. *Rimba Indonesia*. 11(1/4): 1-12.
28. Watt, G.R. 1975. Fiji silvicultural research on hardwood species and a proposed program for 1976. Rotorua, New Zealand: Forest Research Institute, New Zealand Forest Service. [n.p.].
29. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J.Y.; Henman, G.S. 1984. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Tropical Forestry Pap. 15. London, England: Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. 256 p.
30. Yap, S.K.; Wong, S.M. 1983. Seed biology of *Acacia mangium*, *Albizia falcataria*, *Eucalyptus* spp., *Gmelina arboria*, *Maesopsis eminii*, *Pinus caribaea* and *Tectona grandis*. *Malaysian Forester*. 46(1): 26-45.

Magnolia portoricensis Bello Jagüilla

Magnoliaceae Familia de las magnolias

Salvador E. Alemañy-Merly

Magnolia portoricensis Bello, conocido como jagüilla, es un árbol del bosque primario, endémico y atractivo, que crece en la parte central y occidental de la región superior de la Cordillera en Puerto Rico. Es un árbol siempreverde de tamaño de mediano a grande (fig. 1), con unas hojas oscuras, brillantes y lisas y unas grandes flores blancas y aromáticas. La abundancia y distribución de la especie ha disminuido de manera dramática debido a la cosecha selectiva para obtener su valiosa madera.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La jagüilla fue anteriormente un componente importante del bosque primario subtropical muy húmedo (10) de la parte superior de la Cordillera Central, las montañas de Cayey y de las montañas serpentinas occidentales (fig. 2). Apreciada por su madera, la jagüilla fue cosechada de manera selectiva



Figura 1.—Árbol de jagüilla, *Magnolia portoricensis*, a la orilla de un camino en el Bosque Estatal de Carite, en Puerto Rico.

mediante la remoción de la mayoría de los árboles de gran tamaño. Aunque no es común, la jagüilla se encuentra primariamente en bosques estatales de la región central y occidental de Puerto Rico en Carite, Toro Negro, Guilarte y Maricao. En las montañas a una mayor elevación de Ciales, Jayuya y Adjuntas, la jagüilla se puede encontrar en áreas forestales remotas y en rodales de bosques secundarios que han sido desarrollados a partir de cafetales abandonados en los cuales se había usado la jagüilla para sombrear los arbustos de café. La jagüilla nunca ha sido reportada en la Sierra de Luquillo del este de Puerto Rico, en donde crece *Magnolia splendens* Urban, otra especie de magnolia endémica (4).

Clima

La jagüilla crece en áreas con una humedad en el suelo abundante, dentro de la zona de vida subtropical muy húmeda (7, 10), en donde la precipitación anual promedio varía entre 2000 y 4000 mm y la temperatura anual promedio es de aproximadamente 22 °C (5). En la región central, la precipitación anual promedio es de aproximadamente 2162 mm, con una temporada relativamente seca de aproximadamente 2 meses, que ocurre por lo general durante enero y febrero. La mayoría de la precipitación ocurre de agosto a noviembre (21). En la región occidental, gran parte de la precipitación es orográfica, promediando 2435 mm anuales y ocurriendo por lo general de abril a octubre, con un período seco de 2 meses de duración de enero a febrero (20).

Suelos y Topografía

La jagüilla crece en las montañas más altas, a unas elevaciones que van desde los 500 a los 925 m. Se le encuentra en cimas y cuestras, a pesar de que prospera de mejor manera en valles elevados en sitios planos de origen volcánico. Estas áreas abarcan dos unidades fisiográficas, los Monadnocks y Saint John Peneplain. Estas montañas están formadas más que nada por rocas ígneas, en donde el material paterno principal son rocas andesíticas altamente gastadas por la

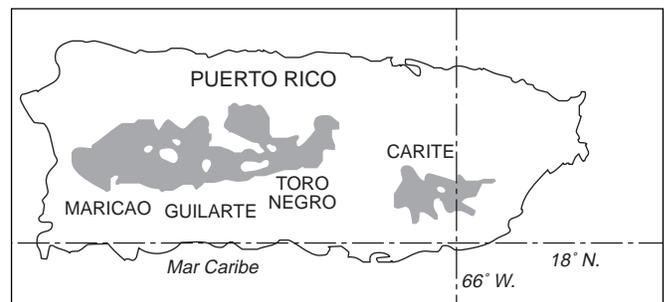


Figura 2.—Las áreas sombreadas indican la distribución de la jagüilla, *Magnolia portoricensis*, en Puerto Rico.

exposición (2). En las montañas occidentales cerca de Maricao, la jagüilla crece en áreas de roca serpentina de origen plutónico. Los suelos en estas áreas son principalmente Inceptisoles y Ultisoles, los cuales son profundos, con un alto contenido de arcilla, un contenido de aluvi6n de mediano a bajo (3), moderadamente bien drenados y de muy fuertemente a fuertemente acídicos (21). La humedad abundante en el suelo es t6pica y podr3a ser esencial para el desarrollo de la jagüilla.

Cobertura Forestal Asociada

La especie es un componente importante de lo que se conoce localmente como el bosque tabonuco. Un censo forestal efectuado en un bosque primario remanente en Ciales, con una elevaci6n de entre 700 y 900 m, mostr6 a *Dacryodes excelsa* Vahl y a la jagüilla entre las 10 especies mäs importantes, con unos valores de importancia de 5.8 y 5.9 por ciento, respectivamente (tabla 1). *Prestoea montana* (R.Graham) Nichols, un componente del estrato inferior, tuvo el valor de importancia mäs alto (de 21.0 por ciento). Entre otras especies importantes se encuentran *Alchornea latifolia* Sw., *Buchenavia tetraphylla* (Aublet) Howard, *Eugenia jambos* L., *Ilex sideroxiloides* var. *occidentalis* (Macfad.) Loes., *Matayba domingensis* (DC.) Radlk., *Micropholis chrysophylloides* Pierre y *Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze (observaci6n personal del autor).

Un censo en un cafetal de sombra abandonado en la vecindad de Jayuya, a una elevaci6n de 810 m, encontr6 a la

jagüilla creciendo con *A. latifolia*, *Cecropia schreberiana* Miq., *D. excelsa*, *Inga fagifolia* (L.) Willd., *I. vera* Willd., *Matayba domingensis*, *Micropholis chrysophylloides*, *Ormosia krugii* Urban y *Schefflera morototonii* (Aubl.) Decne. & Planch. (observaci6n personal del autor).

En el Bosque Estatal de Guilarte, a una elevaci6n de 900 m, la jagüilla crece en un rodal que tiene una escasa distribuci6n de *Eucalyptus robusta* J.E. Smith y *Pinus caribaea* Morelet. Entre las especies nativas en este sitio se encuentran: *B. tetraphylla*, *Casearia arborea* (L.C.Rich) Urban, *C. sylvestris* Sw., *Cecropia schreberiana*, *Cordia sulcata* DC., *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch., *I. fagifolia* (L.) Willd., *Ilex sideroxiloides* (Sw.) Griseb, *M. chrysophylloides*, *Pisonia borinquena* ined.,¹ *Prestoea montana*, *Sapium laurocerasus* Desf. y *Schefflera morototonii* (observaci6n personal del autor).

CICLO VITAL

Reproducci6n y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La jagüilla produce unas flores blancas grandes, fragantes y muy vistosas que aparecen de manera

¹Proctor, George, R. 1994. Comunicaci6n Personal. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonom3a Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, R3o Piedras, PR 00928-5000.

Tabla 1.—Area basal relativa, densidad relativa y valor de importancia de especies de 6rboles en un remanente de un bosque primario subtropical muy h6medo (10) en Ciales, Puerto Rico (observaci6n personal del autor)

Especie (por valor de importancia)	Area basal relativa	Densidad relativa	Valor de importancia
----- Porcentaje -----			
<i>Prestoea montana</i> (R. Graham) Nichols	18.0	24.0	21.0
<i>Micropholis chrysophylloides</i> Pierre	7.9	8.2	8.1
<i>Matayba domingensis</i> (DC.) Radlk.	7.2	7.8	7.5
<i>Tetragastris balsamifera</i> (Sw.) Kuntze	6.6	5.5	6.1
<i>Dacryodes excelsa</i> Vahl	9.8	1.8	5.8
<i>Magnolia portoricensis</i> Bello	7.3	4.1	5.7
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	5.0	5.8	5.4
<i>Eugenia jambos</i> L.	3.7	4.4	4.0
<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aublet) Howard	4.5	3.4	4.0
<i>Ormosia krugii</i> Urban	2.8	4.7	3.8
<i>Cecropia schreberiana</i> Miq.	4.4	2.5	3.5
<i>Schefflera morototonii</i> (Aubl.) Decne. & Planch	3.2	3.5	3.4
<i>Cordia sulcata</i> DC.	3.6	3.0	3.3
<i>Alchorneopsis floribunda</i> (Benth.) Muell.-Arg.	2.2	2.5	2.4
<i>Casearia arborea</i> (L.C. Rich.) Urban	1.3	2.1	1.7
<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) H.B.K.	1.6	1.4	1.5
<i>Inga fagifolia</i> (L.) Willd.	1.8	0.7	1.3
<i>Eugenia confusa</i> DC.	0.6	1.7	1.1
Otras especies	8.3	12.7	10.6

única al final de las ramas o en las axilas foliares. Las flores son bisexuales e hipogenas, con un ápice obtuso, promediando aproximadamente entre 3.0 y 4.5 cm de largo. A diferencia de *Magnolia splendens*, todas las partes vegetativas son lisas y libres de vellos. El androginocio es elíptico, de aproximadamente 2 cm de largo y 1.4 cm de diámetro, con numerosos pistilos de color amarillo pálido, de 0.62 a 1.25 cm de largo. Cada pistilo tiene un ovario de una célula con dos óvulos y un estilo curvo, los cuales se encuentran dispuestos de manera espiral alrededor de un eje central. Los estambres son también numerosos, libres y dispuestos de manera espiral con filamentos robustos. Los estambres miden aproximadamente 1.3 cm de largo (9, 13, 14). En las montañas serpentinales occidentales, la jagüilla por lo general tiende a florecer en abril, mientras que en las montañas centrales la florecencia ocurre de mayo a noviembre (observación personal del autor).

Un estudio fenológico efectuado en el bosque serpentino occidental mostró que la jagüilla comenzó a florecer en abril, con un máximo en el mes de mayo y un declive rápido de junio a octubre.² El período máximo de la producción de frutas ocurre entre octubre y noviembre (observación personal del autor).

La fruta es un agregado, por lo general mucho más larga que ancha, en forma de cono, verdusca y midiendo aproximadamente 3.5 cm de largo y 2.5 cm de diámetro (13). Está compuesta de numerosos carpelos dehiscentes, con dos semillas carnosas, rojas y de forma triangular, adheridas a cada carpelo por filamentos (9, 11). La información recabada en el Bosque Estatal de Maricao mostró que un promedio del 89 por ciento de las flores por árbol fueron polinizadas de manera exitosa.³ Una muestra de frutas recolectada en noviembre en el Bosque Estatal de Maricao, mostró un promedio de 18 carpelos por cono, con un máximo de 21 y un mínimo de 15. Un promedio de 16 carpelos contuvo semillas, con un máximo de 20 y un mínimo de 9 carpelos por cono conteniendo semillas. De estos, un promedio de 12 carpelos tuvo 2 semillas y 4 carpelos tuvieron 1 semilla.⁴

Producción de Semillas y su Diseminación.—La capa exterior de la semilla o testa, es carnosa, de color anaranjado y se distingue de la testa lignificada interior. El endosperma es rechoncho, aceitoso y rodea un embrión de tamaño minúsculo. El contenido de aceite en el endosperma se reporta como de más de 50 por ciento en algunas especies de *Magnolia* (11). Una muestra de semillas recolectada de diferentes áreas de las montañas centrales y occidentales tuvo un peso

seco promedio de 0.135 ± 0.007 g (observación personal del autor).

La jagüilla es un buen productor de semillas. Las semillas recolectadas del bosque de Toro Negro en 1944 rindieron un promedio de 7,181 semillas por kilogramo. Otra muestra del mismo bosque rindió 7,592 semillas frescas por kilogramo.⁵ Un estudio reportó un rendimiento de 7,040 a 7,700 semillas por kilogramo (15). La liberación de las semillas ocurre de manera gradual. La temperatura y la humedad influyen la apertura de los carpelos de las frutas y la liberación de las semillas. Los carpelos se rajarán y se abrirán eventualmente, revelando las semillas anaranjadas. Las semillas colgarán de manera temporal de zarcillos antes de caer. Las frutas maduras pueden ser recolectadas durante los meses de producción máxima de frutas.

Las frutas aún verdes con aperturas parciales pueden ser recolectadas directamente del árbol o recogidas de la superficie del terreno.

A temperatura ambiente, la mayoría de las frutas recolectadas en los Bosques Estatales de Guilarte y Carite, se abrieron entre 24 y 38 horas después de ser recolectadas, mientras que los carpelos de la fruta del mismo grupo colocadas en bandejas plásticas expuestas al sol, se abrieron en un período de 8 a 12 horas (observación personal del autor). Las frutas recolectadas en el Bosque Estatal de Maricao con carpelos parcialmente rajados y abiertos liberaron las semillas después de 24 horas en un cuarto con temperatura controlada (16). La extracción de las semillas se puede acelerar de manera considerable mediante el secado de la fruta con un ventilador eléctrico.⁶

La testa aromática y el endosperma aceitoso parecen ser atractivos para las aves y roedores. Las aves son los dispersadores principales de las semillas de la jagüilla (11). Las semillas ingeridas por las aves de corral, que fueron recuperadas de sus heces sin ningún daño físico a las semillas, mostraron una tasa de germinación del 90 por ciento (16). Se han observado tres especies de aves consumiendo las semillas de la jagüilla: la llorosa de Puerto Rico (*Nesospingus speculiferus*), el zorzal de patas coloradas (*Mimocichla plumbea*) y la reina mora (*Spindalis zena portoricensis*).² Los roedores consumen también las frutas por su endosperma aceitoso; una muestra de 500 semillas que se dejaron sobre una mesa durante la noche en el vivero del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical fue totalmente destruida por los roedores. La depredación sobre las semillas por los roedores es probablemente un importante factor limitante en la dispersión de la jagüilla.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en la jagüilla es epigea; eso es, los cotiledones se ven elevados sobre la superficie del terreno. El autor observó que las semillas de la jagüilla germinaron con facilidad bajo los árboles progenitores, a excepción de en el Bosque Estatal de Maricao en las montañas occidentales, en donde la regeneración natural es escasa. Por lo general, un auge en la germinación ocurre

²Padrón, Rubén; Ricart, L. Juan. 1992. Algunos datos florísticos de la jagüilla (*Magnolia portoricensis* Bello). Department of Natural Resources, 18th Symposium of the Natural Resources, November 17-18, 1992. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

³Padrón, Rubén. 1986. Información inédita. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁴Padrón, Rubén. 1986. Información inédita. Algunos datos florísticos de la jagüilla (*Magnolia portoricensis* Bello). Department of Natural Resources, 18th Symposium of Natural Resources. November 17-18, 1992. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁵Marrero, José. 1945. Memorandum 752 con fecha del 5 de marzo de 1945. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁶Marrero, José. 1944. Regeneration, seed studies, *Magnolia portoricensis* Bello. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

durante los meses de producción máxima de fruta. Sin embargo, no se ha observado ninguna supervivencia de plántulas bajo las copas de árboles progenitores. Los brinzales de la jagüilla rara vez se observan en sus rodales naturales, a pesar de que sí ocurren. Por lo general, los brinzales crecen y se desarrollan a cierta distancia de los árboles maduros. El autor transplantó 500 plántulas silvestres recolectadas bajo 2 árboles adyacentes en las montañas del Bosque Estatal de Guilarte a bolsas individuales de vivero en una mezcla a partes iguales de musgo (turba), arena y mantillo. La tasa de sobrevivencia fue del 90 por ciento.

En el pasado, los estudios han indicado que la jagüilla tiene una germinación baja. Se han sugerido varias razones, incluyendo el ataque por un hongo con aspecto de algodón en las semillas, que posiblemente destruye el embrión (6). En 1978, 800 semillas del Bosque Estatal de Maricao y 200 del Bosque Estatal de Guavate, se encontraron totalmente cubiertas por un hongo y ninguna de ellas germinó (8). En 1944, una prueba de corte en 100 semillas no mostró señal alguna de la presencia de un embrión vivo.⁷ En 1944, una muestra de 1,000 semillas recolectadas de las montañas de Toro Negro rindió una tasa de germinación del 12 por ciento (15). Otro autor mencionó que casi no se podía encontrar semillas o plántulas bajo los árboles de jagüilla y que el 30 por ciento de las semillas fracasaron en el desarrollo de embriones saludables (11). Más aún, incluso la germinación de embriones perfectamente desarrollados puede ser dificultosa debido a que la testa es impermeable y está lignificada. Es muy posible que el endosperma, grueso y aceitoso, que rodea al pequeño embrión influya de manera negativa la germinación de la jagüilla (11).

Recientemente, se han reportado mejores resultados con la germinación de la jagüilla. En 1977, una prueba con controles de luz y temperatura rindió una tasa de germinación del 68 por ciento (8). En el Bosque Estatal de Maricao, una prueba de germinación fue efectuada usando dos diferentes mezclas para la siembra con semillas con o sin testa. Las semillas con testas rindieron unas tasas de germinación del 8 y 4 por ciento; las semillas sin testa rindieron unas tasas del 80 y 20 por ciento. La arena de mar y la arcilla fueron usadas en ambas pruebas.⁸ Todas las semillas con testas sufrieron de ataques fungales.

En 1987, una prueba de germinación usando semillas del Bosque Estatal de Maricao rindió una tasa de germinación del 90 por ciento. En esta prueba, las testas habían sido removidas; la germinación más alta ocurrió en aproximadamente 25 días y la viabilidad de las semillas se perdió después de 45 días (16). En 1991, unas semillas del Bosque Estatal de Guilarte con la testa removida tuvieron una tasa de germinación del 80 por ciento. La mezcla para la germinación fue una mezcla comercial estéril de musgo (turba), perlita y vermiculita. Este grupo de semillas comenzó a germinar al séptimo día (con la observación de una

radícula), con un máximo en la germinación ocurriendo a los 21 días. El proceso duró por 30 días. Por lo general, se ha encontrado que la jagüilla germina bien y por lo usual tiene un buen número de semillas fértiles. En una muestra de 671 semillas de magnolia, el 88 por ciento fue fértil (16) (observación personal del autor). Las pruebas efectuadas por el autor mostraron que las semillas de la jagüilla germinan bien, pero si la capa exterior de la semilla no es removida, los hongos invadirán las semillas, dañando los embriones débiles y muy pequeños. La viabilidad de las semillas se ve también reducida por la duración del almacenamiento; las semillas almacenadas por 20 días fracasaron en germinar.

Después de la germinación, la mayoría de los intentos de cultivar plántulas en los viveros ha fracasado. Las plántulas rara vez alcanzan más de 10 a 18 cm de alto. El amarillamiento de las hojas, el marchitamiento y la muerte eventual es una secuencia de eventos típica, sugiriendo una capacidad para absorber un nutriente crítico limitada o ausente. Un vivero local trató dos grupos de plántulas de manera diferente. Un grupo recibió una fórmula de abono comercial de 22-4-8 y sobrevivió por aproximadamente 4 meses. El segundo grupo estuvo compuesto por 125 plántulas, 75 de las cuales habían estado creciendo por 2 años. Este segundo grupo recibió una aplicación de una fórmula de abono comercial alta en fósforo (7-40-6) y una fórmula comercial de 22-4-8 dos veces al año. La altura y el diámetro al nivel del terreno promediaron 44.47 ± 2.29 cm y 0.51 ± 0.02 cm, respectivamente. Ambos grupos se colocaron bajo una malla con una sombra del 73 por ciento.

Las magnolias necesitan de micorrizas fungales simbióticas para crecer en un ambiente en el cual la provisión de fósforo es limitada (1). Los estudios han demostrado un mejoramiento en la absorción de fósforo en el huésped después de una infección de micorrizas vesiculares-arbusculares (17). La jagüilla, una Magnoliacea, definitivamente responde a una simbiosis obligatoria. Esta asociación aumenta la probabilidad de que ocurra el crecimiento y resulta en una mejor absorción de nutrientes (12).

Reproducción Vegetativa.—La jagüilla por lo general desarrolla rebrotes como una respuesta a la quiebra de las ramas; sin embargo, la producción de nuevos rebrotes o vástagos es más típica de *M. splendens*. Este desarrollo ha sido atribuido a la recuperación después de las perturbaciones naturales (14). La propagación mediante injertos y estacas de los tallos no ha sido documentada para esta especie.

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La jagüilla es un árbol grande de crecimiento lento, alcanzando una altura de 22 a 25 m y un d.a.p. de 90 cm. Los árboles de mayor tamaño y valor han sido ya talados. El autor midió 43 árboles de edades desconocidas en diferentes áreas de las montañas centrales de Puerto Rico a unas elevaciones de más de 500 m. Las alturas variaron entre 4.0 y 22.4 m, con un promedio de 14.0 m; los d.a.p. variaron entre 4.7 y 70.3 cm, con un promedio de 47.3 cm. Un censo en un bosque subtropical muy húmedo a una elevación de 800 m tuvo un área basal de 2.37 m²/ha para los árboles de jagüilla (observación personal del autor). Los intentos de establecer plantaciones en áreas abiertas bajo sol pleno han fracasado.

Comportamiento Radical.—Las plántulas silvestres de

⁷Marrero, José. 1944. Regeneration, seed studies, *Magnolia portoricensis* Bello. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁸Padrón, Rubén. 1974. Información inédita. Algunos datos florísticos de la jagüilla (*Magnolia portoricensis* Bello). Department of Natural Resources, 18th Symposium of Natural Resources. November 17-18, 1992. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

la jagüilla tienen unas raíces “magnolioides” típicas, las cuales son de tamaño corto, gruesas, ramificadas y sin vellos radicales. Las raíces por lo general se ramifican de manera burda, de tal manera que las raíces más jóvenes tienen por lo general menos de 0.5 mm de grueso. Este tipo de raíz (1) depende de las micorrizas para la absorción de fósforo, las cuales pueden mejorar la capacidad absorbente del sistema radical (18).

Reacción a la Competencia.—La jagüilla es un árbol tolerante a la sombra, que se encuentra a menudo en áreas remotas y sin perturbar. Se le encuentra también en cafetales abandonados, en donde la tala forestal y las prácticas agrícolas intensivas han tenido un efecto mínimo sobre los suelos y los hábitats naturales. La jagüilla es un componente del dosel superior. Un censo forestal efectuado a una elevación de 800 m en la Cordillera Central la calificó como segunda entre los árboles dominantes, precedida por *Dacryodes excelsa*, y como sexta entre los árboles codominantes. El censo registró 45 especies de árboles con un d.a.p. igual o mayor que 9.10 cm por parcela de 0.7 hectáreas (observación personal del autor).

La jagüilla, al igual que *M. splendens* se encuentra asociada con claros forestales (22). Los árboles aparentemente nunca crecen en agrupaciones. Durante la temporada de producción de frutas, la maduración ocurre de manera

gradual y las semillas caen continuamente y germinan bajo las copas de árboles de gran tamaño. Las plántulas por lo general sobreviven por tan solo 3 a 4 semanas. Por lo general se puede encontrar una distribución escasa de brinzales bajo un dosel forestal cerrado. El autor plantó cinco plántulas a una elevación de 550 m en un bosque subtropical muy húmedo, que originalmente contenía jagüilla. El sitio preparado, una faja dentro del bosque, midió 1.8 m de ancho y 10.0 m de largo, con un dosel abierto. Las malas hierbas fueron controladas tres veces al año. Después de 3 años 2 habían sobrevivido y tenían un aspecto próspero. Midieron 81 y 90 cm de altura, y 1.40 y 1.15 cm en diámetro a nivel del terreno (fig. 3).

Agentes Dañinos.—En su distribución natural, no se han observado enfermedades serias, a pesar de que los roedores devoran y destruyen unas grandes cantidades de semillas. En el vivero, las plántulas abonadas con abono deficiente en fósforo desarrollaron unas hojas amarillentas, unos tallos largos y delgados y eventualmente perecieron. Los vientos huracanados por lo general causan una quiebra seria de las ramas, a pesar de que la especie es resistente a ser volcada. Los árboles tienden a recuperarse rápidamente después de los huracanes (observación personal del autor). La madera es susceptible a las termitas de la madera seca (14).

USOS

La jagüilla posee una bella madera de una calidad excelente, que se usa principalmente para muebles y ebanistería. Tiene una albura parda y un duramen verde amarillento, el cual es duro y pesado y tiene una fragancia especiada y una textura fina. El peso específico de cuatro muestras de madera secada al horno varió entre 0.46 y 0.56 g por cm³ (observación personal del autor). El uso del aceite de la semilla de la magnolia como un ingrediente para jabones, lociones y perfumes ha sido sometido a prueba con algunas especies de *Magnolia*, aunque nunca con la jagüilla.

GENÉTICA

La Magnoliaceae contiene más que nada árboles y arbustos en aproximadamente 12 diferentes géneros y 200 especies. La familia está distribuida de manera natural en el Asia del este y del sureste, templada y tropical, pero se encuentra ausente en Europa, África, Australia y la Polinesia. En el Hemisferio Occidental, esta familia tiene una distribución desde el sur de Canadá a través del este de la América del Norte hacia el sur a través de las Indias Occidentales y la América Central hasta el este de Brasil (19). El número cromosómico es de 19 (23).

En las Indias Occidentales, la Magnoliaceae está representada por ocho especies nativas y una introducida del género *Magnolia*, tres especies nativas del género *Talauma* y dos introducidas del género *Michelia*. Todas las especies de *Magnolia* que ocurren de manera natural son árboles endémicos y todos se encuentran a unas elevaciones de más de 500 m. En Puerto Rico, *M. splendens*, un pariente cercano de la jagüilla, es endémico a la Sierra de Luquillo.



Figura 3.—Brinzal de jagüilla, *Magnolia portoricensis*, plantado en el Bosque Estatal de Carite, Puerto Rico.

LITERATURA CITADA

1. Baylis, G.T.S. 1975. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. En: Sanders, F.E.; Barbara, M.; Tinker, P.B., eds. *Endomycorrhizas*. New York: Academic Press: 373-389.
2. Beinroth Frederich, H. 1969. An outline of the geology of Puerto Rico. Bull. 213. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. 31 p.
3. Beinroth Frederich, H. 1971. The general pattern of the soils of Puerto Rico. En: Transactions, Fifth Caribbean Geological Conference. Bull. 5. New York: Queens College Press: 225-229.
4. Britton, N.L.; Wilson, P. 1923. Botany of Puerto Rico and the Virgin Islands. Descriptive flora—Spermatophyta. New York: Scientific Survey of Puerto Rico and the Virgin Islands. 626 p. Vol. 5, Pt. 1.
5. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Climatography of the United States 60-52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Service Administration, Environmental Data Service. 29 p.
6. Cook, M.T. 1941. Germination failures of the magnolia in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 25: 51-53.
7. Ewel, J.J.; Whitmore, J.L. 1973. The ecological zones of Puerto Rico and the Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
8. Figueroa, J.C. 1979. Progress report for study #2498—native species trials. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 36 p.
9. Heywood, V.H. 1978. Flowering plants of the world. New York: Mayflower Books, Inc. 336 p.
10. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. Ed. rev. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
11. Howard, R.A. 1948. The morphology and systematics of the West Indian Magnoliaceae. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 75: 335-357.
12. Jeffries, P. 1987. Use of mycorrhizae in agriculture. *Review of Biotech*. 5: 319-357.
13. Liogier, H.A. 1985. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands. Spermatophyta. Vol. 1. Casuarinaceae—Connaraceae. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 352 p.
14. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O.; Wadsworth, Frank H. 1964. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
15. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 10: 11-30.
16. Mejía, Milcíades. 1990. Germinación de dos especies de magnolia (Magnoliaceae) de Puerto Rico y República Dominicana. *Moscosa*. 6: 196-201.
17. Mosse, B. 1973. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Annual Review of Phytopathology*. 11: 171-196.
18. Nicolson, T.H. 1975. Evolution of vesicular-arbuscular mycorrhizas. En: Sanders, F.E.; Barbara, M.; Tinker, P.B., eds. *Endomycorrhizas*. New York: Academic Press: 25-34.
19. Spongberg, S.A. 1976. Magnoliaceae hardy in temperate North America. *Journal of the Arnold Arboretum*. 57: 250-312.
20. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1975. Soil survey of Mayagüez of western Puerto Rico. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. En cooperación con la Universidad de Puerto Rico, Colegio de Ciencia Agrícola en Mayagüez. 296 p.
21. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1982. Soil survey 1982. Soil survey of Arecibo area northern Puerto Rico. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. En cooperación con la Universidad de Puerto Rico, Colegio de Ciencia Agrícola en Mayagüez. 169 p.
22. Weaver, Peter L. 1987. Ecological observations on *Magnolia splendens* Urban in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*. 22(1-2): 53-70.
23. Whitaker, T.W. 1933. Chromosome number and relationship in the *Magnolias*. *Journal of the Arnold Arboretum*. 14: 376-385.

Magnolia splendens Urban

Laurel sabino

Magnoliaceae

Familia de las magnolias

Peter L. Weaver

Magnolia splendens Urban, conocido como laurel sabino en español y magnolia en inglés, es una especie forestal siempreverde endémica al noreste de Puerto Rico (fig. 1). Cuando maduro, el laurel sabino sostiene una copa estrecha y de color verde oscuro y puede alcanzar unos 25 m de altura y 1.2 m en d.a.p. Entre las características que lo identifican se encuentran sus grandes hojas que tienen un sabor picante cuando se muerden y que están cubiertas por unos vellos sedosos de color gris; una estípula terminal que se desprende, dejando una cicatriz anular en la rama; unas yemas terminales largas y puntiagudas, y unas flores blancas de gran tamaño (21, 31). Debido a que la madera se tuvo en gran estima para su uso en la ebanistería y la construcción de muebles, el laurel sabino se cosechó en la Sierra de Luquillo hasta los primeros años de la década de 1950 (32, 40).



Figura 1.—Laurel sabino, *Magnolia splendens*, en el bosque enano de la Sierra de Luquillo en Puerto Rico.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El laurel sabino es endémico al noreste de Puerto Rico, creciendo más que nada en el Bosque Experimental de Luquillo (BEL) (21, 25), en donde se encuentra confinado a aproximadamente 10,000 ha de tierras boscosas montanas a unas elevaciones de entre 200 y 1,075 m (fig. 2). La especie parece ser más común en los bosques húmedos y frescos que se encuentran a unas elevaciones de entre 600 y 900 m.

Clima

El laurel sabino crece en cuatro de las cinco zonas forestales (*sensu* Holdridge, 17) del BEL: bosque subtropical muy húmedo, bosque subtropical pluvial, bosque montano bajo muy húmedo y bosque montano bajo pluvial (10). La precipitación, la cual aumenta con la elevación, varía entre 2500 y hasta más de 4500 mm por año (7). La humedad relativa aumenta también con la elevación, mientras que la evapotranspiración disminuye. Las temperaturas anuales promedio varían entre 23 y 19 °C sobre el mismo gradiente. Los huracanes, que ocurren con mayor frecuencia en la Cuenca del Caribe de julio hasta el fin de septiembre, han tenido un impacto directo sobre el BEL por lo menos en cuatro ocasiones desde el principio del siglo XVIII (30). Las tormentas más recientes fueron las de San Cipriano en 1932 y Hugo en 1989.

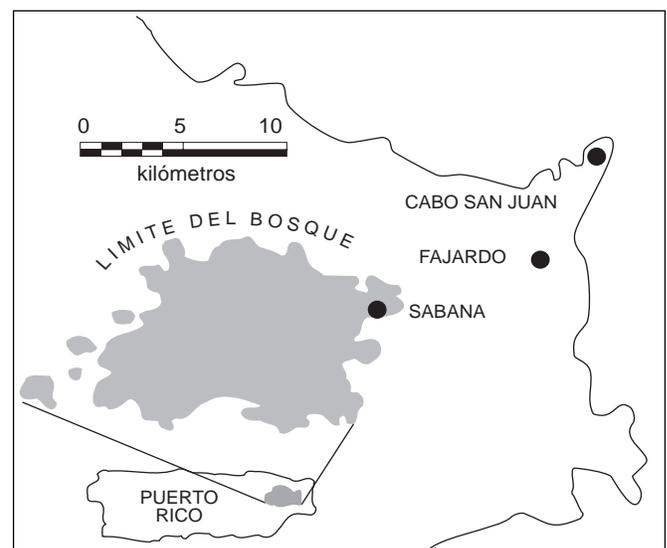


Figura 2.—El laurel sabino, *Magnolia splendens*, es endémico al noreste de Puerto Rico, creciendo dentro de la línea limítrofe del Bosque Experimental de Luquillo.

Las áreas a barlovento en la Sierra de Luquillo son más húmedas y se ven cubiertas por las nubes con mayor frecuencia que las áreas a sotavento. Más aun, las áreas arriba de los 600 m en el BEL se ven cubiertas por las nubes cuando las pendientes más bajas se encuentran despejadas. En la cima de las montañas, la radiación solar se ve reducida a un 60 por ciento de la registrada para los sitios costeros (3). Todas las áreas en donde crece el laurel sabino están libres de heladas.

Suelos y Topografía

El laurel sabino crece en los suelos arcillosos ácidos, un 50 por ciento de los cuales, en el BEL, están clasificados como Ultisoles y un 20 por ciento como Inceptisoles (5). Los Ultisoles son profundos, extremadamente gastados por la exposición a los elementos y lixiviados, con unos valores de pH bajos. Los Inceptisoles están menos gastados por la exposición y carecen de una lixiviación significativa. En las mayores elevaciones en el BEL, el suelo está compuesto de una capa abundante en materia orgánica de 25 a 30 cm de grueso (23). El laurel sabino crece en todas las posiciones topográficas (42), pero aparece con mayor frecuencia en las crestas y pendientes que en las hondonadas (40).

Los estudios efectuados en diferentes partes del BEL proveen de una información clave sobre la distribución del laurel sabino. En la vertiente de Bisley, la cual desciende a una elevación de 260 m, los árboles de laurel sabino fueron raros (1). En el extremo superior, en el bosque enano del Pico del Oeste, arriba de los 1,000 m, se registró solamente un espécimen (19). En el Area Natural Investigativa del Baño

de Oro, un trecho de 745 ha que se extiende de los 245 a los 1,025 m de elevación en el lado a barlovento de las cimas, se muestrearon 3,020 árboles en 30 parcelas (44). El laurel sabino comprendió un 1.2 por ciento del total, de la manera siguiente (en tallos por 0.15 ha): 1 a 350 m, 2 a 450 m, 4 a 550 m, 5 a 600 m, 7 a 650 m y 11 a 750 m (44). No se registró ninguno en las elevaciones de 850, 950 ó 1,050 m.

El muestreo de un bosque colorado entre los 620 y 970 m a barlovento y sotavento de las cimas de la Sierra de Luquillo, mostró que el laurel sabino fue por lo general más común en las áreas a barlovento (40), en particular a unas elevaciones de entre 600 y 700 m. En contraste, a una elevación de 900 m, el laurel sabino pareció ser más común en las áreas a sotavento.

Cobertura Forestal Asociada

El laurel sabino crece más que nada en el bosque montano bajo pluvial y montano pluvial, *sensu* Beard (4), conocidos localmente como bosques tabonuco y colorado, respectivamente (36). Estos tipos de bosque están principalmente separados a lo largo de los 600 m del contorno del BEL. El laurel sabino crece también en el bosque enano (4, 36), más que nada a unas elevaciones de menos de 1,000 m (19). Es también un componente del bosque de palmas (4, 13, 36) que se encuentra por lo común a unas elevaciones de más de 500 m en hondonadas y en las pendientes escarpadas a barlovento. Las principales especies de árboles que crecen en asociación con el laurel sabino en estos diferentes tipos de bosque se listan en la tabla 1.

Tabla 1.— Cobertura forestal asociada de las principales especies arbóreas creciendo con el laurel sabino, *Magnolia splendens*, en Puerto Rico

Localidad	Elevación	Precipitación	Principales especies asociadas*	Referencias
	- - Metros - -	mm / año		
Bisley (bosque tabonuco)	260-450	3300	<i>Sloanea berteriana</i> <i>Prestoea montana</i> <i>Dacryodes excelsa</i> <i>Cyathea arborea</i>	(1)
Bosque tabonuco	300-500	~3000	<i>Euterpe globosa</i> <i>Cecropia peltata</i> <i>D. excelsa</i> <i>Micropholis garciniaefolia</i>	(36)
Bosque colorado	600-900	~4000	<i>E. globosa</i> <i>M. garciniaefolia</i> <i>Calycogonium squamulosum</i> <i>Croton poecilanthus</i>	(36)
Bosque de palmas	750	~4000	<i>P. montana</i> <i>M. garciniaefolia</i> <i>C. poecilanthus</i> <i>Calycogonium squamulosum</i>	(13)
Bosque enano	>900	~4500	<i>Ocotea spathulata</i> <i>Tabebuia rigida</i> <i>M. garciniaefolia</i> <i>Clusia grisebachiana</i>	(19)

*Las especies se listan en orden de abundancia; *Prestoea montana* es el nuevo nombre para *Euterpe globosa*.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores del laurel sabino tienen tres sépalos de color verde blanquecino de alrededor de 3.2 cm de largo y seis o más pétalos blancos esparcidos de alrededor de 3.8 cm de largo. Los pétalos son anchos y redondeados en su ápice (21). Los estambres son numerosos y miden aproximadamente 1.3 cm. Los pistilos, también numerosos,



Figura 3.—Un laurel sabino, *Magnolia splendens*, en el bosque enano de la Sierra de Luquillo en Puerto Rico. Observe los numerosos rebrotes en la base del árbol, un posible resultado de los efectos del Huracán Hugo en septiembre de 1989.

tienen alrededor de 1.0 cm de largo y contienen un ovario de una célula y un estilo curvo que se encuentran dispuestos de manera espiral en un centro en forma cónica de alrededor de 1.6 cm de largo.

Las frutas elípticas son de un color verdusco y de forma cónica, midiendo aproximadamente 3.2 cm de largo y 2.2 cm de ancho y conteniendo numerosas vainas de semillas (folículos) que se rajan y abren. Cada vaina contiene por lo usual dos semillas triangulares, rojas y carnosas de un poco más de 0.6 cm de largo que se encuentran adheridas a las vainas mediante filamentos.

La florescencia ocurre principalmente de abril a septiembre. La fragancia del laurel sabino es similar a la de *M. hypoleuca* o *M. sieboldii* (11). Las frutas se producen de la primavera hasta el invierno (21).

Producción de Semillas y su Diseminación.—La información a partir de estudios efectuados en Puerto Rico durante la segunda mitad de la década de 1930, mostró que la producción de semillas en el laurel sabino fue pobre (40). De las pocas semillas recolectadas, ninguna germinó. Más recientemente, una prueba de 72 semillas tomadas de 2 árboles en el bosque colorado dió los siguientes resultados: una germinación del 32 por ciento en 41 semillas sembradas inmediatamente y ninguna germinación en 31 semillas sometidas a un tratamiento frío por 3.5 meses (12).

Muchos autores han señalado que solamente un pequeño porcentaje de las semillas del género *Magnolia* se encuentra desarrollado de manera perfecta. Más aún, incluso la germinación de las semillas perfectamente desarrolladas es difícil debido a que la testa de la semilla es impermeable y se encuentra lignificada. La testa de las semillas de *Magnolia* es aromática y parece atraer a las aves, las cuales son el aparente agente para la dispersión (18).

Desarrollo de las Plántulas.—Solamente 7 de las 13 semillas germinadas sobrevivieron hasta la etapa de plántula de 6 meses en el estudio sobre la germinación previamente mencionado (12). Estas fueron de una “calidad por lo general pobre” y de un crecimiento extremadamente lento.

Reproducción Vegetativa.—Los troncos del laurel sabino típicamente producen numerosos nuevos vástagos o renuevos (21). Gran parte de esta reproducción vegetativa puede atribuirse a la recuperación después de las tormentas tropicales o los huracanes (fig. 3).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El árbol de laurel sabino de mayor tamaño registrado en Puerto Rico mide 1.53 m en d.a.p. y 21.0 m de altura y tiene una copa con un alcance de 10.3 m.¹ Sin embargo, sólo unos pocos laureles sabinos alcanzan un gran tamaño en Puerto Rico.

Las observaciones sobre el crecimiento se encuentran disponibles a partir de varias parcelas permanentes en el BEL. Las tasas de crecimiento en el d.a.p. para períodos de 5, 10 y 30 años para todos los árboles de laurel sabino combinados en rodales sin entresacar, variaron entre 0.07 y

¹Registro de árboles campeones de Puerto Rico. Disponible en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Apartado Postal 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

0.10 cm por año, sin importar el tipo de bosque (tabla 2). Las tasas de crecimiento a corto plazo y a largo plazo fueron aproximadamente iguales. Sin embargo, los árboles dominantes y codominantes en una parcela entresacada en el bosque colorado mostraron unas tasas de crecimiento en el d.a.p. entre 0.15 y 0.21 cm por año para un período de 35 años (tabla 2). La tasa de crecimiento en el d.a.p. es más alta en la clase de copa dominante, disminuye por lo general a través de las clases codominantes e intermedias y alcanza un mínimo en la clase suprimida, con o sin un entresacado previo (tabla 2).

La información sobre el crecimiento procedente de parcelas sin perturbar en el bosque colorado se usaron para estimar la edad del laurel sabino a partir de su d.a.p. en condiciones naturales (40). Los valores estimados fueron los siguientes: 10 cm en d.a.p., 85 años; 20 cm, 140 años; 40 cm, 300 años, y 65 cm, 500 años.

Comportamiento Radical.—Las raíces del laurel sabino en el BEL crecen en asociación con micorrizas endotróficas que probablemente ayudan a atrapar nutrientes (9).

Reacción a la Competencia.—El laurel sabino no es una especie común en el BEL. Durante la década de 1940, constituyó solamente un 1.0 por ciento de los tallos de más de 10 cm en d.a.p. en 10 ha de bosque tabonuco virgen y 1.3 por ciento de los tallos de más de 10 cm en d.a.p. en 10 ha de bosque colorado virgen (36). En otra compilación de datos, el laurel sabino se listó como el trigésimo tercer árbol más

común de las 80 especies censadas en ambos bosques (6).

El laurel sabino tiene muchos de los atributos de una especie oportunista en los claros o de una especie cuya reproducción depende de los claros forestales (40). Los claros pueden resultar de la caída aislada de árboles o de las perturbaciones forestales severas causadas por los vientos fuertes o los huracanes. Esta clasificación se derivó mediante la comparación de la supervivencia de las plántulas y los árboles del sotobosque en un bosque cerrado, el tamaño de las semillas y el peso específico de la madera para las especies que alcanzan el dosel en el bosque colorado. La calificación combinada del laurel sabino, basada en la ausencia de plántulas, escasez de árboles del sotobosque, semillas de pequeño tamaño por lo general y un peso mediano de la madera, lo ubicó como cuarto en una escala que va de 1, o el más secundario, hasta 20, o el más primario, entre las 20 especies estudiadas (43).

Otra característica de las especies de los claros es su patrón de distribución del d.a.p.: numerosos tallos en la clase de d.a.p. más pequeño y menos tallos, pero un número relativamente constante de ellos, en cada una de las clases de d.a.p. mayores (40). En 1946, la distribución en las clases de d.a.p. para el laurel sabino en 3.2 ha de bosque colorado fue la de una especie de claros; es decir, hubieron numerosos tallos en las clases de d.a.p. más pequeños (por ejemplo, 5 y 15 cm), mientras que todas las clases de d.a.p. mayores (de 25 a 75 cm) contuvieron sólo unos pocos tallos en cada clase (fig.

Tabla 2.—Información comparativa sobre el crecimiento del laurel sabino, *Magnolia splendens*, creciendo en Puerto Rico

Parcelas	Elevación	Arboles muestreados	Duración	Crecimiento en d.a.p.	Referencia
	-Metros-	Número	-Años-	- - - cm / año - - -	
Tabonuco					
Cima	400	5	30	0.07	(38)
Pendiente	570	2	30	0.08	(38)
Colorado*					
Sin perturbar	600-900	38	5	0.10	(33)
		37	10	0.10	(34)
		42	30	0.09	(38)
Colorado*					
Sin perturbar	600-900	26	35	0.11 ± 0.02†	(39,40)
		9	35	0.06 ± 0.02†	
		17	35	0.07 ± 0.01†	
		24	35	0.04 ± 0.01†	
Colorado					
Entresacado	670	4	35	0.21 ± 0.06†	(40)
		3	35	0.15 ± 0.02†	
		2	35	0.05 ± 0.04†	
		1	35	0.01†	

*El mismo grupo de parcelas, medidas parcialmente después de 5, 10 y 30 años y medidas de manera completa después de 35 años.

†Información para tallos dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos en orden descendiente; medidos después de 35 años.

4). Para 1981, los números de tallos en las clases de d.a.p. menores habían disminuido a la mitad. Sin embargo, las clases mayores permanecieron prácticamente constantes en los números de tallos. Se pueden hacer dos observaciones a partir de esta información. En primer lugar, en rodales relativamente abiertos previamente perturbados por huracanes, el laurel sabino se regenera y crece para penetrar las clases de d.a.p. menores. Sin embargo, a medida que el bosque se cierra durante la fase de recuperación, los laureles sabinos de menor tamaño se ven sombreados por las especies en competencia. En segundo lugar, una vez que el laurel sabino alcanza un d.a.p. de aproximadamente 10 a 15 cm, probablemente a nivel del dosel, aparentemente sobrevive hasta la madurez.

La información a partir de las parcelas permanentes en los bosques colorado y tabonuco provee de un mayor entendimiento sobre la reacción del laurel sabino a la competencia. En 1946, 14 años después del Huracán de San Cipriano, el laurel sabino constituyó el 2.6 por ciento de los tallos y el 4.6 por ciento del área basal censada en siete parcelas forestales naturales en el bosque colorado (41). Para 1981, la proporción de los tallos y el área basal del laurel sabino había disminuido a 1.7 y 4.4 por ciento, respectivamente. Durante el mismo período, la mortalidad del laurel sabino excedió el reclutamiento de tallos nuevos. El número de tallos disminuyó en un 35 por ciento y su área basal en un 10 por ciento.

En contraste, en una parcela entresacada en el bosque tabonuco, el reclutamiento de tallos nuevos de laurel sabino excedió la mortalidad, resultando en un aumento del 33 por ciento en los tallos y en un aumento del 50 por ciento en el área basal durante un período de 35 años (40). Más aún, el crecimiento en el d.a.p. del laurel sabino en una parcela entresacada en el bosque colorado, en particular para los tallos dominantes y codominantes, fue considerablemente mayor que en las parcelas de control sin perturbar (tabla 2). En resumen, los bosques relativamente abiertos, los cuales

poseen condiciones creadas por los entresacados o claros ocasionados por huracanes, son más favorables para la germinación, el crecimiento y la supervivencia del laurel sabino que las condiciones en los bosques cerrados.

La información ecológica sobre el laurel sabino se encuentra disponible a partir de los estudios efectuados en el BEL. Estos incluyen unos pesos foliares promedio y unas áreas foliares específicas (28, 45); la información sobre la biomasa y el contenido de nutrientes para las hojas, ramas, y troncos (29), y la distribución de la clorofila en la copa de los árboles (27).

Agentes Dañinos.—Los mohos y los hongos que manchan la savia rara vez se desarrollan durante el secado al aire del laurel sabino (22). Sin embargo, la madera es susceptible al ataque por la termita de la madera seca, *Cryptotermes brevis* Walker (46) y es muy susceptible a la descomposición cuando se encuentra en contacto con el suelo (22). Dos especies de homópteros, *Bothriocera undata* y *Neocolpoptera monticolens*, han sido observados en el laurel sabino (24).

El laurel sabino sufrió de daño a las copas durante el Huracán de San Felipe en 1928 y no se recobró por 6 meses (2). Más recientemente, se registraron unas pérdidas de follaje, ramas, fustes y biomasa total en el laurel sabino después del paso del Huracán Hugo (14). Sin lugar a dudas, la mayoría de los especímenes maduros de laurel sabino han sido expuestos al azote de numerosas tormentas durante sus siglos de crecimiento.

La cosecha continua del laurel sabino desde 1930 hasta la primera mitad de la década de 1950 eliminó muchos especímenes de gran tamaño, lo que sugiere que la especie había sido removida de manera más rápida por los seres humanos que su tasa de reemplazo en la naturaleza (8, 21). La remoción de gran parte de la fuente de semillas del laurel sabino por las operaciones madereras probablemente agravó los problemas de su producción de semillas y germinación pobres en la población restante. Más aun, la recuperación de

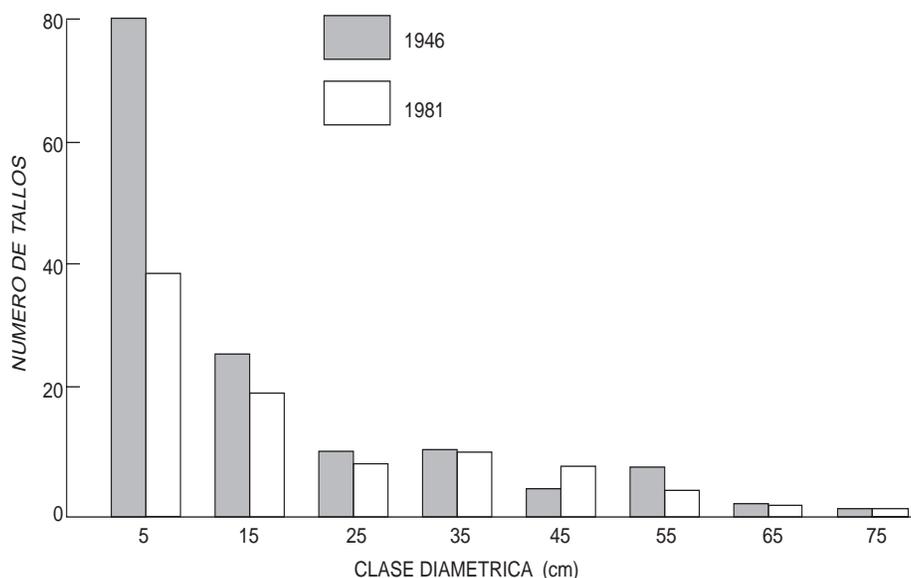


Figura 4.—Distribución de las clases de acuerdo al d.a.p. para el laurel sabino, *Magnolia splendens*, en 1946 y 1981 en unas parcelas permanentes con un total de 3.2 ha en el bosque colorado. Las clases del d.a.p. son : 5 cm (4.1 - 9.9 cm); 15 cm (10.0 - 19.9 cm) y en incrementos de 10 cm hasta la clase de 75 cm (70.0 - 79.9 cm).

los bosques del BEL posterior al Huracán San Cipriano de 1932 resultó en un dosel forestal cerrado (39, 41), una condición que no es favorable para la regeneración del laurel sabino (40, 43). Hacia la mitad de la década de 1970, la especie se incluyó tentativamente en la lista de especies de plantas endémicas en peligro en Puerto Rico (47). Sin embargo, hoy en día no existe un consenso general de que la especie se encuentre en peligro.

USOS

El laurel sabino tiene una madera dura y moderadamente fuerte, con un peso específico de 0.59 g/cm³ (21). El duramen al secarse va de un color verde oliva a pardo. La albura es blanquecina. Los anillos de crecimiento y unas frecuentes vetas oscuras le dan a la madera una apariencia atractiva (22). La fibra es de recta a ondulada y la textura fina y uniforme.

La madera es fácil de secar al aire. Se encoge de manera moderada en todas direcciones y se seca con rapidez con sólo una degradación mínima (22). La madera se aserra y se trabaja a máquina con facilidad; el cepillado y el lijado son moderadamente buenos, mientras que el modelado, el torneado, el taladrado, el enmechado y la resistencia a rajarse con tornillos son todos buenos.

Las excelentes cualidades de la madera del laurel sabino la hicieron una madera preferida para la manufactura de muebles y la ebanistería por muchos años en Puerto Rico (16, 22, 26, 37). Es también adecuada para la chapa decorativa y de utilidad, los productos madereros del aserradero, la construcción durable, el tablaje de botes y la carpintería general.

A pesar de que la cotorra de Puerto Rico por lo usual anida en las cavidades de *Cyrilla racemiflora* L. en el BEL, las cavidades en el laurel sabino han sido también usadas (32). El uso del laurel sabino para el anidaje pudo haber sido más frecuente en el pasado, cuando tanto el árbol como la cotorra eran más comunes. La cotorra de Puerto Rico ha sido también observada alimentándose del nuevo follaje de laurel sabino, a menudo incluso antes de que las nuevas hojas se abran (32).

Muchas de las especies del género *Magnolia* son muy estimadas como especies de ornamento; por lo tanto, el laurel sabino podría ser adecuado como un árbol ornamental (21). Sin embargo, su resistencia fuera de su limitada distribución en los bosques frescos y muy húmedos del BEL no ha sido sometida a prueba (12). Las picantes hojas del laurel sabino han sido usadas como un condimento (21).

GENETICA

La Magnoliaceae contiene 12 géneros y aproximadamente 220 especies de árboles y arbustos, el 80 por ciento de los cuales se encuentra distribuido en el Sudeste del Asia templada y tropical (15). El resto crece en la América templada y tropical. Varias de las características de la Magnoliaceae, tal como la disposición en espiral de las partes florales, son consideradas como primitivas por muchos autores (15).

Las especies de la Magnoliaceae conocidas en las Indias Occidentales consisten de ocho especies nativas y una

introducida del género *Magnolia*, tres especies nativas del género *Talauma* y dos especies introducidas del género *Michelia* (18). Todas las Magnoliaceae indígenas a las Indias Occidentales son árboles. Las especies del género *Magnolia* de las Indias Occidentales, todas endémicas, se consideran como un grupo natural.

El volumen nuclear del laurel sabino se estimó en 314.0 ± 42.3 m³ (20). *Talauma splendens* (Urban) McLaughlin es un sinónimo botánico (18, 21). *Magnolia portoricensis* Bello, una especie endémica estrechamente relacionada, crece en la Cordillera Central de Puerto Rico (21).

LITERATURA CITADA

1. Basnet, Khadga. 1992. Effect of topography on the pattern of trees in the tabonuco (*Dacryodes excelsa*) dominated rain forest of Puerto Rico. *Biotropica*. 24(1): 31-42.
2. Bates, Charles Z. 1929. Efectos del huracán del 13 de septiembre de 1928 en distintos árboles. *Revista de Agricultura de Porto Rico*. 23: 113-117.
3. Baynton, Harold W. 1968. The ecology of an elfin forest in Puerto Rico, 2. The microclimate of Pico del Oeste. *Journal of the Arnold Arboretum*. 49(4): 419-430.
4. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
5. Beinroth, Fredrich H. 1971. The general pattern of the soils of Puerto Rico. Trans. Fifth Caribbean Geological Conference, Bull. 5. New York: Queens College Press: 225-229.
6. Briscoe, C.B.; Wadsworth, F.H. 1970. Stand structure and yield in the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 79-89. Chapter B-6.
7. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. *Climatography of the United States* 60-52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Administration, Environmental Data Service. 29 p.
8. Cook, Melville T. 1942. Germination failures of the *Magnolia* in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 25(4): 51-52.
9. Edmisten, Joe. 1970. Survey of mycorrhiza and nodules in the El Verde forest. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 15-20. Capítulo F-2.
10. Ewel, John J.; Whitmore, Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
11. Figlar, R.B. 1984. *Magnolia splendens*. *Magnolia*. 20(1): 23-24.
12. Figlar, Richard B. 1982. *M. splendens*—Puerto Rico's lustrous magnolia. *Magnolia*. 18(1): 13-16.
13. Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1985. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain forest. *Ecological Monographs*. 55(3): 315-369.
14. Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1991. Hurricane damage to a flood plain forest in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Biotropica*. 23(4a): 324-335.
15. Heywood, V.H. 1978. Flowering plants of the world. New York: Mayflower Books Inc. 336 p.

16. Hill, R.T. 1899. The forest conditions of Porto Rico. Bull. 25. Washington, DC.: U.S. Department of Agriculture, Division of Forestry. 48 p.
17. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
18. Howard, Richard A. 1948. The morphology and systematics of the West Indian Magnoliaceae. Bulletin of the Torrey Botanical Garden. 75(4): 335-357.
19. Howard, Richard A. 1968. The ecology of an elfin forest in Puerto Rico, 1. Introduction and composition studies. Journal of the Arnold Arboretum. 49(4): 381-418.
20. Koo, F.K.S.; Irizarry, Edith R. 1970. Nuclear volume and radiosensitivity of plant species at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 15-20. Capítulo G-1.
21. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
22. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
23. Lyford, Walter H. 1969. The ecology of an elfin forest in Puerto Rico, 7. Soil, root and earthworm relationships. Journal of the Arnold Arboretum. 50(2): 210-224.
24. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Department of Entomology. 303 p.
25. Millais, J.G. 1927. Magnolias. London: Longmans, Green and Co., Ltd. 251 p.
26. Murphy, L.S. 1916. Forests of Porto Rico: past, present, and future, and their physical and economic environment. Bull. 354. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 99 p.
27. Odum, H.T.; Abbott, W.; Selander, R.K. [y otros]. 1970. Estimates of chlorophyll and biomass of the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 3-19. Capítulo I-1.
28. Odum, Howard T. 1970. Summary: an emerging view of the ecological system at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 191-289. Capítulo I-10.
29. Ovington, J.D.; Olson, J.S. 1970. Biomass and chemical content of El Verde lower montane rain forest plants. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 53-77. Capítulo H-2.
30. Salvia, I.A. 1972. Historia de los temporales de Puerto Rico y las Antillas. San Juan, PR: Editorial Edil, Inc. 385 p.
31. Smith, Robert Ford. 1970. Preliminary illustrated leaf key to the woody plants of the Luquillo Mountains. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 275-290. Capítulo B-16.
32. Snyder, Noel F.R.; Wiley, James W.; Kepler, Cameron B. 1987. The parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican parrot. Los Angeles, CA: Western Foundation of Vertebrate Zoology. 384 p.
33. Tropical Forest Experiment Station. 1950. Tenth annual report. Caribbean Forester. 11(2): 59-80.
34. Tropical Forest Research Center. 1957. Seventeenth annual report. Caribbean Forester. 17(1-2): 1-11.
35. Wadsworth, Frank H. 1950. Notes on the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900. Caribbean Forester. 11: 38-47.
36. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. Caribbean Forester. 12 (3): 93-114.
37. Wadsworth, Frank H. 1952. Forest management in the Luquillo Mountains. III. Selection of products and silvicultural policies. Caribbean Forester. 13(3): 93-119.
38. Weaver, Peter L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
39. Weaver, Peter L. 1986. Hurricane damage and recovery in the montane forests of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Caribbean Journal of Science. 22(1-2): 53-70.
40. Weaver, Peter L. 1987. Ecological observations on *Magnolia splendens* Urban in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Caribbean Journal of Science. 23(3-4): 340-351.
41. Weaver, Peter L. 1989. Forest changes after hurricanes in Puerto Rico's Luquillo Mountains. Interciencia. 14 (4): 181-192.
42. Weaver, Peter L. 1991. Environmental gradients affect forest composition in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Interciencia. 16(3): 142-151.
43. Weaver, Peter L. 1992. An ecological comparison of canopy trees in the montane rain forest of Puerto Rico's Luquillo Mountains. Caribbean Journal of Science. 28(1-2): 62-69.
44. Weaver, Peter L. 1994. Baño de Oro Natural Area: Luquillo Mountains, Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-111. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 56 p.
45. Weaver, Peter L.; Murphy, Peter G. 1990. Forest structure and productivity in Puerto Rico's Luquillo Mountains. Biotropica. 22(1): 69-82.
46. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indies dry-wood termite *Cryptotermes brevis* Walker. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 41: 259-311.
47. Woodbury, Roy; Raffaele, Herbert; Fram, Mitchell [y otros]. 1975. Rare and endangered plants of Puerto Rico: a committee report. San Juan, PR: U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service; Commonwealth of Puerto Rico, Department of Natural Resources. 85 p.

Mammea americana L. Mamey

Clusiaceae Familia del cupey

John K. Francis

Mammea americana L., conocido por lo común como mamey o, en inglés, como mammee-apple (14), se cultiva a través del Neotrópico debido a su fruta de gran sabor. El árbol es también una especie ornamental atractiva (fig. 1) y produce una madera dura y muy bella.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del mamey se extiende desde alrededor de la latitud 20° N. a la 12° N., a través de las Indias Occidentales (fig. 2). En la época de la llegada de Cristóbal Colón al Nuevo Mundo, la especie aparentemente crecía en Jamaica (2), la isla de Española (13), Puerto Rico



Figura 1.—Árbol de mamey, *Mammea americana*, creciendo en Puerto Rico.

(14) y las Antillas Menores (21). La especie probablemente se originó en una de estas islas y fue transportada a las otras en tiempos pre-históricos por los indios Arawak y por otros indígenas para los cuales era una fuente alimenticia importante (5). Hoy en día es común en semi-cultivación en Cuba, la América Central y el norte de la América del Sur (16, 19, 20, 22), y se le cultiva como un árbol frutal en muchas otras áreas tropicales y húmedas a nivel mundial.

Clima

El mamey crece de mejor manera en climas de húmedos a muy húmedos. En Puerto Rico, la especie crece mejor en áreas en donde la precipitación anual promedio varía entre 1500 y 3000 mm. Se le puede encontrar en la isla de Martinica en áreas en donde la precipitación anual varía entre 2000 y 4000 mm (21). En Puerto Rico, la estación lluviosa se extiende desde mayo a noviembre y se ve seguida de una estación un tanto más seca que se extiende desde diciembre hasta abril. La precipitación puede exceder los 50 mm, incluso durante los meses más secos del año. La temperatura mensual promedio de los meses más fríos y cálidos en Puerto Rico, la cual es probablemente representativa del área de distribución de la especie, es de 27 y 30 °C, respectivamente. La fluctuación en la temperatura diaria promedio es de aproximadamente 8 °C. No ocurren heladas en el área de distribución natural del mamey. Usualmente, la humedad es de alrededor del 80 por ciento y la velocidad del viento es por lo general baja (6).

Suelos y Topografía

El mamey crece de mejor manera sobre suelos ricos y profundos (4, 21). En Jamaica, es más común en áreas derivadas de piedra caliza (2); en Puerto Rico se le puede encontrar en áreas en donde los suelos son derivados de rocas sedimentarias e ígneas. La especie crece incluso en suelos

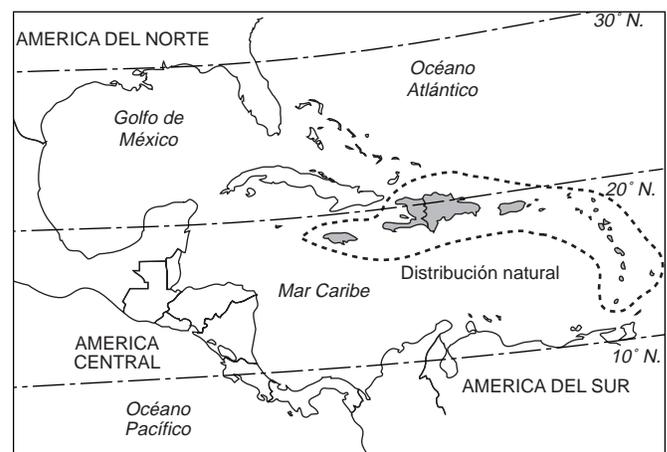


Figura 2.—Distribución natural del mamey, *Mammea americana*.

derivados de rocas serpentinas. Tolera también suelos que van de margas arenosas a arcillas, y una fluctuación en el pH de 5.1 a 7.8 (1). Aparentemente el mamey no crece en arenas excesivamente drenadas o en suelos con drenaje pobre. Sobrevive y crece de manera lenta en suelos erosionados y compactos. El mamey crece desde cerca del nivel del mar hasta una elevación de 1,600 m en México y Colombia (1, 16).

Cobertura Forestal Asociada

Hoy en día, incluso en su área de distribución natural, se puede encontrar al mamey con mayor frecuencia en semicultivación o en áreas que han sido perturbadas por agentes humanos. Por lo tanto, en Puerto Rico se le encuentra a menudo asociado con una mezcla de especies exóticas y especies secundarias nativas agresivas, tales como: *Mangifera indica* L., *Spathodea campanulata* Beauv., *Artocarpus altifolius* (Parkinson) Fosberg, *Citrus paradisi* Macfadyen, *Syzygium jambos* (L.) Alston, *Thespesia grandiflora* DC., *Citharexylum fruticosum* L., *Calophyllum brasiliense* Camb. y *Andira inermis* (W.Wright) H.B.K. (observación personal del autor).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores, blancas y fragantes y de 2 a 3 cm de ancho, pueden ser estaminadas, pistiladas o polígamas (14). Crecen ya sea como flores solitarias o en agrupaciones en las axilas de las ramas jóvenes (16). En las Indias Occidentales, la florescencia ocurre entre mayo y octubre, pero la fruta tarda más de un año para madurar (12). Las frutas son redondas, de 8 a 15 cm de diámetro (fig. 3, 4) y pueden tener un peso de entre 0.5 a 2.0 kg, madurando entre julio y febrero (12). Dentro de la pulpa de consistencia firme y color anaranjado se pueden encontrar de una a 4 semillas de tamaño grande (14).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Una muestra de 31 semillas procedente de varias partes de Puerto Rico promedió 2.0 ± 0.13 semillas por fruta, y la masa promedio de una semilla secada al aire fue de 73.3 ± 4.1 g (observación personal del autor). Después de la caída de la fruta, ésta se pudre y las semillas se ven liberadas. Las semillas se ven transportadas de manera más efectiva cuando



Figura 3.—Hojas y fruta del mamey, *Mammea americana*.

las frutas son cosechadas por agentes humanos. El consumo de las frutas y el transporte de las semillas por animales domésticos y silvestres son probables pero carecen de documentación. Las semillas no son consumidas por el ganado y son altamente tóxicas para los peces y las aves de corral (14), lo que probablemente se aplica también a otros animales y a los seres humanos.

Los árboles jóvenes de mamey comienzan a producir flores y frutos entre los 8 y 13 años de edad, y la producción de frutas es consistente de año a año. La producción de frutas de mamey anual en huertos comerciales en México alcanza con frecuencia un promedio de más de 100 kg por árbol (1). Un árbol silvestre puede producir de unas pocas semillas hasta 200 cada año. La semillas para la siembra se obtienen con facilidad de las frutas maduras que han caído a la superficie del terreno y pueden ser almacenadas por hasta 4 meses bajo refrigeración (11).

Desarrollo de las Plántulas.—Las semillas de mamey germinan de manera hipogea entre 1 a 4 meses después de la siembra. Se obtuvo una germinación del 97 por ciento a partir de una muestra de 31 semillas sembradas en suelo margoso (observación personal del autor). La germinación procede de manera normal cuando las semillas se entierran a la mitad en el suelo. La radícula sale de un extremo de la semilla y crece hacia abajo para desarrollar un sistema radical muy ramificado; luego, un vástago se desarrolla y se alarga hasta alcanzar de 15 a 20 cm antes de producir dos hojas de aspecto similar a las adultas.

A pesar de que muchas de las plántulas soportan bien el trasplante, puede ser que el mejor método para la producción en el vivero sea el de sembrar las semillas directamente en bolsas de vivero llenas de una mezcla de tierra preparada para la siembra. Al crecerlas bajo una sombra ligera, las plántulas deberán alcanzar una altura de 40 a 50 cm y estar listas para el trasplante al campo de 3 a 5 meses después de la emergencia del vástago. La plantación usando provisiones con raíces desnudas ha sido exitosa para unas pocas plántulas, pero no ha sido sometido a prueba de manera sistemática. Se recomienda un espaciamiento de 10 m si el objeto es la producción de fruta (17); se desearía un espaciamiento más estrecho para la producción maderera. Una plantación de mamey de alrededor de 4.5 ha fue establecida en los cerros húmedos de piedra caliza de Puerto Rico mediante la siembra directa de semillas en una plantación en decadencia de otra especie. La supervivencia fue de alrededor del 60 por ciento después de 21 meses. Los árboles resultaron saludables y promediaron 76 cm de alto. A los 5.5 años, las alturas de la mayoría de los árboles variaron entre 2.4 a 3.7 m. Posterior a esto, parte de la plantación fue destruida, y el resto se vió suprimido por especies secundarias de crecimiento rápido.

Reproducción Vegetativa.—El mamey rebrota bien al ser cortado. Al comparar tres diferentes métodos de injertos, el 56 por ciento de los injertos laterales tuvieron éxito, el 36 por ciento de los injertos en parche fueron a su vez exitosos y el injerto en la punta fracasó. La producción de fruta a partir de injertos es posible después de 4 ó 5 años (1).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—No se conoce la existencia de rodales naturales puros de mamey y no se han reportado plantaciones de edad mercantil. A pesar de que

los árboles individuales pueden en ocasiones alcanzar una altura de 25 m (12) y un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de 1.2 m, los árboles en cercas y en fincas alcanzan por lo normal unas alturas de 12 a 20 m y rara vez exceden 70 cm en d.a.p. (4, 16, 22). Esta altura se alcanza en un espacio de 30 a 40 años, después de lo cual ocurre muy poco crecimiento en altura. El crecimiento en diámetro durante los primeros 20 a 30 años es de alrededor de 1 cm por año; después de esto el crecimiento disminuye de manera gradual. El mamey puede vivir por 100 años o más. Los fustes de esta especie son por lo normal rectos, pero debido a las ramificaciones se producen maderos mercantiles de solamente de 2 a 3 m por árbol. No hay información disponible sobre el rendimiento.

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen un sistema radical lateral muy ramificado sin una raíz pivotante bien definida. En los árboles de gran edad, los contrafuertes se encuentran ausentes o son poco evidentes. Las raíces laterales, esparcidas y de gran tamaño de los árboles de gran edad en suelos arcillosos, se ven empujadas hacia la superficie y son capaces de ocasionar daño a las aceras.

Reacción a la Competencia.—El mamey es tolerante a la sombra. Las plántulas pueden sobrevivir por varios años bajo sombra densa. Los árboles de mayor edad sobreviven por extensos períodos en posiciones de copa intermedias en medio de especies secundarias. El crecimiento lento y la poca estatura del mamey lo ponen en una desventaja competitiva con la maleza temprano en su desarrollo y más tarde con especies secundarias de árboles. Debido a que carece de un sistema efectivo para el transporte de las semillas, muy pocos árboles de mamey se ven establecidos en los bosques. Sin embargo, debido a la destrucción forestal y al transporte de las semillas por los seres humanos, con frecuencia la especie crece hasta alcanzar la madurez en la cercanía de viviendas, a lo largo de cercas vivientes y en tierras agrícolas abandonadas.

Agentes Dañinos.—Se han identificado varias plagas de insectos que se alimentan de las hojas y la fruta del mamey (18), pero ninguna de ellas parece constituir una amenaza seria para los árboles individuales. El añublo negro, *Aulographum meliolooides* Cke. & Mass., y otras enfermedades fungales atacan ocasionalmente las hojas (26). Las termitas de la madera húmeda consumen las ramas muertas y los troncos de árboles muertos (18), y la madera es muy susceptible al daño por las termitas de la madera seca. La madera del mamey es moderadamente durable cuando en contacto con el suelo (15). Algunos de los árboles viejos y de gran tamaño en Puerto Rico sufren de la pudrición del duramen que penetra a través de cicatrices basales. La especie es resistente al daño por el viento (24).

USOS

El mamey se cultiva más que nada por su fruta, la cual tiene una pulpa carnosa firme y de color anaranjado, cubierta por una cáscara correosa de color pardo. Su sabor ha sido comparado al del albaricoque (4). Se come cuando fresca o en conservas (23, 25). Todas las partes del mamey tienen propiedades insecticidas y pueden ser perjudiciales a la salud si se ingieren en cantidades grandes y de manera regular (17). Un licor llamado "l'eau de creole" se destila a partir de las flores fermentadas (21). El mamey posee unas hojas brillantes y de color verde oscuro, a la vez que un follaje denso,

y se planta con frecuencia debido a su valor como una ornamental alrededor de viviendas, en los parques y a lo largo de los caminos y carreteras (12, 24).

Las infusiones de las semillas pulverizadas y la goma extraída de la corteza y de la cáscara de la fruta verde se usaron con frecuencia en el pasado como insecticidas para eliminar las garrapatas y las niguas en los animales domésticos y en los seres humanos (16, 22). Los usos del mamey en la medicina popular han incluido el tratamiento de las infecciones del cuero cabelludo, la diarrea y los problemas oculares y digestivos (19). La mameína y las coumarinas relacionadas han sido objeto de investigaciones para determinar su actividad farmacológica (8, 9).

El duramen del mamey es de un color pardo rojizo mientras que la albura es de un color ligeramente más claro. La madera es dura, pesada y fuerte, con un peso específico que se reporta como de 0.865 g por cm³ cuando secada al aire (15) o de 0.980 g por cm³ con un contenido de humedad sin especificar (10). La madera se seca de manera lenta y sufre de una degradación considerable en el proceso. En una prueba en Puerto Rico relativa al secado al aire, el 50 por ciento del volumen se perdió debido a defectos desarrollados durante el secado (14). La madera del mamey se encoge un 5.4 por ciento radialmente, 12.1 por ciento tangencialmente y 0.38 por ciento longitudinalmente. Se trabaja a máquina con facilidad (10), pero la falta de estabilidad después de la manufactura la hacen inadecuada para muebles (15). A pesar de que se encuentra disponible en cantidades limitadas, la madera del mamey se utiliza para molduras, artículos novedosos y para objetos torneados, a la vez que para vigas y postes. Los troncos fueron en el pasado populares a nivel local para ser usados para tabaceras de pipas.

GENETICA

Existen cuatro especies en el género *Mammea*, una procedente de la América Tropical y tres de África (13). Se ha sugerido que la selección genética podría resultar en un mejoramiento en la calidad de la fruta (4).

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1975. El cultivo del mamey. Tierra. 30(6): 344-345, 364.
2. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
3. Arriaga Maldonado, V. 1976. Preliminary study on the propagation of *Mammea americana* by grafting. Guatemala, Guatemala: Revista Cafetalera. 157: 1315.
4. Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York: MacMillan. 3639 p.
5. Barret, O.W. 1925. Food plants of Puerto Rico. The Journal of the Department of Agriculture of Puerto Rico. 9(2): 61-208.
6. Environmental Data Service. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Climatology of the United States 60-52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Services Administration. 29 p.

7. Fawcett, William; Rendle, Alfred B. 1926. Flora of Jamaica. London: Trustees of the British Museum. 453 p.
8. Finnegan, R.A.; Merkel, K.E. 1972. Constituents of *Mammea americana* L. XI: Oxidation of mamein and mammeisin. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 61(10): 1603-1608.
9. Finnegan, R.A.; Merkel, K.E.; Back, N.1972. Constituents of *Mammea americana* L. VIII: Novel structural variations on the mamein theme and antitumor activity of mamein and related coumarin and phloroglucinol derivation. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 61(10): 1599-1603.
10. Fors, Alberto J. 1965. Maderas cubanas. Habana, Cuba: Instituto Nacional de la Reforma Agraria. 162 p.
11. Fougere, William. 1978. Reforestation techniques for northwest Haiti. Port-au-Prince, Haiti: Haitian American Community Help Organization. 64 p.
12. Liogier, Alain H. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
13. Liogier, Alain H. 1983. La flora de la Española, II. Vol. 44, Serie Científica XV. San Pedro de Macoris, República Dominicana: Universidad Central del Este. 420 p.
14. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
15. Longwood, Frank R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. *Agric. Handb.* 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
16. Mahecha Vega, Gilberto E.; Echeverri Restrepo, Rodrigo. 1983. Arboles del Valle del Cauca. Bogotá, Colombia: Litografía Arco. 208 p.
17. Martin, Franklin W.; Cambell, Carl W. 1987. Perennial edible fruits of the Tropics. *Agric. Handb.* 642. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 247 p.
18. Martorell, Luis F.1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
19. Mendieta, Rose M.; Amo R., Silvia del. 1981. Plantas medicinales del Estado de Yucatan. Xalapa, Veracruz, México: Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Botánicos. 428 p.
20. Pittier, H. 1976. Manual de las plantas usuales de Venezuela. Caracas, Venezuela: Litografía del Comercio. 458 p.
21. Poupon, Joseph; Chauvin, Gerard. 1983. Les arbres de la Martinique. Fort-de-France, Martinique: Office National des Forêts. 256 p.
22. Roig y Mesa, Juan T. 1945. Plantas medicinales, aromaticas o venenosas de Cuba. Habana, Cuba: Ministerio de Agricultura, Servicio de Publicidad y Divulgación. 872 p.
23. Sauget, J.S.; Liogier, E.E. 1953. Flora de Cuba. Habana, Cuba: Museo de Historia Nacional del Colegio de la Salle. 502 p. Vol. 3.
24. Schubert, Thomas H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 91 p.
25. Uphof, J.C.T. 1968. Dictionary of economic plants. New York: Verlag von J. Cramer. 591 p.
26. U.S. Department of Agriculture. 1960. Index of plant diseases in the United States. *Agric. Handb.* 165. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 531 p.

Mangifera indica L.

Mango

Anacardiaceae

Familia del anacardo

John A. Parrotta

Mangifera indica L., conocido comúnmente como mango, es un árbol siempreverde de tamaño de mediano a grande que típicamente crece a una altura de 25 m con una copa redondeada y muy densa, con hojas verde oscuro y un tronco robusto con corteza gruesa y áspera (fig. 1). El mango, nativo del Asia tropical, ha sido plantado a través de todo el trópico, de semiárido a húmedo, y el subtropical, y se ha naturalizado en muchas de las áreas en donde ha sido introducido. Es uno de los árboles frutales más populares a través de su área de distribución, y su madera se usa extensamente para muebles, carpintería, construcción, y varios otros propósitos.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

A pesar de que se desconoce su punto de origen exacto, el mango es probablemente nativo a los bosques montanos bajos del este de la India, Bangladesh y Myanmar (Burma) entre los 16° y 28° de latitud Norte (3, 6, 35) (fig. 2.). Algunos autores son de la creencia de que su distribución natural tal vez incluya los cerros boscosos del centro y sudoeste de la India, Tailandia, Laos, Vietnam, Kampuchea y la península Malaya (3, 53).

El mango ha sido cultivado por los últimos 4,000 años en el sur y sudoeste de Asia y se menciona frecuentemente en la literatura temprana en Sánscrito en la India (3). Durante los siglos quinto y cuarto antes de Cristo, monjes budistas llevaron el mango de la India a la península Malaya y a otras partes del sudeste y este de Asia (35). Durante el siglo décimo después de Cristo, los persas lo transportaron de la India al Medio Oriente. Durante el siglo dieciseis se introdujo de Goa (India) al Africa del este y del oeste por comerciantes portugueses (34). El mango se introdujo en México y Brasil antes del fin del siglo diecisiete y de Brasil a las Indias

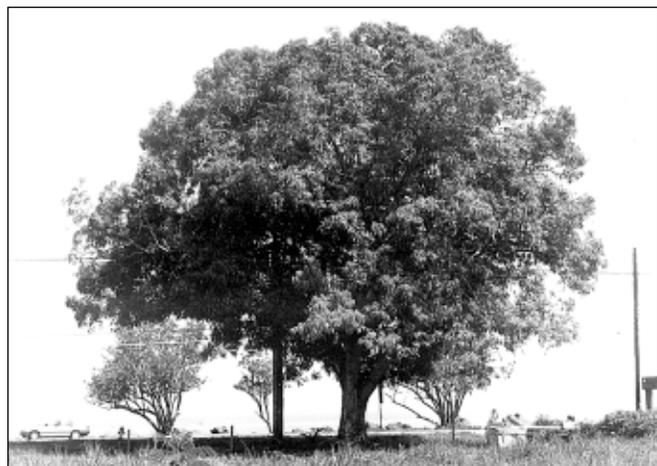


Figura 1.—Un árbol de mango, *Mangifera indica*, en Puerto Rico.

Occidentales durante el siglo dieciocho (3). Desde entonces, el mango ha sido cultivado y naturalizado tan extensamente que su distribución se puede considerar como pantropical. Ha sido cultivado con éxito en varias regiones subtropicales, incluyendo las costas del Golfo Pérsico y el Mediterráneo, las Islas Canarias, Sudáfrica, el sur de Brasil, el sur de California y la Florida (3).

Clima

El área de distribución natural del mango se caracteriza por una precipitación anual de entre 1500 y 2600 mm, con una estación seca de 4 a 5 meses entre noviembre y marzo (7, 34). En su área de distribución tropical y subtropical, crece bien en sitios con una precipitación anual que exceda 750 mm. Sin embargo, la humedad excesiva es perjudicial para la producción de fruta, y los mejores rendimientos proceden de sitios que reciben entre 750 y 1300 mm de precipitación con una estación seca bien definida durante el período de la florescencia (3). En Puerto Rico el mango se ha naturalizado en lugares en donde la precipitación anual oscila entre 1000 y 2600 mm (17).

En su área de distribución natural, las temperaturas anuales promedio oscilan entre 24 y 27 °C, con temperaturas mínimas promedio de entre 11 y 17 °C y temperaturas máximas promedio de entre 32 a 34 °C durante los meses más fríos y más calientes, respectivamente (7). Los árboles de mango pueden tolerar heladas ligeras (53).

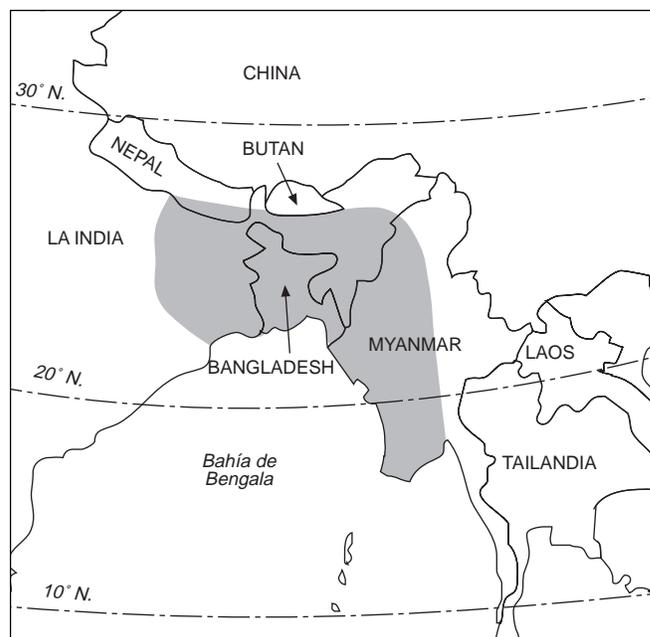


Figura 2.—El área sombreada representa el área de distribución natural aproximada del mango, *Mangifera indica*.

Suelos y Topografía

En la mayor parte de su distribución natural, el mango crece en bosques naturales a altitudes de entre 300 y 900 m (3). Se ha cultivado con éxito a altitudes desde el nivel del mar hasta 1,500 m (48), a pesar de que crece mejor a menos de 600 m (36). A la vez que el mango prefiere suelos arcillosos aluviales con buen drenaje y arcillas arenosas (36, 53), muchas partes dentro de su área de distribución natural y artificial se caracterizan por suelos derivados de gneis y de otros materiales cristalinos y metamórficos (3, 7). El mango crece de manera pobre en arcillas compactas, suelos calcáreos y suelos con un subsuelo rocoso (15).

En Puerto Rico el mango se ha naturalizado a lo largo de toda la isla en una gran variedad de suelos de fertilidad media, incluyendo Alfisoles, Entisoles, Histosoles, Inceptisoles, Molisoles y Ultisoles, con la excepción de manglares, suelos secos de piedra caliza y regiones montañas superiores (29). El pH de los suelos primeramente mencionados oscila entre 4.5 y 7.5, y se incluyen suelos con tendencia a la sequía y con drenaje excesivo, suelos húmedos y bien drenados, y suelos con drenaje pobre con subsuelo anaeróbico (17). Sin embargo, crece mejor en arcillas bien drenadas con un alto contenido de materia orgánica (34).

Cobertura Forestal Asociada

En su área de distribución natural en la región de Myanmar (Burma) el mango crece en bosques caducifolios húmedos secundarios en una posición de dosel codominante, junto con *Anthocephalus chinensis* (Lam.) A. Rich ex Walp., *Alstonia scholaris* R. Br., *Dillenia pentagyna* Roxb., *Schleichera trijuga* Willd., *Terminalia tomentosa* W. & A., *Bursera serrata* Colebr., *Melia composita* Willd., y *Bridelia retusa* Spreng. (7). En el oeste de Bengala (India), el mango crece asociado con *Butea monosperma* (L.) Taubert, *Madhuca latifolia*, *Pterocarpus macrocarpus* Kunz y *Shorea robusta* Gaertn. (45). En una parcela de bosque dipterocarpo de 50 hectáreas en la reserva forestal de Pasoh en Malasia peninsular, el mango crece en asociación con otras 820 especies (41).

En Puerto Rico y otras partes de las Indias Occidentales, el mango es común en fincas abandonadas y en bosques secundarios en las zonas biológicas forestales subtropical seca, húmeda y muy húmeda (sensu Holdridge, 22). En Antigua se encuentra asociado con *Inga fagifolia* (L.) Willd., *Pisonia fragrans* Dum.-Cours., *Daphnopsis americana* (Mill.) J.R. Johnst. ssp. *caribaea*, y *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton (4). En la región central de Honduras, crece como una especie voluntaria en bosques de pino y encina húmedos y en hábitats ribereños a una altitud de entre 600 y 900 m (28).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Usualmente el mango florece por primera vez cuando los árboles tienen aproximadamente 10 años, a pesar de que árboles propagados vegetativamente (mediante injertos) pueden florecer durante el primer año y dar fruto en 4 ó 5 años. Las fenologías de la florescencia difieren dependiendo de la variedad y la localidad. Mientras que unas pocas variedades en la India florecen a través de

un período extenso, con dos a tres florescencias por año, la mayoría florece solamente una vez al año C (34). La florescencia ocurre por lo general de febrero a abril en el norte de la India, de enero a marzo en el sur de la India, de enero a febrero en el oeste de África y de noviembre a julio en Puerto Rico y otras regiones del Caribe (29, 34, 53). El número de flores producido tiende a ser muy variable de año a año en muchas variedades de mango (3).

Las flores, fragantes y con un cabillito corto, tienen vellos finos en su superficie y son en parte masculinas y en parte bisexuales (polígamas) y forman racimos terminales de buen tamaño (panículas) de 15 a 20 cm de largo con ramificaciones vellosas y rojizas conteniendo hasta 6,000 flores (29) (fig. 3). Las flores individuales consisten de un cáliz amarillo verdusco con lóbulos muy marcados y de 1.5 mm de largo; cinco pétalos extendidos de 3 a 4 mm de largo, de un color que va de rojo a rosado a blanco; cinco estambres; y, en flores bisexuales, un pistilo con un ovario de una sola célula y un estilo delgado lateral (29). Los principales agentes polinizadores son los insectos, particularmente de los órdenes Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Coleoptera (34).

Las frutas o drupas poseen una sola semilla y son aromáticas y de forma elíptica, madurando de 2 a 4 meses después de la florescencia, dependiendo de la variedad y la localidad (34). Las frutas salvajes son de aproximadamente 3.5 a 10 cm de largo, mientras que las de la mayoría de las variedades de cultivo son considerablemente más grandes (34, 53), por lo general de 8 a 20 cm de largo y de 6 a 12 cm de ancho, ligeramente aplastadas y angostas en la región del ápice.

Producción de Semillas y su Diseminación.—La semilla, cubierta de una pepita fibrosa y en medio de una pulpa anaranjada, gruesa y jugosa, es de forma aplastada y pesa aproximadamente 25 g (29), o aproximadamente el 13 por ciento de el peso total de la fruta (36). Los mamíferos que se alimentan de la fruta, como murciélagos frugívoros, son los principales agentes dispersadores de semillas en su área de distribución natural. En otras áreas de su distribución, las semillas son dispersadas por el ganado y los seres humanos. Las semillas para el cultivo deben ser recolectadas de frutas plenamente maduras que han caído del árbol naturalmente y han sido secadas al aire en un lugar fresco después de remover la pulpa.

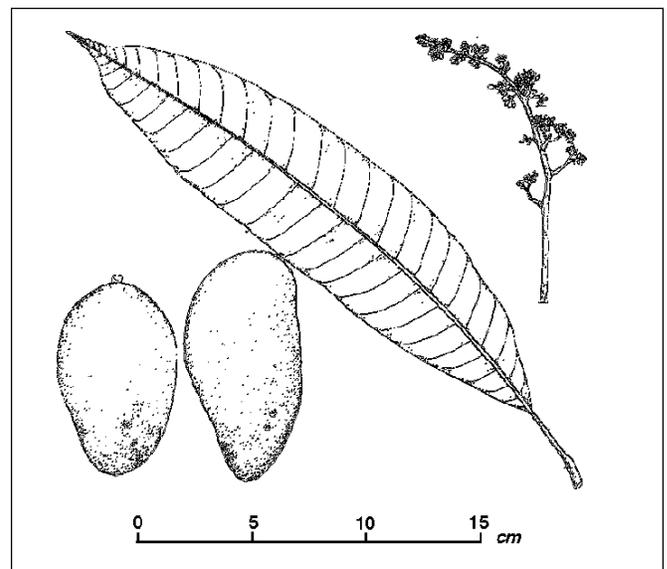


Figura 3.—Follaje y fruto del mango, *Mangifera indica* (28).

Desarrollo de las Plántulas.—Cuando el objetivo es la producción en el vivero, la pulpa deberá ser removida de la pepita fibrosa antes de sembrarla en tierra floja. Debido a que las semillas de mango tienen un período limitado de viabilidad que va de 80 a 100 días cuando almacenadas en condiciones frescas (36), deberán ser sembradas lo más pronto posible después de la maduración. La germinación en el mango es hipogea y ocurre aproximadamente un mes después de la siembra (15, 53). Una radícula robusta emerge de la punta de la semilla y los pecíolos cotiledonarios, anchos y carnosos, se alargan, permitiendo que el vástago emerja. Los cotiledones permanecen dentro de la pepita fibrosa sobre o bajo el suelo (53). En algunas variedades poliembriónicas se producen de dos a ocho vástagos por semilla; estos deberán ser entresacados en el vivero poco después de la germinación con el objeto de permitir el desarrollo apropiado de un solo vástago. La plántula produce una robusta raíz primaria, moderadamente larga y que disminuye gradualmente en grosor. Esta raíz primaria da lugar a numerosas raíces laterales de grosor moderado distribuidas regularmente a lo largo (53). Las plántulas requieren sombra parcial para un desarrollo inicial óptimo (15).

El crecimiento inicial de la plántula es rápido. Bajo condiciones subtropicales en el norte de la India, las plántulas alcanzan de 20 a 30 cm de alto poco después de la germinación, y de 30 a 45 cm en 4 meses, de 75 a 150 cm en 16 meses, y de 1.5 a 2.7 m en 28 meses después del cultivo (53). Las plántulas producidas en viveros deben ser trasplantadas al campo cuando tengan una altura de 45 a 60 cm, con diámetros del tallo de entre 1.2 a 1.5 cm, o antes de que la raíz pivotante haya tenido la oportunidad de desarrollarse más o menos extensamente (15, 50, 53). La plantaciones se establecen por lo común usando plántulas en contenedores al inicio de la estación lluviosa. Hoyos de 60 por 60 por 60 cm se preparan por lo común y se llenan de tierra floja enriquecida con abono o estiércol para garantizar un desarrollo radical vigoroso (36). Se recomienda el proveer a las plántulas de sombra durante la fase de establecimiento (15).

La regeneración natural en el mango es buena, particularmente bajo sombra ligera. Las semillas germinan con facilidad bajo los árboles maternos cuando protegidas del sol pleno, como en los estratos inferiores de bosques secundarios (53). En Puerto Rico, la regeneración natural es relativamente abundante a lo largo de veredas y caminos en rodales de bosques secundarios, con la excepción de sitios con una alta saturación de agua,¹ en donde la regeneración es escasa, probablemente debido a la humedad excesiva, la poca producción de frutas o la alta mortalidad en las plántulas.

Reproducción Vegetativa.—El mango se propaga por lo común de manera vegetativa mediante varios métodos de injerto (34). Los injertos de escudete se efectúan en plántulas con tallos de 0.7 cm o más de diámetro cuando la yema terminal se empieza a expandir. Otros injertos mayores se efectúan en plántulas de 10 a 12 meses de edad o en aquellas con tallos de un diámetro de entre 1.0 a 1.5 cm (3). Los árboles de mango rebrotan bien en su parte inferior después de cortados (48).

Etapas del Brinjal hasta la Madurez.

Crecimiento y Rendimiento.—Cuando los árboles de mango se propagan vegetativamente pueden empezar a producir fruta a los 4 ó 5 años de edad, pero su plena capacidad productiva se alcanza entre los 20 y 40 años de edad (50). Los árboles maduros a menudo rinden entre 1,000 y 3,000 frutas por año.

Los árboles en su madurez crecen típicamente a una altura de 25 m o más, con troncos principales de hasta 15 m y diámetros a la altura del pecho (d.a.p.) de entre 0.6 y 2.0 m (48, 53). El árbol más grande de mango medido en Puerto Rico midió 37.3 m de alto con un d.a.p. de 2.0 m².

El mango ocupó el noveno lugar en la lista de árboles más importantes (con respecto al área basal ocupada por 173 diferentes especies) en un inventario de bosques secundarios de Puerto Rico en 1980 (5). Se estimó un poco más de 40,000 m² de área basal, o un promedio de 0.35 m² por hectárea (2.5 por ciento del total) para el mango en estos bosques secundarios. La mayoría de estos árboles se encontraron en las mayores clases diamétricas.

Comportamiento Radical.—El mango tiene una raíz pivotante que penetra profundamente y un sistema de raíces laterales extenso (36). La morfología del sistema radical varía marcadamente de acuerdo a las secuencias de perfil textural de los suelos en donde crece. Aquellos árboles que crecen en sitios con suelos de textura de mediana a gruesa tienden a desarrollar raíces pivotantes muy profundas y raíces laterales hasta una profundidad de por lo menos 1.7 m, mientras que aquellos creciendo en sitios con suelos de textura fina tienden a tener raíces pivotantes y laterales más superficiales, más escasas y menos extensas. En suelos arcillosos, las raíces laterales cerca del tallo a menudo emergen fuera del suelo. Mientras que las raíces laterales pueden ser más extensas en los suelos de áreas gruesas que en los suelos de textura ligera, las raíces finas encargadas de la absorción de nutrientes tienden a concentrarse en la cercanía del tallo en los suelos más gruesos (1).

Reacción a la Competencia.—El mango tolera la sombra de manera moderada (53). El espaciamiento de los árboles en plantaciones depende de la variedad: las variedades enanas se pueden espaciar de 6 por 6 m a 7.5 por 7.5 m, mientras que espaciamientos de 9 por 9 m hasta de 12 por 12 m, y a veces 15 por 15 m, pueden ser necesarios en el caso de algunas variedades (36). Plantaciones más densas con espaciamientos de 6 por 6 metros se usan en ciertas ocasiones para mejorar la productividad inicial y las ganancias financieras. Una vez se cierra el dosel, esas plantaciones deberán ser entresacadas hasta alcanzar un espaciamiento de 12 por 12 m (36). En Puerto Rico, las plantaciones comerciales se mantienen en forma de setos en filas con poco espacio entre árboles. La siembra de otros cultivos junto con el mango, como leguminosas herbáceas, vegetales, papaya, piña y otros, se practica comúnmente durante los primeros 3 ó 4 años después de establecida la plantación, o hasta que el dosel se cierra (34, 36). Durante las etapas tempranas del desarrollo, el crecimiento de los árboles puede ser impedido por la competencia con gramíneas, cultivos bajos, y otros tipos de vegetación herbácea. Se

¹Alemañ, Salvador. 1992. Comunicación personal con el autor. Archivado en: Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

²Francis, John K.; Alemañ, Salvador. [s.f.]. *Champion trees of Puerto Rico*. Manuscrito inédito archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

recomienda por lo tanto el arrancar la maleza de alrededor de los tallos durante los primeros años de crecimiento en la plantación (36).

Agentes Dañinos.—Varias especies de insectos se han reportado como plagas serias del mango, especialmente insectos de los órdenes Diptera y Homoptera. Estos incluyen varias especies de moscas de la fruta (Diptera: Trypetidae), en particular la mosca de fruta del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* Wied. (en Hawaii); la mosca de la fruta de Queensland, *Dacus tryoni*; la mosca del mango, *D. ferugineus* Fabr. en la India; *Anastrepha fraterculus* Weid. (Diptera: Tephritidae) en las Indias Occidentales; y *A. mombinpraeontans* Sein en Puerto Rico (3, 31, 34). Se ha reportado daño a la fruta por la larva de *A. fraterculus* en Colombia (57). Entre otros insectos que causan daño de moderado a serio al mango en Puerto Rico se cuentan las larvas barrenadoras de las hojas y ramas de *Chlorida festiva* L. (Coleoptera: Cerambycidae); *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Homoptera: Diaspididae); la hormiga *Myrmelachista ramulorum* Wheeler (Hymenoptera: Formicidae), que taladra tanto ramitas como ramas mayores; y *Selenothrips rubrocinctus* (Giard.) (Thysanoptera: Thripidae) (18, 31). En la Florida se ha reportado daño por los nemátodos *Rotylenchulus reniformis* y *Hemicriconemoides mangifera* (32).

En la India, los saltamontes del mango, *Idiocerus clypealis* Leth. e *I. niveosparsus* Leth., y otros saltamontes idiocerinos (Homoptera: Cicadellidae); el gorgojo “pulga” del mango, *Rhynchaenus mangiferae* Marshall (Coleoptera: Curculionidae); y el gorgojo del mango, *Cryotirhynchus mangiferae*, son todas plagas importantes (3, 25, 34, 43, 55). El insecto psílido, *Apsylla cistellata*, que forma agallas en los vástagos, causa un daño moderado en algunas variedades del mango en el norte de la India (26). Los gorgojos *Sternochetus mangiferae* Fabr. y *S. gravis* Fabr., causan un daño considerable a la fruta en el sur de la India y en Hawaii (2, 34). Numerosas especies de nemátodos han sido reportadas en plantaciones de mango en la India (38).

En las Filipinas, un escarabajo grande, *Plocaederus ruficornis*, que taladra la corteza, es una plaga seria (3). De Egipto se reporta una malformación de la florescencia en algunas variedades de mango causada por la infestación del ácaro de las yemas *Aceria mangiferae* (56). El pseudocóccido gigante del mango, *Drosicha stebbingi*, se alimenta de las partes suculentas del árbol y constituye una plaga importante en ciertas áreas (36). Dieciseis especies de nemátodos fitoparásitos, incluyendo a *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Xiphinema brevicolle* y *Hemicriconemoides mangiferae*, se han reportado causando daño severo en plantaciones de gran edad en Sudáfrica (33).

El mango es susceptible al añublo de las flores (antracnosis) causado por *Colletotrichum gleosporioides* Penz., que es el nombre de una etapa imperfecta de *Glomerella cingulata* (Ston.) Spauld. & Schrenk, una enfermedad fungal cosmopolita que ocurre por lo común durante períodos húmedos (3, 21, 36). El añublo negro, causado por *Capnodium mangiferum* Cook & Brown; *C. ramosum* Cooke y *Meliola mangifera* Earle, que crecen en las secreciones melosas de saltamontes y piojos, es un problema en la India y otras partes (34). La costra del mango (un tipo de antracnosis) causada por el hongo *Elsinoe mangiferae* Bitanc. & Jenkins, a veces daña seriamente las hojas, ramitas, flores y frutas (36). El añublo polvoso, *Oidium mangiferae* Berthet; la “enfermedad rosa”, *Corticium salmonicolor* Berk.

& Br.; el marchitamiento del tallo, *Rhinoctadium corticulum* Mass.; y la pudrición roja, *Cephaleuros virescens* Kunz., son de poca importancia en la India (20, 25, 34). La pudrición de la fruta y el cancro del tallo causados por la bacteria *Erwinia carotovora* y *E. herbicola* tienen una distribución extensa en Venezuela, aunque se reporta que ciertas variedades de mango son resistentes a ellas (19). Varias otras enfermedades del mango han sido reportadas en California, la Florida (21, 47, 54), y Puerto Rico (54), aunque pocas o ninguna de ellas causan problemas serios o extensos.

Los árboles de mango tienen una sensibilidad alta a las deficiencias de nitrógeno, potasio y algunos micronutrientes (21, 34). Las plántulas son susceptibles al daño causado por roedores, y los árboles jóvenes deben ser protegidos del ganado (49, 50). Mientras que los árboles pueden sufrir daños considerables con vientos fuertes, generalmente producen nuevas ramas y follaje rápidamente.

USOS

A pesar de que la madera y otras partes del árbol se utilizan a menudo, el mango se cultiva principalmente por su fruta. A nivel mundial, se calcula que 13.5 millones de toneladas de mangos son consumidas (50). La fruta se consume sin cocer como postre, aunque a veces se cocina o se usa en refrescos congelados, helados y otros tipos de postre. Tanto el mango verde como el maduro son ricos en carbohidratos, minerales y vitamina C (15, 34, 50). En la India, los mangos se usan en la manufactura de “chutneys” y preserves y, curtidos en especies, se usan como condimento (50). Un polvo agrídulce, llamado “amchur”, hecho de la pulpa seca y molida, es usado en la cocina de la India. La semilla molida se usa a veces como harina (34, 36). Las flores y las hojas tiernas se comen en ciertas partes del sudeste de Asia (34). En Sulawesi (Indonesia) la fruta se usa a veces para hacer vinagre y cierto tipo de coñac (34). El ganado se come la fruta con voracidad, y las hojas y semillas se usan a veces como alimento basto en mezclas que incluyen otro tipo de forrajes (39, 51) para ganado ovino y bovino.

Las hojas, las flores secas, las frutas verdes, las semillas, la corteza y la gomorresina se usan medicinalmente para el tratamiento de una gran variedad de enfermedades en la India (8, 9, 10, 24, 27, 44), las Filipinas (6), el oeste de Africa (50), y en la América Central (12). Se usan más que nada en el tratamiento de enfermedades y llagas o heridas de la piel, enfermedades digestivas y del aparato respiratorio. Se reporta que los extractos foliares exhiben una actividad antibacteriana y antifungal de amplio espectro (23). Las flores pulverizadas se usan como repelente contra mosquitos (42).

La corteza y las hojas contienen un pigmento amarillo que se usa para darle un tinte amarillo claro al algodón, la seda y la lana (34). La corteza en polvo se usa mezclada con otros ingredientes para vidriar alfarería (11). La fruta verde y seca se usa como un fijador o mordiente para tintes de origen vegetal (11). De las flores se distila un perfume conocido como “amb attar”. Las flores y las hojas se utilizan en ceremonias de la religión Hindú (46).

La albura es de color de crema a pardo claro y el duramen es de color amarillo o pardo claro y a menudo de aspecto variegado o con líneas irregulares. La madera es moderadamente dura, lustrosa, de textura mediana, moderadamente pesada (gravedad específica: 0.62) y fuerte, con una veta de recta a ondulada, con muchos poros de

tamaño grande y con anillos de crecimiento (30). La madera se seca a una tasa moderada con sólo una degradación mínima. La madera se trabaja con facilidad pero con un éxito mediano y es moderadamente resistente a las termitas (30). En Puerto Rico la madera se ha usado de manera limitada como leña y tajaderas (29). En el sur de Asia se utiliza para pilotes sumergidos, botes, muebles, carpintería, pisos, construcciones, cajas, carretas, arados y triplex (11, 52).

El mango es un excelente árbol de sombra robusto y se siembra extensamente en áreas urbanas y rurales. Es un componente muy popular de jardines caseros en toda su distribución americana tropical (37, 40). En Costa Rica, el mango se cultiva en sistemas agroforestales junto con el café (*Coffea arabica* L.); *Citrus* spp.; *Musa* spp.; *Inga* spp.; *Erythrina* spp. y especies maderables como *Cedrela odorata* L. (14). El árbol es una planta importante para las abejas, que se alimentan del abundante néctar producido por las flores (13).

GENETICA

La mayoría de los cientos de variedades cultivadas del mango caen dentro de dos razas: una raza monoembrionica que incluye varios tipos o grupos bien definidos de la India, y una raza poliembrionica procedente de las Filipinas e Indochina (3). Dentro de esta raza de las Filipinas varios tipos más o menos bien diferenciados de plántulas, como el Pahutan, el Carabao y el Pico, incluyen un gran número de variedades hortícolas. Los mangos introducidos a México durante el siglo diecisiete y todavía cultivados hoy en día fueron de la raza filipina. Cientos de variedades hortícolas de la India forman varios grupos bien diferenciados, conocidos como los tipos de Bombay, Hangra y Malda, todos monoembrionicos. Sólo unas cuantas de estas variedades, como la Alfonso, la Mulgoba y la Dusseri, son bien conocidas y reconocidas. Variedades tanto de la raza filipina como de la procedente de la India han sido introducidas a las Indias Occidentales y al sur de la Florida, las más comunes siendo la Mulgoba, la Haden, la Pairi, la Amini, la Cambodiana, la Bennet y la Sandersha (3).

Existe una variación considerable entre las diferentes variedades cultivadas de mango en su susceptibilidad a plagas y enfermedades, en el tamaño de la fruta, forma, color y textura. La fruta de algunas variedades es apenas del tamaño de una ciruela, mientras que otras pueden llegar a pesar hasta 2 kg (3). La forma varía de redonda a larga y delgada, la mayoría de las variedades teniendo una forma reniforme, acorazonada, oval o elíptica. El color de la fruta varía entre amarillo verdusco a través de varias gamas de amarillo y anaranjado, y rojo escarlata (3).

El género *Mangifera* consiste de más de 60 especies, la mayoría de las cuales son nativas a la península Malaya, Sumatra y otras partes del sudeste de Asia (35, 36). Otras especies con fruto comestible incluyen a *M. altissima*, *M. caesia* Jack, *M. cochinchensis*, *M. foetida* Lour., *M. griffithii* Hk. f., *M. kemanga*, *M. lagenifera* Griff., *M. magnifica* Kochummen, *M. oblongifolia*, *M. odorata* Griff., *M. pentandra*, *M. quadrifida* Jack, *M. reba*, *M. sylvatica*, *M. verticillata* Rob. y *M. zeylandica* Hook. f. (3, 34, 41). Sin embargo, ninguna de éstas se compara en calidad al mango (36). *Mangifera indica* es una especie diploide con 40 cromosomas (36).

LITERATURA CITADA

1. Avilán R., Luis; Meneses, Luis. 1979. Efecto de las propiedades físicas del suelo sobre la distribución de las raíces del mango (*Mangifera indica* L.). Turrialba. 29(2): 117-122.
2. Bagle, B.G.; Prasad, V.G. 1985. Studies on varietal incidence and control of the stone weevil, *Sternonchetus (Cryptorrhynchus) mangiferae* Fabricius (Coleoptera: Curculionidae). Indian Journal of Entomology. 47(3): 362-364.
3. Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York: MacMillan and Company. 3 vol.
4. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford, UK: Clarendon Press. 192 p.
5. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
6. Bodner, Connie Cox; Gereau, Roy E. 1988. A contribution to Bontoc ethnobotany. Economic Botany. 42(3): 307-369.
7. Champion, H.G. 1936. A preliminary survey of the forest types of India and Burma. Indian Forest Records. I. New Delhi: Government of India Press. 286 p.
8. Chopra, R.N.; Chopra, I.C.; Varma, B.S. 1969. Supplement to glossary of Indian medicinal plants. New Delhi: Council of Scientific and Industrial Research. 119 p.
9. Chopra, R.N.; Nayar, S.L.; Chopra, I.C. 1956. Glossary of Indian medicinal plants. New Delhi: Council of Scientific and Industrial Research. 330 p.
10. Dastur, J.F. 1962. Medicinal plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons and Co. 212 p.
11. Dastur, J.F. 1964. Useful plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons and Co. 185 p.
12. Dennis, Phillip A. 1988. Herbal medicine among the Miskito of eastern Nicaragua. Economic Botany. 42(1): 10-28.
13. Dutta, Tushar R.; Ahmed, Razi; Abbas, Syed R.; Rao, M.K. Vasudeva. 1985. Plants used by Andaman aborigines in gathering rock-bee honey. Economic Botany. 39(2): 130-138.
14. Espinoza, P.L. 1986. El componente arbóreo en el sistema agroforestal "cafetal arbolado" en Costa Rica. Chasqui, Costa Rica. 12:17-22.
15. Food and Agriculture Organization. 1982. Fruit-bearing forest trees: technical notes. FAO Forestry Pap. 34. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 177 p.
16. Francis, John K.; Liogier, Henri A. 1991. Naturalized exotic tree species in Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-82. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 12 p.
17. Gallado Covas, F. 1983. Mangoes (*Mangifera indica* L.) susceptibility to *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Homoptera: Diaspididae) in Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 67(2): 179.
18. Guevara, M.Y.; Rondon, A.; Arnal, E.; Solórzano, R. 1985. Bacterial disease of mango (*Mangifera indica* L.) in Venezuela. 2: Distribution, perpetuation, dissemination and evaluation of varietal resistance. Agronomía Tropical. 35(3-4): 63-75.
19. Gupta, P.C.; Dang, J.K. 1980. Occurrence and control of powdery mildew of mango in Hararyana. Indian Phytopathology. 33(4): 631-632.

20. Hepting, George H. 1971. Diseases of forest and shade trees of the United States. Agric. Handb. 386. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 658 p.
21. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
22. Ieven, M.; Berghe, D.A. van den; Mertens, R. [y otros]. 1979. Screening of higher plants for biological activities. 1: Antimicrobial activity. *Planta Medica*. 36(4): 311-321.
23. Jain, S.K.; Tarafder, C.R. 1970. Medicinal plant-lore of the Santals. *Economic Botany*. 24(3): 241-278.
24. Khaire, V.A.; Kolhe, D.S.; Patil, J.D. 1987. Relative susceptibility of mango varieties to mango hoppers and powdery mildew. *Harayana Journal of Horticultural Sciences*. 16(3-4): 214-217.
25. Kumar, K.K. 1990. Studies on the varietal susceptibility of mango cultivars from different geographical regions to psyllid shootgall *Apsylla cistellata*. *Indian Journal of Plant Protection*. 18(1): 93-95.
26. Lal, S.D.; Yadav, B.K. 1983. Folk medicine of Kurukshetra District (Harayana), India. *Economic Botany*. 37(3): 299-305.
27. Lentz, David L. 1986. Ethnobotany of the Jicaque of Honduras. *Economic Botany*. 40(2): 210-219.
28. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
29. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
30. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Department of Entomology. 303 p.
31. McSorley, R.; Parrado, J.L.; Goldweber, S. 1981. Plant parasitic nematodes associated with mango and relationship to tree condition. *Namatropica*. 11(1): 1-9.
32. Milne, D.L.; De Villiers, E.A.; Van den Berg, E. 1975. Mango nematodes. *Citrus and Subtropical Fruit Journal*. 502: 17, 19, 21.
33. Mukherjee, S.K. 1953. The mango—its botany, cultivation, uses and future improvement, especially in India. *Economic Botany*. 7(2): 130-162.
34. Mukherjee, S.K. 1972. Origin of mango (*Mangifera indica*). *Economic Botany*. 26(3): 260-264.
35. Opeke, Lawrence K. 1982. Tropical tree crops. Chichester, UK: John Wiley and Sons. 312 p.
36. Padoch, Christine; De Jong, Wil. 1991. The house gardens of Santa Rosa: diversity and variability in an Amazonian agricultural system. *Economic Botany*. 45(2): 166-175.
37. Reddy, D.B. 1975. Insects, other pests and diseases recorded in the Southeast Asia and Pacific region. Mango—*Mangifera indica*. Tech. Doc. 96. Bangkok: F.A.O. Plant Protection Committee for the Southeast Asia and Pacific region. 16 p.
38. Reddy, G.V.N.; Reddy, M.R. 1984. Dry fallen mango leaves as roughage source in the complete feeds for sheep. *Indian Journal of Animal Sciences*. 54(11): 1046-1050.
39. Rico-Gray, Victor; Garcia-Franco, José G.; Chemas, Alexandra [y otros]. 1990. Species composition, similarity, and structure of Mayan homegardens in Tixpeual and Tixcacattuyub, Yucatán, México. *Economic Botany*. 44(4): 470-87.
40. Saw, L.G.; La Frankie, J.V.; Kochummen, K.M.; Yap, S.K. 1991. Fruit trees in a Malaysian rainforest. *Economic Botany*. 45(1): 120-136.
41. Secoy, D.M.; Smith, A.E. 1983. Use of plants in control of agricultural and domestic pests. *Economic Botany*. 37(1): 28-57.
42. Shah, A.H.; Patel, G.M.; Jhala, R.C. 1983. Occurrence of mango flea weevil *Rhynchaenus mangiferae* Marshall (Curculionidae: Coleoptera) in Gujarat and its relative damage in important varieties of mango. *Gujarat Agricultural University Research Journal*. 8(2): 127-128.
43. Siddiqui, M. Badruzzaman; Alam, M. Mahkooor; Hussain, Wazahat. 1989. Traditional treatment of skin diseases in Uttar Pradesh, India. *Economic Botany*. 43(4): 480-486.
44. Singh, S.B.; Gangopadhaya, S.K.; Banerjee, S.K. 1987. Variations in properties of soils brought about by termite activity on plants. *Indian Forester*. 113(11): 744-749.
45. Singh, Umrao; Wadhvani, A.M.; Johri, B.M. 1983. Dictionary of economic plants in India. 2^a ed. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research. 288 p.
46. Spaulding, Percy. 1961. Foreign diseases of forest trees of the world. Agric. Handb. 197. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 361 p.
47. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, UK: Clarendon Press. 750 p.
48. Sushil, Kumar; Thakur, M.I. 1989. Damage to nursery stock by a rodent *Nesokia indica* (Gray) at Satyanarayan Forest Nursery, Dehra Dun (Uttar Pradesh). *Indian Forester*. 115(3): 177-179.
49. Szolnoki, T.W. 1985. Food and fruit trees of the Gambia. Hamburg, Germany: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. 132 p.
50. Talpada, P.M.; Patel, Z.N.; Patel, B.H. [y otros]. 1981. Utilization of unconventional feeds in the ration of lactating cows. *Gujarat Agricultural University Research Journal*. 6(2): 94-97.
51. Tandon, R.C.; Singh, J.B. 1982. Alternative package for apple. *Indian Forester*. 108(4): 304-309.
52. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, UK: Clarendon Press. 1195 p. 3 vol.
53. U.S. Department of Agriculture. 1960. Index of plant diseases in the United States. Agric. Handb. 165. Washington, DC. 531 p.
54. Viraktamath, C.A. 1976. Four new species of idiocerine leafhoppers from India with a note on male *Balocha astuta* (Melichar) (Homoptera: Cicadellidae: Idiocerinae). *Mysore Journal of Agricultural Sciences*. 10(2): 234-244.
55. Wahba, M.L.; El-Enany, M.A.M.; Farrag, A.M.I. 1986. Five mango varieties as affected by malformation phenomenon and bud mite infestation in Egypt. *Agricultural Research Review*. 61(1): 193-201.
56. Zapata O., M. de J.; Alomia de Gutiérrez, B. 1986. Evaluación de la intensidad del daño por *Anastrepha fraterculus* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) en 53 variedades de mango *Mangifera indica* L. y aspectos biológicos generales del insecto. *Acta Agronómica, Universidad Nacional de Colombia*. 36(2): 158-167.

Manilkara bidentata (A. DC.) Chev.

Ausubo, balata

Sapotaceae

Familia de las sapodillas

Peter L. Weaver

Manilkara bidentata (A. DC.) Chev., conocido como ausubo y como balata, es un árbol siempreverde de tamaño grande que fue probablemente en el pasado el más importante árbol maderero de Puerto Rico. En Puerto Rico crece mejor en los llanos aluviales, en donde puede alcanzar una edad de 400 años. El ausubo es extremadamente tolerante a la sombra. La madera fuerte y de apariencia atractiva le otorga un gran valor comercial y se le usa extensamente en los trópicos para muchos productos. El árbol se explota a veces para obtener el látex lechoso, que es la fuente de la goma de balata. A pesar de que su crecimiento es lento, el ausubo se siembra como sombra y para madera.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El ausubo es nativo a Puerto Rico, con una distribución extensa a través de las Indias Occidentales y desde México a través de Panamá hasta el norte de la América del Sur, incluyendo las Guyanas y Venezuela, hasta Perú y el norte de Brasil (14, 22).

En Puerto Rico, el ausubo es nativo a los bosques costeros y de piedra caliza húmedos y a los bosques montanos bajos. El ausubo se encuentra desde cerca del nivel del mar hasta una altitud de 600 m. El árbol es una especie primaria y es altamente tolerante de la sombra.

Clima

En Puerto Rico, el ausubo se encuentra en las zonas de vida forestal subtropical húmeda, subtropical muy húmeda y subtropical pluvial. La precipitación anual en estos bosques varía entre 1500 y 4000 mm. Las temperaturas varían entre un mínimo promedio durante el mes de enero de 16 °C y un máximo promedio de 31 °C durante agosto (8), siendo éstas las temperaturas extremas en la isla para la distribución del ausubo. La evapotranspiración en esas mismas regiones varía entre 1400 y 1800 mm por año, con los valores menores encontrándose en el interior montañoso.

A través de las Indias Occidentales el ausubo crece en áreas en donde la precipitación anual varía entre 1500 y 4000 mm (tabla 1). En la América del Sur, muchas áreas probablemente reciben más de esa cantidad. En la región colombiana de Bajo Calima, al oeste de Cali, la precipitación

Tabla 1. —Presencia del ausubo, *Manilkara bidentata*, en los bosques tropicales del Hemisferio Occidental

País	Clasificación del tipo de bosque*	Precipitación anual
		<i>mm</i>
Puerto Rico (16)	Bosque subtropical húmedo*	1000 a 2000
	Bosque subtropical muy húmedo*	2000 a 4000
Dominica (16)	Bosque montano bajo pluvial†	~3000
	Bosques secundarios pluviales†	~2000
St. Lucia (4)	Bosques pluviales de tierras bajas†	2000 a 2500
	Bosque montano bajo pluvial†	~3000
	Arboledas secundarias†	2000 a 2500
Grenada (4)	Bosque pluvial de tierras bajas†	2000 a 2500
	Bosque montano bajo pluvial†	~3000
	Chaparrales secos†	~1500
	Bosque secundario pluvial†	2000 a 2500
Barbados (4)	Chaparrales secos†	~1500
Islas Vírgenes de Gran Bretaña (4)	Bosque pluvial xerofítico†	~1500
Trinidad (3)	Bosque montano bajo pluvial†	2000 a 2500
Colombia (19, 32)	Bosque tropical pluvial*	~7000
	Bosque tropical húmedo*	2000 a 4000
Guyana Británica (17)	Bosque siempreverde estacional†	1700 a 1900
Venezuela (3)	Bosque montano bajo pluvial†	2000 a 3000
Surinam (20, 31)	Bosque pluvial‡	2000 a 2500
	Bosque pluvial de tierras altas‡	2000 a 2500

*Holdridge (18)—Puerto Rico.

†Beard (1, 2, 3, 4, 5)—Dominica, St. Lucia, Grenada, Barbados, Islas Vírgenes de Gran Bretaña, Trinidad, Colombia, Guyana y Venezuela.

‡Schulz (31)—Surinam.

anual en el bosque tropical pluvial es de cerca de 7000 mm. Todos los sitios se encuentran libres de las heladas.

Suelos y Topografía

En Puerto Rico, el ausubo es nativo a los suelos arcillosos ácidos, derivados *in situ* o depositados por los procesos aluviales o coluviales. Los censos en existencia indican que crece principalmente en los suelos de los órdenes Inceptisoles y Oxisoles. Entre las rocas paternas se encuentran las andesitas y la piedra caliza. En Trinidad, el ausubo prospera en una variedad de suelos que van desde arcillas hasta arenas, incluyendo los suelos rocosos, y en varias formaciones geológicas diferentes (27). Fisiográficamente, se le encuentra en pendientes y llanos y en valles abiertos. En Trinidad es común en los cerros y en Puerto Rico alcanza su mejor desarrollo en los llanos aluviales. En Surinam es común en los bancos de los ríos (31).

Cobertura Forestal Asociada

En Puerto Rico, el ausubo se encuentra asociado con el tabonuco (*Dacryodes excelsa* Vahl), el guaraguao (*Guarea guidonia* (L.) Sleumer), el granadillo (*Buchenavia tetraphylla* (Aublet) R. Howard) y el motillo (*Sloanea berteriana* Choisy) en el bosque subtropical muy húmedo (*sensu* Holdridge) (18). En la Sierra de Luquillo del noreste de Puerto Rico, los agregados de especies producidos por el uso de las técnicas estadísticas de agrupación revelaron que el ausubo ocurre en las pendientes superiores junto con *Buchenavia tetraphylla* (12).

En otras partes de su distribución, el ausubo es un constituyente de varios tipos de bosque (tabla 1), alcanzando su mejor desarrollo en el bosque pluvial de tierras bajas o en el bosque montano bajo pluvial (clasificación de acuerdo a Beard) (1, 2, 4, 5).

Las especies asociadas son numerosas y varían de acuerdo a la localidad (4). Por ejemplo, en Trinidad, el ausubo se encuentra en la formación siempreverde seca y la arboleda litoral junto con la palma real (*Roystonea oleracea* Cook), la palma de sierra (*Prestoea montana* (R. Grah.) Nichols.) y el timite (*Manicaria saccifera* Gaertn.). Se le encuentra también en el bosque estacional siempreverde en la asociación *Carapa-Eschweilera* y en la asociación *Peltogyne*. Finalmente, se le encuentra de manera dispersa en el bosque montano bajo pluvial.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

El ausubo maduro (fig. 1) se caracteriza por unas ramas horizontales densas con follaje en capas y unas hojas elípticas alternas de un color verde oscuro, con muchas venas paralelas indistintas. Un látex de color blanco aparece en gotas al cortar las hojas y en las incisiones en el tronco y los tallos. Los troncos de gran tamaño presentan unos contrafuertes anchos y redondeados esparcidos en su base.

En Puerto Rico, el árbol alcanza una altura de 30 m y un diámetro de 1.3 m en los mejores sitios. En los sitios favorables en otras partes de su distribución, el árbol crece hasta alcanzar una altura de 45 m y un diámetro de casi 200 cm.

Flores y Fruto.—En Puerto Rico, las flores blancas y perfectas aparecen anualmente en un pedúnculo al comienzo de la temporada lluviosa, principalmente desde mayo hasta el final de agosto, con una florescencia ocasional al final del otoño. Las frutas se desarrollan a través del otoño, con la caída principal de la fruta ocurriendo en el invierno y al inicio de la primavera (15). En Trinidad, el ausubo florece al comienzo de la temporada seca, de enero a febrero, y la fruta se madura durante abril y mayo (27). En ambas regiones, la buena producción de flores y fruta ocurre en intervalos de 3 a 4 años.



Figura 1.—Un árbol de ausubo, *Manilkara bidentata*, maduro.

En unas estaciones de recolección colocadas al azar y consistiendo de cestas de malla con una área de 0.5 m² en el bosque subtropical muy húmedo de Puerto Rico, el ausubo dejó caer 70 frutas en 39 meses. De las especies de árboles observadas, el ausubo se ubicó en el decimosexto lugar en cuanto al número de frutas recolectadas (15).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las frutas del ausubo consisten de bayas globosas de alrededor de 2.5 cm de diámetro y por lo usual contienen una sola semilla negra y brillante, rodeada de una pulpa dulce y gomosa que es comestible. Ocasionalmente se pueden encontrar hasta dos semillas por fruta (21, 27).

En unos trabajos experimentales inéditos efectuados en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, se contaron 1,280 semillas secadas al aire por kilogramo. Unas pruebas de corte mostraron que el 35 por ciento de las semillas se encontraron huecas. La humedad comprendió alrededor del 30 por ciento del peso de las semillas.

La dispersión de las semillas se ve limitada a la vecindad del árbol materno, a menos que los animales consuman o acarreen las frutas. El agutí y otras especies de animales consumen la fruta en Trinidad (27), mientras que en Puerto Rico las aves han sido identificadas como los agentes de la dispersión.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea e irregular a través de un largo período de tiempo, algunas de las semillas germinando durante el segundo año. Las pruebas en Trinidad rindieron una germinación de solamente 10 por ciento y los esfuerzos para mejorarla mediante el remojo en agua o el rajado ligero de las semillas fracasaron (27). En Puerto Rico, 100 semillas por tratamiento se almacenaron a temperatura ambiente y a 4 °C en sacos de papel y en botellas selladas por unos períodos de 1, 2, 3 y 6 meses. Un control se sembró inmediatamente. La germinación para las semillas tratadas fue prácticamente de cero, mientras que el control mostró un éxito del 60 por ciento. Se concluyó que el almacenamiento mediante los métodos probados no fue satisfactorio.

Las plántulas silvestres son capaces de crecer bajo una sombra intensa y en una cobertura herbácea. La altura promedio al final del primer año es de 12 cm y después de 5 años, de aproximadamente 4.5 m.

La regeneración artificial se alcanza de manera más efectiva mediante la siembra directa de las frutas o el trasplante de plántulas en tiestos. Las semillas de ausubo deberán sembrarse en hojarasca húmeda, ya que no son capaces de emerger a través del suelo (26). Se ha alcanzado un “éxito limitado” con las provisiones con las raíces desnudas después de 1 año en el vivero, pero si las plántulas se dejan por mucho tiempo en los semilleros, la raíz pivotante se convierte en un problema (27).

En unos trabajos experimentales en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, se sembraron las semillas en semilleros en el vivero, bajo sol y bajo condiciones sombreadas. Después de 10 meses, aquellas en el sol tuvieron una altura dos veces mayor que los especímenes bajo sombra. El trasplante directo al campo de las plántulas en tiestos bajo sombra intensa en el bosque de piedra caliza en la costa norte mostró unas tasas de supervivencia de más del 90 por ciento después de 10 meses. Sin embargo, las plántulas fueron sensibles a la sequía. Las plántulas en su mayoría se encontraban marchitas y amarillentas después de un período prolongado sin lluvia.

Reproducción Vegetativa.—El ausubo no rebrota al ser cortado, a excepción de cuando muy joven. Tampoco produce brotes radicales (27).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento del ausubo es lento en la etapa de brinjal, y de lento a intermedio en la etapa de poste hasta la madurez. La altura es de aproximadamente 0.3 m después de 1 año y de alrededor de 4.5 m después de 5 años. El incremento anual en el diámetro en un rodal secundario temprano en St. Just (tabla 2), en donde los tallos variaron entre 4 y 13 cm en el diámetro, promedió 0.58 cm para un período de 2 años.

En una plantación de 0.4 ha con aprovisionamiento parcial en Trinidad y después de 21 años, el incremento anual promedio (IAP) en el diámetro promedió solamente 2.37 m³ por hectárea. Los IAP en el diámetro y la altura para plantaciones tanto en Trinidad como en Puerto Rico mostraron que el primero varía entre 0.51 y 0.81 cm y el segundo entre 0.2 a 1.1 m, dependiendo del sitio (tabla 2).

Tabla 2.—Incremento anual para el ausubo, *Manilkara bidentata*, en el Hemisferio Occidental

Localidad	Características del sitio			Rodal		Incremento anual			
	Elevación	Precipitación	Suelo	Densidad*	Edad	Altura	D.a.p.	Area basal	Volumen
	<i>m</i>	<i>mm</i>		<i>Arboles/ha</i>	<i>Años</i>	<i>m</i>	<i>mm</i>	<i>m²/ha</i>	<i>m²/ha</i>
Plantaciones									
Puerto Rico									
Toro Negro (24)	900	2500	Arcilla ácida profunda	nd †	5	1.1	6.4	nd	nd
Toro Negro (25)	900	2500	Arcilla ácida profunda	nd	9	0.2	5.1	nd	nd
Trinidad									
Cordillera Central (27)	100	2000	nd	370	21	0.8	8.1	0.4	2.37
Rodales Naturales									
Puerto Rico									
El Verde (29)	450	3000	Arcilla ácida profunda	700		2.5	nd	3.2	nd nd
Sabana (13)	180 a 360	2300	Arcilla ácida profunda	800		17	nd	5.1	nd nd
Río Grande (13)	420 a 600	3000	Arcilla ácida profunda	800		17	nd	5.8	nd nd
St. Just (34)	60	1900	Arcilla ácida superficial	2,460		2	nd	5.8	0.04 nd

*Para los rodales naturales, todas las especies de árboles de más de 4 cm en d.a.p.

†No disponible.

Los valores para los incrementos anuales en el diámetro durante 17 años en el bosque subtropical muy húmedo previamente entresacado en la Sierra de Luquillo mostraron un crecimiento anual promedio de entre 0.51 y 0.58 cm.

Comportamiento Radical.—A los 2 años de edad, las plántulas presentan una raíz pivotante. Cuando de mayor edad, tiene un sistema radical vigoroso y moderadamente profundo, lo que otorga a la especie una resistencia a los vientos (27).

En un estudio de un solo árbol en el Bosque Experimental de Luquillo, se encontró una relación de la raíz al vástago a la hoja de 24:68:8. Las raíces fibrosas constituyeron el 28 por ciento de la biomasa radical total (9).

Reacción a la Competencia.—El ausubo se clasifica como muy tolerante a la sombra a través de la mayoría de su vida. Bajo una sombra densa, se regenera y es capaz de crecer durante las etapas de brinzal, de poste e inmaduras. Sin embargo, el área basal y el crecimiento en diámetro es más rápido en los árboles expuestos al sol (29). En Trinidad se ubicó segundo entre las especies madereras más valiosas en cuanto a su tolerancia a la sombra (27). Su lento crecimiento en las etapas de plántula lo expone al daño por los animales de pasto y resulta en una baja tasa de supervivencia para la especie. En Puerto Rico, el ausubo ha sido transplantado bajo una cobertura forestal considerablemente densa (24) con una supervivencia buena y un crecimiento satisfactorio.

El ausubo se encontró en cada una de las seis parcelas permanentes medidas desde la mitad de la década de 1940 en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico. En las parcelas que por lo normal contienen de 40 a 50 especies por 0.4 hectáreas, el ausubo se ubicó en quinto lugar respecto a su densidad y en décimo tanto en su área basal como en su volumen (6). Las mediciones recurrentes de todos los árboles en estas parcelas revelaron una cronología de 30 años de la dinámica del rodal después de un huracán. El ausubo, una especie primaria, aumentó en dominancia a través del tiempo, duplicando su proporción del área basal del rodal a un 10.7 por ciento y triplicando su biomasa en el rodal a un 9.1 por ciento (11). Un gran tamaño en su madurez, un largo ciclo vital, un buen desarrollo radical y una tolerancia a la sombra permiten al ausubo el persistir por entre 300 y 400 años y emerger como una de las especies del dosel en la Sierra de Luquillo.

Agentes Dañinos.—La supervivencia se ve entorpecida por la muy lenta tasa de crecimiento de la plántula y el hecho de que durante esta etapa el ausubo es suculento y consumido por los animales (27). Las hojas se ven frecuentemente oscurecidas por un moho holliniento que probablemente reduce la cantidad de luz recibida. En un estudio de las poblaciones microfungales en las hojas del ausubo, se descubrió que un número estadísticamente mayor de hongos se encontró presente en las hojas a unos niveles más bajos en el dosel que en los niveles medianos y superiores (10).

El ausubo tolera bien la exposición a los elementos. A lo largo de la costa norte de Trinidad, varios grupos de árboles crecieron en áreas expuestas a la fuerza máxima de los vientos alisios. Marshall (27) observó que incluso la tala de un sitio para la construcción de una cabina, dejando numerosos árboles grandes de ausubo expuestos, no tuvo ningún efecto aparente sobre su supervivencia.

Se han observado algunas infestaciones. En Trinidad, unos árboles grandes con las bases huecas se encontraron infestados tanto con termitas como por un hongo, pero no se determinó cuál de los dos agentes fue la causa primaria de la infestación (27). En Puerto Rico se ha observado un cancro

que resulta en la muerte de terminales en las ramas, pero se desconoce el agente causante (33).

El ser humano es tal vez el agente más dañino para el ausubo. Durante el proceso de “sangrar” a los árboles para obtener la goma de balata, los árboles se pueden ver tajados de manera indiscriminada, para morir más tarde. A veces son tumbados para obtener el látex.

USOS

El duramen es de un color rojo claro cuando recién cortado y se vuelve pardo rojizo cuando seco. La albura es de blanquecina a parda clara. La madera es muy dura, fuerte, de textura fina y pesada, con un peso específico de 0.85. La madera se clasifica como excelente para el taladrado, moderada para el cepillado y pobre para el torneado (21, 22, 23). Es difícil de secar al aire y muestra un cuarteamiento y torcimiento severos si se seca con demasiada rapidez (14). La madera se acaba muy bien y se asemeja a la caoba. Es muy resistente a la termita de la madera seca, *Cryptotermes brevis*, en Puerto Rico (35), altamente resistente a las termitas subterráneas, *Coptotermes niger*, *Heterotermes convexinotatus*, *H. tennis* y *Nasutitermes corniger*, en Panamá, pero susceptible a la polilla de mar. La madera es también muy resistente a los hongos de la pudrición blanca y parda (7, 14, 23) y es muy durable en contacto con el suelo (28).

El ausubo es una de las maderas comerciales más fuertes y atractivas en Puerto Rico. Se le usa extensamente en los trópicos para traviesas de ferrocarril, puentes, la construcción pesada, muebles, artículos torneados, pisos, arcos para violines y tacos de billar. Su fortaleza, su resistencia al uso continuo y su durabilidad hacen que la madera sea adecuada para usarse en la maquinaria textil y los molinos de pulpa (14, 21, 27). Sus excelentes propiedades para ser doblada a vapor la hacen adecuada para la armazón de botes y otros tipos de trabajo con madera doblada (23).

El árbol se usa también para la obtención de la goma de balata, que es similar a la gutta-percha. En algunas áreas, los árboles han rendido látex por más de 25 años (30). El látex se coagula con el calor del fuego o se seca al sol, para después usarse para fabricar recuerdos turísticos o artículos novedosos (21).

La savia de algunas de las especies de este género aparentemente puede ser usada como un sustituto para la leche de vaca. El látex tiene la consistencia y sabor de la crema, pero el consumo excesivo de la misma puede resultar en una severa constipación.

GENÉTICA

No se encontró ninguna información sobre las diferencias poblacionales, las razas o los híbridos. El género es pantropical, contiene más de 150 especies y es el más importante dentro de la familia Sapotaceae. El ausubo se extiende desde la latitud 23° N. hasta aproximadamente la 18° S. en los trópicos americanos y es posible que todavía hayan variedades sin describir.

El zapote de costa (*Manilkara pleeana* (Pierre) Cronq.) es un árbol relacionado de los bosques costeros húmedos conocido solamente de Puerto Rico, Vieques, St. John y Tórtola (21). Varias otras especies de *Manilkara* estrechamente relacionadas crecen en la América Central y del Sur y se confunden con ausubo (23). Se necesitan de muchos estudios

taxonómicos en la familia Sapotaceae, género *Manilkara*.

LITERATURA CITADA

1. Beard, J.S. 1944. Climax vegetation in tropical America. *Ecology*. 25(2): 127-158.
2. Beard, J.S. 1946. The natural vegetation of Trinidad. Oxford: Clarendon Press. 152 p.
3. Beard, J.S. 1946. Notes on the vegetation of the Paria Peninsula, Venezuela. *Caribbean Forester*. 7: 37-46.
4. Beard, J.S. 1948. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. *Oxford Forestry Memoirs* 21. Oxford: Clarendon Press. 152 p.
5. Beard, J.S. 1955. The classification of tropical American vegetation-types. *Ecology*. 36(1): 89-100.
6. Briscoe, C.B.; Wadsworth, Frank H. 1970. Stand structure and yield in the tabonuco forests of Puerto Rico. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: B79-B89.
7. Bultman, J.D.; Southwell, C.R. 1976. Natural resistance of tropical American woods to terrestrial wood destroying organisms. *Biotropica*. 8(2): 71-95.
8. Calvesbert, R.J. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. *Climatography of the U.S.* 52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Service Administration, Environmental Data Service. 29 p.
9. Coufal, J.E. 1962. Dry matter weight, and a root-shoot-leaf ratio for a selected plot and tree in a Puerto Rican rain forest. Report on Summer Course in Tropical Forestry. Syracuse, NY: State University of New York, College of Forestry, Syracuse University. En cooperación con: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. [s.p.].
10. Cowley, G.T. 1970. Vertical study of microfungus populations of leaves of *Dacryodes excelsa* and *Manilkara bidentata*. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: F41-F42.
11. Crow, T.R. 1980. A rain forest chronicle: a 30-year record of change in structure and composition at El Verde, Puerto Rico. *Biotropica*. 12(1): 42-56.
12. Crow, T.R.; Grigal, D.F. 1979. A numerical analysis of arborescent communities in the rain forest of the Luquillo Mountains, Puerto Rico. *Vegetatio*. 40(3): 135-146.
13. Crow, T.R.; Weaver, P.L. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
14. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. *Agric. Handb.* 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 427 p.
15. Estrada Pinto, Alejo. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: D237-D269.
16. Ewel, J.J.; Whitmore, J.L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
17. Fanshawe, D.B. 1954. Forest types of British Guiana. *Caribbean Forester*. 15 (3,4): 73-111.
18. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. Ed. rev. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
19. Ladrach, W.E.; Gutierrez, M.; Mazuera, H.; García, M.H. 1978. Recapitulación de la taxonomía y establecimiento de una xiloteca de especies maderables del Bajo Calima. Cali: Investigación Forestal, Cartón de Colombia. 16 p.
20. Lindeman, J.C. 1953. The vegetation of Suriname. Amsterdam: Van Eedenfonds. 135 p.
21. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
22. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods—their machining, seasoning, and related characteristics. *Agric. Handb.* 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
23. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. *Agric. Handb.* 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
24. Marrero, José. 1947. A survey of the forest plantations in the Caribbean National Forest. Ann Arbor, MI: University of Michigan. 167 p. Tesis de M.S.
25. Marrero, José. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest: past experience as a guide for the future. *Caribbean Forester*. 9: 85-146.
26. Marrero, José. 1949. Nursery studies (in Puerto Rico). Yearbook. *Caribbean Research*. 1948: 172-173.
27. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. Oxford: Oxford University Press. 247 p.
28. Mayorca, J. de. 1972. Durabilidad natural de 115 maderas de la Guayana Venezolana. *Revista Forestal Venezolana*. 15(22): 27-36.
29. Murphy, Peter G. 1970. Tree growth at El Verde and the effects of ionizing radiation. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest, a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension: D141-D171.
30. Record, S.J.; Mell, C.D. 1924. Timbers of tropical America. New Haven, CT: Yale University Press. 610 p.
31. Schulz, J.P. 1960. The vegetation of Suriname. Amsterdam: Van Eedenfonds. 266 p. Vol. 2.
32. Vega, L.C. 1968. La estructura y composición de los bosques húmedos tropicales del Carare, Colombia. *Turrialba*. 18: 416-436.
33. Wadsworth, Frank H. 1981. Comunicación personal. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry.
34. Weaver, Peter L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
35. Wolcott, G.N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 41: 259-311.

Previamente publicado en inglés: Weaver, Peter L. 1990. *Manilkara bidentata* (A. DC.) Chev. Ausubo, balata. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. *Silvics of North America*: 2. *Hardwoods*. *Agric. Handb.* 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 455-460.

Melaleuca quinquenervia (Cav.) S.T. Blake

Myrtaceae

Familia de los mirtos

T.F. Geary y S.L. Woodall

Melaleuca quinquenervia (Cav.) S.T. Blake, conocido como melaleuca, cayeputi, cayeput, bálsamo de cayeput y por otros nombres comunes en español y como melaleuca, cajeput-tree, y otros nombres comunes en inglés, es un árbol siempreverde procedente de Australia introducido a los Estados Unidos como un árbol de ornamento debido a sus vistosas flores en forma de cepillo para botellas. Ha sido plantado extensamente en regiones tropicales y subtropicales. En la Florida se ha escapado de los cultivos y se ha naturalizado en las áreas bajas y en los pantanos de ciprés, en donde exhibe un comportamiento invasivo. El uso comercial de la especie en los productos madereros o para combustible de biomasa se ve impedido por la calidad de su corteza más bien corchoza. Es un árbol muy productivo para miel, pero los rodales de melaleuca tienen un dudoso valor para la vida silvestre.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La distribución natural de la melaleuca se encuentra a lo largo de la costa este de Australia desde Sydney hacia el norte. Es también nativo a Nueva Caledonia, Papua Nueva Guinea e Irian Jaya. La melaleuca crece en terrenos pantanosos y en los bancos de las caletas e incluso en las laderas de los cerros si el agua subterránea permanece cerca de la superficie. En su hábitat nativo, la melaleuca alcanza una altura de 25 m y se le encuentra típicamente en rodales casi puros o con pocos socios forestales, tales como *Casuarina glauca*, *Eucalyptus robusta* y *E. tereticornis* (2, 3, 10, 22).

En el hábitat australiano de la melaleuca, los suelos son deficientes en nutrientes y se ven inundados o anegados por la mayor parte del año; las lluvias veraneras dominan; una helada ligera (de -1 °C a -3 °C), ocurre casi todos los años en el sur; la primavera se ve asociada con un estrés por falta de agua de breve a agudo, y los incendios y las fluctuaciones del nivel del agua subterránea son unos importantes factores que gobiernan la distribución vegetal (3, 4, 22). Estas condiciones son similares a aquellas del sur de la Florida (24) y ayudan a explicar la dispersión agresiva de la melaleuca en esa región.

En el área continental de los Estados Unidos, la melaleuca se encuentra naturalizada a gran escala solamente en el sur de la Florida. En Hawaii (20) se han plantado un millón de árboles tan solo en las Reservas Forestales del Estado de Hawaii, pero la regeneración natural se encuentra restringida a ciertas localidades. La melaleuca de cultivo es común en el sur de California y se le encuentra ocasionalmente en el extremo sur de Texas; en Puerto Rico era poco común (13) en 1994, pero actualmente se le planta comúnmente como ornamento y se ha naturalizado en uno de los pantanos

Melaleuca, cayeputi

costeros.¹

La melaleuca fue introducida al sur de la Florida durante la primera mitad de la década de 1900 (14). Hacia el año de 1980 dominaba los rodales en donde crecía o, en los lugares carentes de otros árboles, tenía un aprovisionamiento del 17 por ciento en 16,000 hectáreas (8). Unos individuos dispersos y unas agrupaciones de árboles de melaleuca crecen en 17,000 hectáreas adicionales desde el borde norte del lago Okeechobee hacia el sur. Unos bolsones de regeneración natural aislados y escasos se pueden encontrar en el centro de la Florida. Una gran porción de la melaleuca se encuentra en y alrededor de las áreas urbanas y se le cultiva como una especie de ornamento hasta Gainesville en el norte.

Clima

El clima del sur de la Florida es transicional entre tropical muy húmedo y seco y subtropical húmedo y es similar al clima del hábitat nativo de la melaleuca en Australia (21). La estación lluviosa comienza por lo normal en junio y termina en septiembre en la Florida. Unas temperaturas bajo el punto de congelación, ocasionales y repentinas, las cuales se pueden esperar entre el final de noviembre y el principio de marzo (15), y unas lluvias durante la temporada seca, ambas cuales resultan del paso de los frentes fríos continentales, diferencian el clima del sur de la Florida del tropical muy húmedo y seco.

En Hawaii, la precipitación está distribuida de una manera uniforme o muestra un máximo durante el invierno. El buen crecimiento de la melaleuca ocurre a unas temperaturas anuales promedio de entre 24 y 18 °C, pero los árboles crecen bajo unas temperaturas aun más frías en las altas elevaciones (20). Los árboles crecen bien con una precipitación de 1020 mm en las elevaciones más bajas (20) y de 5080 en las más altas elevaciones.

Suelos y Topografía

La mayoría del sur de la Florida se encuentra a menos de 8 m sobre el nivel del mar. El terreno es de plano hasta muy levemente inclinado y el nivel del agua dulce subterránea se encuentra cerca de la superficie. En general, los suelos sobre los que crece la melaleuca se encuentran en los subórdenes Psammaquents, Aquods y Sapristis (a veces margosos) de los órdenes Entisoles, Espodosoles e Histosoles, respectivamente (23). Muchos suelos son poco profundos y yacen sobre una capa de piedra caliza. En Hawaii la melaleuca se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1,400 m de elevación (20). Crece de manera satisfactoria en todos los suelos hawaianos, incluyendo la arena calcárea en las playas, pero su mejor

¹Comunicación personal con John K. Francis, 1997, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

crecimiento tiene lugar en los Inceptisoles (Dystrandeps), Ultisoles y Oxisoles que se han desarrollado sobre cenizas basálticas o piedra de lava con un pH de 4.5 a 5.5 y bajo una precipitación de 2030 a 5080 mm por año.

Cobertura Forestal Asociada

La mayoría de la vegetación natural del sur de la Florida puede verse invadida hasta cierto punto por la melaleuca (8). Se le encuentra a menudo creciendo en la cubierta del tipo "Pondcypress" (*Taxodium distichum* var. *mutans* (Ait.) Sweet.) (Tipo 100 de la Sociedad de Dasónomos Norteamericanos) y en los pinares de *Pinus elliotii* var. *densa* L. & D. del Sur de la Florida (Tipo 111); con menos frecuencia se le puede encontrar en "Baldcypress" (*Taxodium distichum* (L.) Rich.) (Tipo 101) (6). El ecotono entre los pinares de *P. elliotii* y cualquiera de las dos variedades de ciprés se ve invadido con facilidad. La melaleuca existe también en algunas localidades junto con la pimienta de Brasil (*Schinus terebinthifolia* Raddi), una especie naturalizada, y el pino australiano (*Casuarina* spp.). Se le puede encontrar incluso con el mangle botón (*Conocarpus erectus* L.), un poco más tierra adentro que los manglares de la zona de mareas (Tipo 106). Sin embargo, la invasión de la melaleuca es menos prominente en los sitios boscosos que en los pantanos y las sabanas pantanosas.

Es probable encontrar a la mayoría de las especies de arbustos, hierbas y graminoides en el sur de la Florida en asociación con la melaleuca. Entre los socios comunes se encuentran *Serenoa repens* (Bartr.) Small, la gramínea *Aristida stricta* Griseb., el cerero, *Myrica cerifera* (Aubl.) Urban, la gramínea *Cladium jamaicense* Crantz., el arbusto *Cephalanthus occidentalis* L. y el helecho *Blechnum serrulatum* L.C. Rich.

En Hawaii, la regeneración natural ocurre solamente en los bordes de las plantaciones, en los cortes para abrir carreteras y en los lugares pantanosos y con escasa vegetación dentro de los bosques (20). Es uno de los pocos árboles que puede sobrevivir el plantado y reproducirse de manera natural en las tierras elevadas pantanosas que se forman después de la destrucción de los bosques nativos.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—En la Florida, la florescencia comienza típicamente a la edad de 3 años y las plántulas de menos de 1 m de alto pueden producir flores (14). Las vistosas flores aparecen en espigas en forma de cepillos para botellas de un color blanco cremoso, de 3 a 8 cm de largo. La florescencia ocurre en todos los meses, a excepción de febrero, marzo y abril. Después de la florescencia, las ramitas continúan alargándose de la punta de las espigas para producir más hojas o más flores. Los árboles individuales florecen de dos a cinco veces al año, pero las florescencias pronunciadas y a nivel regional ocurren por lo menos dos veces al año. El tipo de suelo puede influenciar el momento de la florescencia y la precipitación abundante puede iniciarla. En Hawaii, la melaleuca florece a través del año entero (20). La especie es monoica, las flores son completas y la polinización tiene lugar a través de los insectos.

Producción de Semillas y su Diseminación.—El potencial reproductivo de la melaleuca es extraordinario (14, 25). Como promedio, cada espiga floral produce 30 cápsulas de semillas sésiles; una rama puede presentar de 8 a 12 de estas secciones productoras de semillas, a menudo alternadas con follaje, a lo largo de un solo eje. Las cápsulas son duras, leñosas, cortas, cilíndricas y pardas y se encuentran agrupadas muy estrechamente en hileras alrededor de las ramas. Un árbol puede retener semillas por más de 10 años. Las semillas son minúsculas (30,000 semillas por gramo); una sola cápsula contiene de 200 a 350 semillas. Las semillas no son liberadas a la madurez, pero los incendios, las heladas, el daño por el viento, la poda natural o el daño ocasionado por la gente interrumpen las conexiones vasculares de las cápsulas, causando su dehiscencia. Mientras que un gran número de semillas son típicamente liberadas después del daño, la caída de las semillas puede ocurrir durante todo el año. El 99 por ciento de las semillas cae dentro de un radio de 15 veces la altura del árbol que las produce (8). Las semillas caídas pueden ser esparcidas por el movimiento de las aguas.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea. Una reproducción densa ocurre cuando un incendio prepara el terreno para aceptar las semillas y causa la liberación de millones de semillas. Las plántulas con una altura promedio de 2 m pueden tener una densidad de hasta 3.5 millones por hectárea. Las plántulas son capaces de sobrevivir y resumir su crecimiento después de verse sumergidas en agua por varios meses. El crecimiento en altura de las plántulas puede ocurrir durante cualquier mes del año, pero el crecimiento es más rápido entre la primavera y el principio del verano y entre el final del verano y el inicio del otoño. Las plántulas naturales rara vez crecen a más de 1 m de altura durante el primer año. Sin embargo, las plántulas plantadas a una densidad de 10,000 por hectárea crecieron 2 m en seis meses en un suelo drenado rico en materia orgánica (5, 7, 8, 14, 17).

Reproducción Vegetativa.—Los tocones de melaleuca rebrotan con facilidad y las secciones superiores tumbadas pueden arraigarse bajo unas condiciones muy húmedas. Los vástagos radicales son raros pero pueden ser profusos cuando ocurren (1, 14).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La dificultad en determinar la edad de los árboles de melaleuca ha limitado los análisis sobre su crecimiento (7, 8). Un rodal de brinzales representativo puede tener 34,500 brinzales por hectárea y algunas áreas tienen hasta 158,000 por hectárea. En los pantanos de la Florida, los rodales de melaleuca que parecen maduros (fig. 1) pueden tener de 7,000 a 20,000 tallos de melaleuca por hectárea, un área basal incluyendo la corteza de hasta 133 m² por hectárea y un volumen incluyendo la corteza de 770 m³ por hectárea. Las alturas promedio en estos rodales son de entre 15 y 21 m. La altura máxima es de 30 m. Los rodales en los suelos poco profundos o con un mejor drenaje contienen un volumen significativamente menor que los rodales en los pantanos, aunque la densidad de los tallos puede ser igual de alta.

Los árboles en las plantaciones hawaianas (20) a una edad de 40 años en los sitios buenos promedian 50 cm en d.a.p. y 18 m de alto, con unos espaciamientos de 6 por 6 m. Los

árboles de mayor tamaño alcanzan allí 90 cm en d.a.p. y 24 m de altura.

Comportamiento Radical.—El sistema radical de la melaleuca está adaptado a las fluctuaciones en el nivel de las aguas subterráneas. La red de raíces en la superficie se ve complementada por unas abundantes raíces verticales penetrantes que se extienden por lo menos hasta el nivel más profundo anual de las aguas subterráneas. Durante los períodos de inundaciones de la superficie proliferan unas “raíces acuáticas” a partir de las raíces superficiales permanentes y de las porciones sumergidas del tallo (14).

Reacción a la Competencia.—La melaleuca rara vez tiene que competir de manera directa con otras especies de árboles en la Florida, debido a que invade más que nada los ecotonos, praderas y pantanos con escasa vegetación y los bosques dañados por incendios. Se clasifica como intolerante a la sombra. La presencia de la melaleuca en los rodales de pino y ciprés (fig. 2) puede causar que un incendio, de otra manera inocuo, se vuelva un incendio del dosel que dañe la melaleuca de una manera solamente superficial, pero que pueda matar a las coníferas en competencia (8). Típicamente esto se ve seguido de una liberación de semillas masiva, permitiendo que la melaleuca tome posesión del sitio y forme un rodal casi puro. Los rodales puros con un dosel cerrado inhiben fuertemente el desarrollo de una vegetación terrestre baja, incluyendo la reproducción avanzada de las plántulas de melaleuca.

Las actividades de mejoramiento del paisaje y la reducción del nivel de las aguas subterráneas han acelerado la dispersión de la melaleuca en la Florida y aumentado el área que puede ser invadida con facilidad. La melaleuca es una especie de ornamento común en el sur y el centro de la Florida; de esta manera, los árboles productores de semillas han adquirido una amplia distribución. El drenaje y el uso

excesivo de las aguas subterráneas acortan el hidroperíodo anual, resultando en un aumento significativo en los incendios destructivos de gran tamaño (24). Una pérdida general de humedad en el ambiente coloca a la mayoría de las plantas nativas a las tierras pantanosas en desventaja en relación a la melaleuca, la cual combina con éxito la tolerancia a los incendios y los niveles estacionalmente bajos del agua subterránea con las adaptaciones a las inundaciones estacionales. En Hawaii, los incendios no son comunes y los sitios con un drenaje obstruido no dominan; por lo tanto, la melaleuca posee muy pocas ventajas competitivas.

Agentes Dañinos.—La melaleuca parece verse inusualmente libre de enfermedades, incluso en su hábitat nativo (9, 22). A pesar de que muchos insectos, nemátodos y hongos han sido encontrados en la melaleuca en la Florida, ninguno de estos agentes daña a los árboles de una manera seria (8). Las heladas severas causan la defoliación y matan las ramas de las melaleucas maduras, incluso en el extremo sur de la Florida, pero por lo general, los árboles se recuperan a través de brotes epicórmicos. Cuando el cámbium muere hasta el nivel del terreno, los brotes se originan del collar radical. Sin embargo, la mortandad de las plántulas causada por las heladas probablemente limita de manera significativa la cantidad de regeneración natural al norte del lago Okeechobee. La melaleuca rara vez perece en los incendios; los árboles dañados por los incendios se recuperan rápidamente a través de un prolífico rebrote epicórmico.

USOS

En la Florida, la melaleuca es una especie de ornamento común, pero considerada como indeseable por muchos debido a su reputación de causar problemas respiratorios agudos.



Figura 1.—Un rodal de melaleuca, *Melaleuca quinquenervia*, en un pantano durante la temporada seca.



Figura 2.—Un rodal de melaleuca, *Melaleuca quinquenervia*, con *Pinus elliotii* var. *densa* muertos en incendios.

Unas sustancias volátiles producidas por el árbol han sido implicadas (16). Los aceites en el follaje y la corteza emiten una fragancia medicinal; las flores nectíferas emiten un desagradable olor mohoso. Sin embargo, los estudios clínicos han encontrado que ni los vapores emitidos por el árbol ni el polen constituyen unos alérgenos o irritantes virulentos (8). Los problemas respiratorios atribuidos a la melaleuca no ocurren en Australia (10) o en Hawaii (20).

La melaleuca no se usa en la Florida o en Hawaii para los productos madereros tradicionales debido a que la relación de corteza a madera es alta, el diámetro promedio del tallo pequeño y la forma pobre. Sin embargo, la madera es adecuada para ciertos usos tales como la pulpa y la ebanistería; la corteza tiene un uso potencial como un aditivo para las mezclas de tierra para plantas en tiestos y como material de empaque y aislante (8). El árbol entero puede ser usado como combustible de biomasa, pero presenta más dificultades en su uso que la mayoría de otras especies debido a su corteza fácilmente desmenuzable y de baja densidad (8). Las hojas contienen un aceite esencial (aceite de niaouli) que se extrae y se vende a nivel comercial en Nueva Caledonia (2, 19). El aceite de cajeputi, virtualmente idéntico, se deriva de *Melaleuca cajeputi* en Indonesia. En Hawaii, la especie se plantó con el objeto de conservar los suelos en los sitios deforestados y el árbol ha tenido muchos otros usos en su hábitat nativo (18, 20, 22).

Las abundantes cosechas florales de esta especie polinizada por los insectos son esenciales para la gran industria apícola en la Florida (8). Sin embargo, muchos consideran a la melaleuca en la Florida como una amenaza ambiental que trasciende su valor comercial. La vegetación nativa se ve desplazada y los rodales puros son de un dudoso valor para la vida silvestre (8). Se sospecha que su consumo de agua subterránea excede de manera sustancial al de la vegetación nativa (8). Los edificios construidos en los rodales de melaleuca se ven expuestos a una seria amenaza de incendios (8).

GENÉTICA

La melaleuca fue inicialmente introducida a la Florida en forma de semillas y probablemente se originó a partir de tan solo unos pocos árboles en New South Wales, Australia (14). Los registros que documentan ésta y posiblemente otras introducciones subsecuentes no son adecuados para la determinación de procedencias.

Las diferencias raciales no han sido observadas en la Florida. En Hawaii, por lo menos ocho otras especies de melaleuca se encuentran presentes a menor escala (20). Por muchos años, *Melaleuca quinquenervia* se incluyó con otras nueve especies bajo el nombre de *M. leucadendron* (L.) L., causando una considerable confusión en la literatura (2).

LITERATURA CITADA

1. Austin, D.F. 1981. Comunicación personal. Boca Raton, FL: Florida Atlantic University.
2. Blake, S.T. 1968. A revision of *Melaleuca leucadendron* and its allies (Myrtaceae). Contribution 1. Brisbane, Queensland [Australia] Herbarium, Department of Primary Industries. 114 p.

3. Boland, D.J.; Brooker, M.I.H.; Chippendale, G.M. [y otros]. 1984. Forest trees of Australia. 4ª ed. East Melbourne, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 687 p.
4. Coaldrake, J.E. 1961. The ecosystem of the coastal lowlands ("wallum") of Southern Queensland. CSIRO Bull. 283. Melbourne, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 138 p.
5. Conde, L.F. 1979. Growth studies in natural stands of *Melaleuca quinquenervia* and *Casuarina equisetifolia* in south Florida. Gainesville, FL: University of Florida, School of Forest Resources and Conservation; unpublished final report, supplement 30 to contract A8fs-9,961. 23 p.
6. Eyre, F.H., ed. 1980. Forest cover types of the United States and Canada. Washington, DC: Society of American Foresters. 148 p.
7. Geary, T.F. Datos inéditos en el archivo. Lehigh Acres, FL: Southeastern Forest Experiment Station.
8. Geiger, R.K., comp. 1981. Proceedings of melaleuca symposium; 1980 September 23-24; Fort Myers, FL: Tallahassee, FL: Florida Division of Forestry. 140 p.
9. Hepting, George H. 1971. Diseases of forest and shade trees of the United States. Agric. Handb. 386. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 658 p.
10. Johnston, R.D. 1981. Comunicación personal. Canberra, Australia: CSIRO Division of Forest Research.
11. Little, Elbert L., Jr. [s.f.]. Common fuelwood crops: a handbook for their identification. Morgantown, WV: Communi-Tech Associates. 354 p.
12. Little, Elbert L., Jr.; 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized). Agric. Handb. 541. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 375 p.
13. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O.; Wadsworth, Frank H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1,024 p. vol. 2.
14. Meskimen, G.F. 1962. A silvical study of the melaleuca tree in south Florida. Gainesville, FL: University of Florida. 177 p. Tesis de M.S.
15. Mincey, W.F.; Yates, H.E.; Butson, K.D. 1967. South Florida weather summary. Weather Forecasting Mimeo WEA 68-1. Lakeland, FL: U.S. Department of Commerce Weather Bureau and University of Florida Agricultural Experiment Station, Federal-State Agricultural Weather Service. 30 p.
16. Morton, J.F. 1966. The cajeputi tree: a boon and an affliction. Economic Botany. 20:31-39.
17. Myers, R.L. 1975. The relationship of site conditions to the invading capability of *Melaleuca quinquenervia* in southwest Florida. Gainesville, FL: University of Florida. 151 p. Tesis de M.S.
18. National Research Council. 1983. Firewood crops, shrub and tree species for energy production. Washington, DC: National Academy Press. 92 p. Vol. 2.
19. Panouse-Perrin, J. 1955. Propos d'actualité sur les melaleuca. Bois et Forêts des Tropiques. 43: 21-26.
20. Skolmen, R.G. 1981. Comunicación personal. Honolulu, HI: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station.
21. Trewartha, G.T. 1968. An introduction to climate. 4ª ed. New York: McGraw-Hill. 408 p.
22. Turnbull, John W., ed. 1986. Multipurpose Australian trees and shrubs: lesser known species for fuelwood and agroforestry. ACIAR Monograph 1. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research. 316 p.

23. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1975. Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agric. Handb. 436. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 754 p.
24. Wade, D.; Ewel, J.; Hofstetter, R. 1980. Fire in south Florida ecosystems. Gen. Tech. Rep. SE-17. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. 125 p.
25. Woodall, S.L. 1982. Seed dispersal in *Melaleuca quinquenervia*. Florida Scientist. 45(2):81- 93.

Previamente publicado en inglés: Geary, T.F.; Woodall, S.L. 1990. *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake. Melaleuca. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 461-465.

Melicoccus bijugatus Jacq.

Quenepa, mamón

Sapindaceae

Familia del jaboncillo

John K. Francis

Melicoccus bijugatus Jacq., conocido también como quenepa, mamón (en español), genip (en inglés), quenette (en francés) y por otros muchos nombres comunes (13, 21), es nativo al norte de la América del Sur y se ha cultivado y naturalizado extensamente a través de los trópicos. La quenepa es un árbol de una apariencia muy placentera (fig. 1) que se planta como un árbol de sombra en áreas urbanas y por la gustosa fruta que produce. La madera es útil en la manufactura de muebles y molduras, pero las existencias son limitadas.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural original de la quenepa se encuentra aparentemente en Colombia, Venezuela y las Guayanas (fig. 2) (10). Se ha naturalizado por medio del cultivo a través de las Indias Occidentales, México, la América Cen-



Figura 1.—Grupo de árboles jóvenes de quenepa, *Melicoccus bijugatus*, creciendo en Puerto Rico.

tral, gran parte de la América del Sur tropical y las Islas Galápagos (11). La quenepa ha sido parte de la flora de las islas del Caribe por muchos siglos (10) y puede que haya sido traída a algunas de las islas por los indígenas en la época pre-Colombina. La especie ha sido también introducida en Hawaii y los trópicos del Viejo Mundo (11, 13, 16, 18). La quenepa también se cultiva en las áreas más cálidas de las zonas templadas, tales como el sur de la Florida y California (3).

Clima

Los dos tipos de bosque—bosque tropical seco en transición a húmedo y tropical húmedo, de acuerdo a Holdridge (7)—en Venezuela, en donde se reporta que la quenepa crece de manera natural, reciben de 900 a 2600 mm de precipitación y tienen de 3 a 5 meses sin lluvia anualmente (24). La temperatura anual promedio en el área de distribución natural varía entre aproximadamente 25 y 27 °C, dependiendo de la altitud; existe muy poca variación de mes a mes entre los promedios (6). Las temperaturas anuales promedio a través del área de distribución natural pueden ser un poco menores y tener una mayor variación entre el verano y el invierno. La especie tolera las heladas ligeras (3).

Suelos y Topografía

La quenepa no es muy particular en cuanto a la calidad del suelo, aunque crece mejor en sitios húmedos y fértiles. Los suelos con un pH tan elevado como de 8.0 y tan bajo

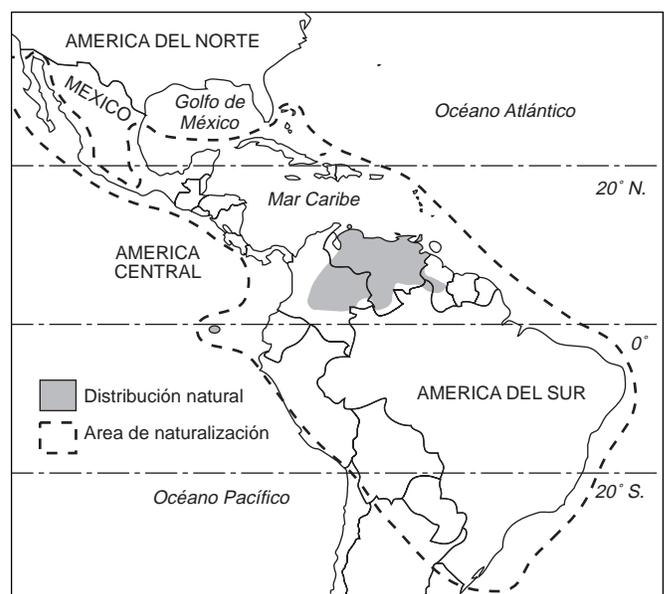


Figura 2.—Distribuciones naturales y de naturalización aproximadas de la quenepa, *Melicoccus bijugatus*, en el neotrópico.

como de 5.5 son aceptables. Los árboles de quenepa crecen en arcillas, margas, arenas y piedra caliza porosa, siempre que los suelos tengan un buen drenaje (15). Una de las razones para la popularidad de esta especie como una planta ornamental urbana es que crece razonablemente bien en relleno parcialmente compactado.

La quenepa crece de manera natural desde cerca del nivel del mar hasta elevaciones de 1,000 m en Colombia (13). Las colinas, las llanuras y las cuencas de los ríos se ven todos colonizados.

Cobertura Forestal Asociada

La quenepa fue observada en la isla de St. John, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, en asociación con *Maytenus laevigata* (Vahl) Griseb. ex Eggers, *Guapira fragrans* (Dum.-Cours) Little, *Ocotea coriacea* (Sw.) Britton, *Sabinia florida* (Vahl) DC., *Inga fagifolia* (L.) Willd., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton, *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K. y *Spondias mombin* L. (25). En la isla de St. Eustatius (San Eustacio) en las Antillas Holandesas, la quenepa se observó como un componente menor del estrato del dosel del bosque seco en un sitio rocoso moderadamente escarpado. Las otras especies observadas fueron *Pisonia subcordata* Sw., *B. simaruba*, *P. fragrans* Dum.-Cours, *Capparis indica* (L.) Fawc. & Rendle, *T. heterophylla* (DC.) Britton y *Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC. (23). En un bosque natural en el Cañón de Cauca en Colombia se encontró la quenepa en asociación con *Inga* spp., *Ceiba pentandra* Gaertn., *Astronium graveolens* Jacq., *Hymenaea courbaril* L., *Erythrina glauca* Willd., *Anacardium occidentale* L., *T. pentaphylla* Heml., *Acromia antioquiensis* Posada-Arango, *S. mombin* L. y muchas otras especies (5).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores blanco verduscas, fragantes y pequeñas aparecen en agrupaciones (en forma de panícula) al final de las ramas (11). Las flores son más que nada de un solo sexo en árboles individuales (dioicos), pero también pueden ser bisexuales (monoicos). La florescencia en Puerto Rico tiene lugar de abril a junio y las frutas maduran de junio a septiembre (11). Se reporta que las frutas en Trinidad maduran en septiembre y octubre (15). Las frutas (drupas), las cuales crecen en agrupaciones, tienen un exocarpo (el exterior) coriáceo de color verde o amarillo verdusco. Contienen una y ocasionalmente dos semillas grandes, cada una cubierta de fibras, y una capa (la porción comestible) de color salmón y gelatinosa.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Una muestra de 60 semillas secadas al aire y limpiadas, procedente de Puerto Rico, promedió 2.64 ± 0.07 g por semilla o 379 semillas por kilogramo (observación personal del autor). La producción de frutas en la quenepa es aparentemente más regular en las zonas secas a lo largo de riachuelos o en valles abiertos húmedos que en las laderas expuestas o en las zonas con una precipitación mayor (observación personal del autor). La producción de frutas y semillas comienza entre los 7 y 10 años a partir de las semillas y entre los 4 y 5 años en las existencias propagadas de manera vegetativa (16). La

mayoría de las semillas cae bajo el árbol materno. La distribución de los árboles naturalizados (a la orilla de los caminos, las veredas y en la cercanía de sitios viejos de fincas), sugiere que los seres humanos son los agentes de dispersión más importantes a larga distancia en Puerto Rico (observación personal de autor). Para Trinidad y Tobago se ha sugerido que la dispersión tiene lugar por medio de las aves y los murciélagos (15).

Desarrollo de las Plántulas.—En una prueba efectuada en Puerto Rico, la primera germinación de semillas sin tratar ocurrió 28 días después de la siembra y continuó por dos meses; el 63 por ciento de las semillas germinó. La germinación es hipogea. El vástago emergente crece aproximadamente 10 cm antes de desplegar las primeras hojas. Las plántulas de la quenepa se desarrollan con lentitud. Un grupo de plántulas cultivadas en tiestos en Puerto Rico promediaron solamente 39 cm de alto 18 meses después de la siembra (observación personal del autor). Aparentemente es difícil el transplantar la especie (2), lo que probablemente significa que las existencias con las raíces desnudas y las plántulas silvestres tienen una propensión a una alta mortalidad. Las plántulas en tiestos se transplantan con éxito en tierra húmeda.

El espaciamiento inicial en las plantaciones dependerá del uso proyectado. Si la obtención de maderos es el único producto, lo que es poco probable, un espaciamiento inicial de aproximadamente 3 por 3 m promoverá la poda natural y la producción de fustes más largos y con mayores posibilidades comerciales. Si tanto la fruta como la producción de madera son el objetivo, un espaciamiento de 3 por 3 m deberá ser seguido por un entresacado agresivo luego de que el fuste de tamaño mercantil se haya establecido. Para la producción exclusiva de fruta, un espaciamiento inicial amplio (de 6 por 6 m o más) y la poda en la parte superior se recomiendan con el objeto de forzar el desarrollo de una copa baja. En cualquier caso, se requerirá del desyerbado por 2 ó 3 años hasta que las plántulas crezcan por encima de las hierbas y el matorral en competencia. La siembra directa de las semillas podría funcionar, siempre que las áreas sembradas sean desyerbadas con frecuencia por lo menos por 2 años.

Reproducción Vegetativa.—Los árboles jóvenes rebrotan al ser cortados. Ciertas razas selectas de quenepa se pueden propagar por medio de acodos e injertos en tronchos de raíz ordinarios (16). No se ha documentado el arraigamiento exitoso de estacas.

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La quenepa tiene una reputación de crecer lentamente, aunque no hay mucha documentación sobre las tasas de crecimiento. Trece árboles pertenecientes a todas las clases de copa en un bosque subtropical húmedo en St. John, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, crecieron un promedio de solamente 0.09 cm por año en diámetro (25). Bajo condiciones favorables, los árboles de esta especie pueden exceder los 30 m de altura y 1 m de diámetro (1, 14). El árbol más grande de quenepa conocido por el autor en Puerto Rico mide 1 m de diámetro y 24 m de altura. Los árboles creciendo a campo abierto aparentemente tienen un incremento de 1 cm por año en diámetro y, por lo menos durante aproximadamente los primeros 40 años, alrededor de 0.5 m por año en altura.

Comportamiento Radical.—Las plántulas desarrollan rápidamente una raíz pivotante larga y con pocas ramificaciones que se extiende hacia abajo hasta encontrar una capa impermeable o condiciones anaeróbicas. A medida que los árboles envejecen, se desarrolla también un extenso sistema radical lateral (observación personal del autor).

Reacción a la Competencia.—La quenepa es intolerante a la sombra (15). Las plántulas pueden sobrevivir bajo una sombra ligera, pero deberán tener acceso al sol pleno o casi pleno directamente por encima para poder progresar a una posición dominante. A pesar de que la quenepa crece bien en áreas de bosques húmedos, su tasa de crecimiento relativo es muy lenta para competir con las especies méxicas de crecimiento más acelerado. La quenepa, aunque nunca es muy abundante en los bosques naturales, compite mejor en los micrositios más húmedos de los bosques secos y en la transición entre los bosques secos y húmedos. La quenepa se ve aparentemente favorecida por la perturbación; los árboles alcanzan con mayor frecuencia una posición dominante en el dosel en bosques secundarios secos y húmedos en una etapa sucesional media. Los árboles regenerados de manera natural son comunes en las márgenes de los sitios de fincas y a lo largo de cercos y a la orilla de caminos y carreteras—en lugares en donde el ganado se vió excluido durante el período de establecimiento.

Agentes Dañinos.—Se reporta que la madera de la quenepa es susceptible al ataque por la termita de la madera seca de las Indias Occidentales, *Cryptotermes brevis* (Walker) (19). La termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren), construye senderos cubiertos subiendo sobre los troncos de la quenepa (17) con el objeto de alimentarse de las ramas y ramitas muertas. Árboles caídos en Puerto Rico fueron atacados por los escarabajos de la ambrosía; estos pueden ser de una de las tres especies de coleópteros a los que se sabe que la quenepa es susceptible (17). La madera de la quenepa no es resistente a la pudrición (11).

USOS

El beneficio principal proporcionado por la quenepa es la fruta que produce. El sabor de las frutas es agrídulce; por falta de una mejor comparación, se le ha descrito como similar al sabor de las uvas verdes sin semillas. Las frutas de la quenepa se cosechan y se venden en racimos; en Puerto Rico la demanda excede las existencias por lo usual. Se comen mordiendo el exocarpo para removerlo, para luego chupar la pulpa hasta dejar sólo la semilla. Es peligroso el permitir que los niños pequeños se las coman; se dice que las semillas ocasionan muertes de vez en cuando debido al atragantamiento.

El análisis del mesocarpo de la fruta (la porción comestible) en Colombia reveló que consiste de un 77 por ciento de agua y que contiene 73 kcal por 100 g. El mesocarpo contiene también 1 por ciento de proteína, 0.2 por ciento de grasa, 19 por ciento de carbohidratos, 2 por ciento de fibra y 0.4 por ciento de ceniza. El contenido de vitaminas y nutrientes minerales ha sido también reportado (22). Otros análisis de la pulpa de la fruta rinden resultados similares: 69 por ciento de agua, 2 por ciento de fibra, 9 por ciento de ceniza, 0.7 por ciento de N, 0.4 por ciento de Ca; 100 gramos de pulpa contienen 50 mg de P, 10 mg de ácido ascórbico, 0.2 mg de caroteno, 0.8 mg de niacina y 0.02 mg de tiamina (10).

La fruta se usa para la preparación de jugos, bebidas alcohólicas y jaleas (16, 22). Las semillas se comen también tostadas. Este alimento es de particular importancia para los indígenas sudamericanos de la región del Orinoco, que lo preparan cuando hay una escasez de cazabe (20). La quenepa produce un flujo de néctar abundante pero de poca duración, que las abejas convierten en una miel de color oscuro (4).

El follaje de la quenepa puede contener sustancias químicas con una actividad biológica útil. En la República Dominicana se usa un té hecho de las hojas para bajar la fiebre (10). Se reporta que las hojas matan las pulgas (19) y repelen la mosca de los arenales (*Simulium* spp.) (9).

La quenepa, un árbol siempreverde de un aspecto placentero y elegante, es popular como un árbol de sombra y ornamental en la América tropical. Tolerancia a suelos pobres, requiere de poco mantenimiento y, bajo condiciones adecuadas, rinde una cantidad significativa de fruta. Los árboles que ocurren de manera natural a lo largo de cercos se usan a menudo como postes vivientes.

La madera de la quenepa es de color amarillo pálido a castaño pálido, con una fibra fina de patrón pronunciado. El duramen y la albura no son fáciles de distinguir. Unas muestras del duramen procedentes de un árbol en Puerto Rico tuvieron un peso específico promedio de 0.79 g por cm³ (observación personal del autor). La madera es dura y de textura tosca, pero es fácil de aserrar y cepillar. Debido a la poca durabilidad en general de la madera, se recomienda para aplicaciones interiores. La madera de la quenepa se usa hasta cierto punto para muebles, ebanistería, molduras y artículos torneados. Las existencias son demasiado limitadas como para que la madera sea de gran importancia comercial (21). La madera de la quenepa se usa también para carbón y leña (19).

GENETICA

El único otro miembro del género es *Melicoccus lepidopetanus* Radlk., un árbol similar con fruta comestible que crece en Bolivia, Paraguay y el norte de Argentina (8, 12). A través de la selección se han obtenido clones superiores de quenepa con frutas del tamaño de pelotas de golf, con un rico sabor y con una carnosidad que es fácil de separar de las semillas (comunicación personal con Francisco Watlington-Linares, consultor, Santurce, Puerto Rico).

LITERATURA CITADA

1. Aristeguieta, Leandro. 1950. Frutos comestibles de Venezuela. Caracas, Venezuela: Tipografía la Nación. 50 p.
2. Aristeguieta, Leandro. 1962. Árboles ornamentales de Caracas. Caracas, Venezuela: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela. 218 p.
3. Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York: The MacMillan Company. 3,639 p.
4. Crane, Eva; Walker, Penelope; Day, Rosemary. 1984. Directory of important world honey sources. London: International Bee Research Association. 384 p.

5. Espinal T., Luis S.; Montenegro M., Elmo. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico "Agustin Cadazzi", República de Colombia. 201 p.
6. Hoffman, José A.J. 1975. Climatic atlas of South America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartographia. 29 mapas.
7. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
8. Holdridge, L.R.; Poveda A., Luis J. 1975. Árboles de Costa Rica. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical. 546 p. Vol. 1.
9. Jadan, Doris. 1971. A guide to the natural history of St. John. Charlotte Amalie, U.S. Virgin Islands: Virgin Islands Conservation Society. 73 p.
10. Liogier, Alain Henri. 1978. Árboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
11. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
12. Lopez, Juan Alberto; Little, Elbert L., Jr. 1987. Árboles comunes del Paraguay. Washington, DC: Peace Corps. 425 p.
13. Mahecha Vega, Gilberto E.; Echeverri Restrepo, Rodrigo. 1983. Árboles del Valle del Cauca. Bogotá, Colombia: Litografía Arco. 208 p.
14. Marshall, R.C. 1934. Trees of Trinidad and Tobago. Port of Spain, Trinidad and Tobago: The Government Printer, Government Printing Office. 101 p.
15. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago. London: Oxford University Press. 247 p.
16. Martin, Franklin W.; Campbell, Carl W. 1987. Perennial edible fruits of the Tropics. Agric. Handb. 642. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 247 p.
17. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
18. Neal, Marie C. 1965. In gardens of Hawaii. Publicación Especial 50. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum Press. 924 p.
19. Paassen, Marianne van. 1986. Guía para especies arbóreas y arbustivas del bosque seco en la República Dominicana. Santiago, República Dominicana: Programa de Desarrollo de Madera como Combustible, Instituto Superior de Agricultura. 234 p.
20. Pérez-Arbelaez, E. 1978. Plantas útiles de Colombia. Bogotá, Colombia: Litografía Arco. 831 p.
21. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the new world. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
22. Romero Castañeda, Rafael. 1961. Frutas silvestres de Colombia. Bogotá, Colombia: Editorial San Juan Eudes. 342 p. Vol. 1.
23. Stoffers, A.L. 1956. The vegetation of the Netherlands Antilles. Pub. 135. Utrecht, The Netherlands: Botanisch Museum en Herbarium. 142 p.
24. Veillon, Jean Pierre. 1986. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 199 p.
25. Weaver, Peter L. 1990. Tree diameter growth rates in Cinnamon Bay Watershed, St. John, U.S. Virgin Islands. Caribbean Journal of Science. 26(1/2): 1-6.

Micropholis chrysophylloides Pierre

Sapotaceae

Familia de las saponáceas

Peter L. Weaver

Micropholis chrysophylloides Pierre, conocido comúnmente como caimitillo en Puerto Rico, en Trinidad como "yellow oliver" y por otros 23 diferentes nombres en otras partes de la Cuenca del Caribe, se puede reconocer por su tronco recto y su copa estrecha de follaje espeso y de hojas gruesas (16). Las hojas, de color verde oscuro en la superficie inferior, aparecen de manera alternada en pecíolos vellosos de aspecto también bronceado. Los troncos, los tallos y las hojas producen una pequeña cantidad de savia lechosa al ser cortados. Los árboles en su madurez en Puerto Rico son de 10 a 20 m de alto y de hasta 60 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) (fig. 1).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El caimitillo se puede encontrar entre 12° y 18° 30' de latitud Norte en las islas del Caribe, incluyendo a Puerto Rico, y de Saint Kitts a Grenada en las Antillas menores (2,



Figura 1.—*Micropholis chrysophylloides*, caimitillo, a 750-m sobre el nivel del mar en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico.

Caimitillo

16) (fig.2). Fue reportado erróneamente en la isla de Española (15). La especie reportada en dicha isla fue posteriormente identificada como *M. polita* (Griseb.) Pierre, que previamente había sido considerada como endémica a la región de Oriente en Cuba (13).

Alrededor del tiempo en que Puerto Rico fue descubierto, el caimitillo era relativamente común en los bosques montanos de la Sierra de Luquillo y en la Cordillera Central (23), creciendo a altitudes de entre 200 a 950 m. Hoy en día esta especie todavía es común en la Sierra de Luquillo a esas altitudes. En la Cordillera Central crece ahora a mayor altitud, tanto en bosques montanos donde es relativamente común (3) como en bosques sobre cafetales abandonados donde no es tan común (4, 21, 32).

Clima

El caimitillo crece en el interior montañoso de las islas del Caribe, en donde la precipitación, la cobertura nubosa y la humedad relativa son mayores que en las áreas costeras, mientras que la cantidad de sol, la temperatura y evapotranspiración son menores que en esas mismas áreas (2, 31).

La precipitación en el interior montañoso de Puerto Rico varía de entre 2500 a más de 4000 mm por año (6). Enero, febrero y marzo son ligeramente más secos que otros meses,

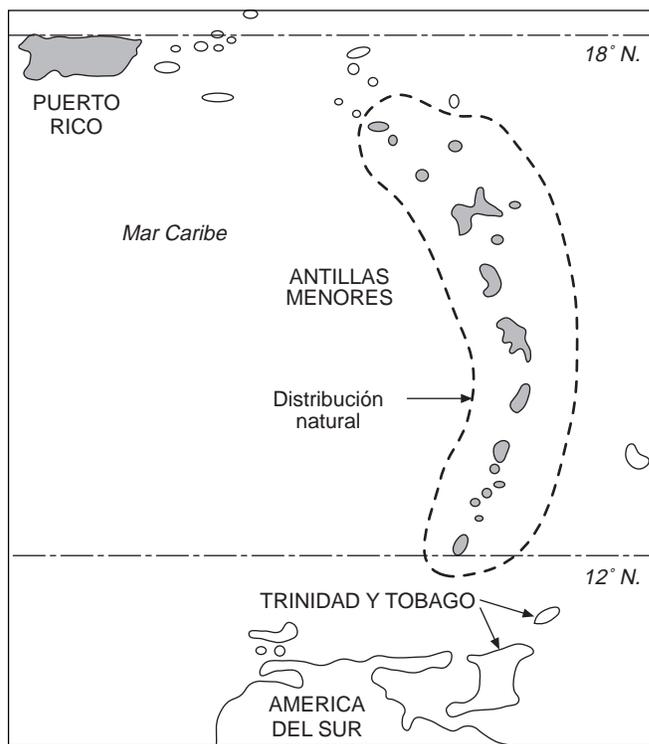


Figura 2.—Distribución natural de *Micropholis chrysophylloides*, caimitillo, en las islas del Caribe: Puerto Rico y las Antillas Menores (desde Nevis a Grenada).

pero no existe falta de humedad en ningún mes. La temperatura anual promedio varía de entre 20 °C en la mayor elevación a 23 °C en la menor. Las diferencias de temperatura entre los meses más calientes y los más templados son mínimas (6). Las condiciones para las heladas no ocurren dentro de la distribución natural del caimitillo.

En otras partes de las islas del Caribe, la precipitación anual y la temperatura en los bosques montanos son similares a aquellas de Puerto Rico. En su resumen sobre la vegetación natural en las islas del Caribe, Beard (2) describe el clima en los bosques montanos de la manera siguiente: precipitación de más de 2550 mm por año; suficiente lluvia durante los meses relativamente secos para exceder la pérdida por la evaporación de manera que se evita las condiciones de sequía; cielos típicamente nublados con poco sol; temperaturas promedio de 22 °C y humedades relativas frecuentemente cerca del punto de saturación, disminuyendo al 70 por ciento durante períodos soleados.

En Puerto Rico, caimitillo crece en cuatro zonas de vida (10, 12): Los bosques subtropical muy húmedos y subtropical pluvial, y los bosques montano bajo muy húmedo y montano bajo pluvial. Un muestreo consistente de 350 árboles de caimitillo de más de 4 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) en 75 parcelas en la zonas de vida montana baja de la Sierra de Luquillo reveló que el 95 por ciento de los árboles estaban situados en el bosque muy húmedo en las montañas a sotavento y solamente el 5 por ciento en el bosque pluvial a barlovento (30). Este patrón de distribución revela que el caimitillo prefiere la más seca de las dos zonas de vida montanas en la Sierra de Luquillo.

Suelos y Topografía

Los suelos en las regiones más elevadas de la Sierra de Luquillo consisten principalmente de arcillas ácidas y lixiviadas, y de francos arcillo-limosos, clasificados más que todo como Ultisoles e Inceptisoles. Contienen grandes cantidades de materia orgánica y permanecen saturados la mayor parte del año (22, 24).

La cantidad promedio de materia orgánica en los primeros 50 cm de suelo de la superficie en las 75 parcelas ya mencionadas en la zona de vida montana baja fue de 9.6 por ciento, equivalente a 33.8 kg/m² (30). El contenido promedio de materia orgánica fue mayor en el bosque pluvial (37.7 kg/m²) que en el bosque muy húmedo (30.0 kg/m²).

Al estratificar esas mismas 75 parcelas en tres grupos de 25 cada una de acuerdo a la topografía (o sea, 25 parcelas por pieza en cimas, pendientes y barrancas) se ve que el 56 por ciento del caimitillo crece en las cimas, 35 por ciento en pendientes, y sólo el 9 por ciento en valles (30). Por lo tanto parece que el caimitillo prefiere los sitios con mejor drenaje dentro de la misma zona de vida.

En un muestreo previo de topografía en cimas entre 600 y 800 m en el bosque de Luquillo, el caimitillo formó en promedio entre el 7 y el 10 por ciento del área basal del rodal (35). En un bosque ribereño de palma en topografía de valle a una altura de 750 m, el caimitillo fue responsable del 13 por ciento de los tallos pero sólo del 0.02 por ciento del área basal para todos los árboles mayores que o iguales a 1 cm en d.a.p. (11). Dada la preferencia del caimitillo por sitios con buen drenaje, muy pocos de estos pequeños árboles sobrevivirían hasta la madurez.

Cobertura Forestal Asociada

En los bosques montanos del Caribe, ricos en especies, el caimitillo convive con numerosos árboles socios (tabla 1). Los tipos de bosque más importantes conteniendo caimitillo son los bosques montano bajo pluviales y bosques montanos pluviales, o espesura montana, de acuerdo al sistema de clasificación de Beard (2).

En la Sierra de Luquillo, unos censos en áreas de 4 hectáreas de todos los tallos mayores que o iguales a 10 cm en d.a.p. fueron llevados a cabo tanto en el bosque montano bajo pluvial (conocido localmente como el bosque tabonuco) como en el montano pluvial (conocido localmente como el bosque colorado). La muestra del bosque tabonuco, de menor altitud, contuvo 3,140 árboles y 65 especies, de las cuales el 0.8 por ciento fue caimitillo (24). Esto se contrasta con la muestra procedente de mayor altitud en el bosque pluvial colorado, conteniendo 3,376 árboles y 57 especies, de las cuales el 8.8 por ciento fue caimitillo.

Otros estudios de composición de especies en la Sierra de Luquillo indican también la abundancia relativa del caimitillo. En el caso de seis parcelas totalizando 2.1 hectáreas en el bosque tabonuco, los 98 árboles de caimitillo tabulados ocuparon el octavo lugar en densidad de tallos y tercero en área basal y en volumen (5). En el caso de 75 parcelas totalizando 3.75 hectáreas en el bosque colorado, los 350 árboles de caimitillo tabulados representaron aproximadamente el 8 por ciento de los tallos y casi el 7 por ciento del área basal (31). El caimitillo se concentró a altitudes de entre 600 y 800 m a sotavento de las cimas (fig. 3).

Un inventario de los bosques secundarios en el interior montañoso de Puerto Rico, realizado en 1980, indicó que el caimitillo fue un componente relativamente raro de rodales secundarios, en donde representó solamente el 0.3 por ciento de los tallos, el 0.6 por ciento del área basal, y el 0.9 por

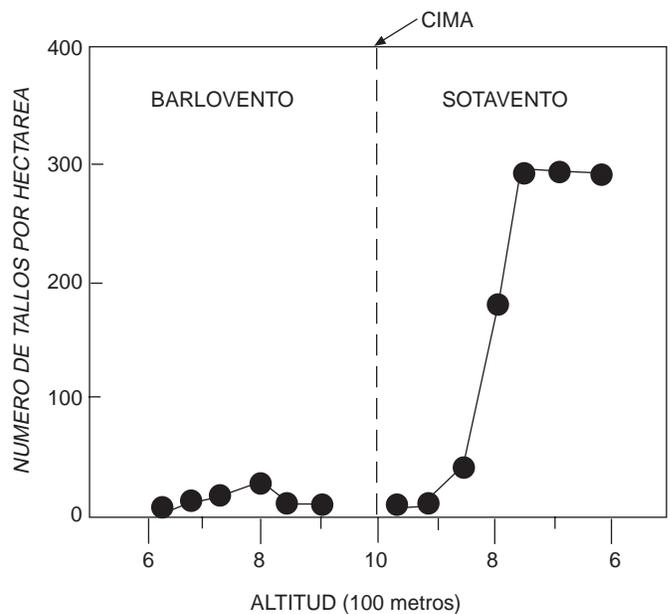


Figura 3.—Distribución altitudinal de *Micropholis chrysophylloides*, caimitillo, en el bosque montano colorado de la Sierra de Luquillo en Puerto Rico para todos los tallos mayores de 4 cm. Los gradientes son de 600 a 900 m a barlovento y de 970 a 600 m a sotavento.

Tabla 1.—Cobertura forestal asociada o especies arbóreas principales encontradas con *Micropholis chrysophylloides*

Cobertura forestal o especie asociada principal*	Lugar	Referencia†
<i>Micropholis garciniaefolia</i> , <i>Dacryodes excelsa</i>	Pendientes más elevadas a sotavento en la Sierra de Luquillo, Puerto Rico	(7)
<i>Prestoea montana</i> , <i>Cecropia schreberiana</i> , <i>Cyathea arborea</i>	Bosques montano bajos y de palmas en Toro Negro, Cordillera Central	(3)
Bosques sobre cafetales más de 30 años despues de abandonados	Areas de las montañas centrales, Puerto Rico	(32)
<i>Prestoea montana</i> , <i>Croton poecilanthus</i> , <i>Micropholis garciniaefolia</i>	Bosques riparios a 750 m sobre el nivel del mar en la Sierra de Luquillo, Puerto Rico	(11)
<i>Magnolia portoricensis</i> , <i>Calycogonium squamulosum</i> , <i>Clusia krugiana</i>	Bosques montano altos en la Sierra de Luquillo, y en la Cordillera Central, Puerto Rico	(23)
<i>Cyrilla racemiflora</i> , <i>Calycogonium squamulosum</i> , <i>Micropholis garciniaefolia</i>	Bosques montano altos en la Sierra de Luquillo. Puerto Rico	(24)
<i>Dacryodes excelsa</i> , <i>Prestoea montana</i> , <i>Sloanea truncata</i>	Bosques pluviales secundarios de entre 425 y 550 m de altitud, Nevis	(2)
<i>Sloanea</i> spp., Lauraceae (tres especies), <i>Simarouba amara</i>	Bosques pluviales secundarios de entre 425 y 550 m de altitud, Montserrat	(2)
<i>Dacryodes excelsa</i> , <i>Sloanea caribaea</i> , <i>S. truncata</i> , <i>Tapura antillana</i>	Asociación de <i>Sloanea</i> en bosques pluviales de entre 275 y 425 m de altitud, Dominica	(2)
<i>Amanoa caribaea</i> , <i>Licania ternatensis</i> , <i>Dacryodes excelsa</i>	Asociación de <i>Licania-Oxythece</i> entre 275 y 425 m sobre el nivel del mar, Dominica	(2)
<i>Dacryodes excelsa</i> , <i>Sloanea caribaea</i> , <i>Sterculia caribaea</i>	Bosques pluviales de <i>Dacryodes-Sloanea</i> como especies a medio dosel, Saint Lucia	(2)
<i>Prestoea montana</i> , <i>Licania ternatensis</i> , <i>Oxythece pallida</i>	Bosques pluviales montanos bajos de <i>Licania-Oxythece</i> , Saint Lucia	(2)
<i>Prestoea montana</i> , <i>Tovomita plumeriera</i> , <i>Licania aligantha</i>	Espesura montana a 650 m, Saint Lucia	(2)
<i>Euterpe</i> sp., <i>Dacryodes excelsa</i> , Lauraceae spp.	Bosques pluviales de <i>Dacryodes-Sloanea</i> de entre 300 y 500 m sobre el nivel del mar, Saint Vincent	(2)
<i>Prestoea montana</i> , <i>Euterpe</i> sp., <i>Freziera hirsuta</i>	Bosques de palmas a más de 500 m sobre el nivel del mar, Saint Vincent	(2)
<i>Dacryodes excelsa</i> , <i>Licania ternatensis</i> , <i>Euterpe</i> sp.; <i>Sloanea caribaea</i>	Bosques pluviales montanos bajos y subtropical (bosque de <i>Dacryodes-Licania</i>) a 425 m sobre el nivel del mar, Grenada	(2)
<i>Myrtaceae</i> spp., <i>Licania ternatensis</i> , <i>Prestoea montana</i>	Espesuras montanas, Grenada	(2)
<i>Podocarpus cariacus</i> , <i>Oxythece pallida</i> , <i>Ilex</i> spp.	Espesuras montanas, Martinica	(2)

*Sólo unas pocas especies asociadas han sido listadas para cada tipo de bosque; la mayoría de las listas de especies procedentes de las referencias son extensas.

†Referirse a la sección de literatura citada.

ciento del volumen de madera aserrable (4). Un inventario en plantaciones de *Eucalyptus robusta* J.E. Smith en el bosque de Toro Negro, en la Cordillera Central a gran altitud, reveló que el caimitillo constituyó el 3.6 por ciento de los árboles, el 3.8 por ciento del área basal, y el 2.8 por ciento del volumen.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las inconspicuas flores del caimitillo son verduscas y bronceadas, en forma de copa, de aproximadamente 0.6 cm de largo, y anchas (16). Poseen cinco sépalos bronceados y vellosos de 0.2 cm de largo y una corola verde-amarillenta con cinco lóbulos redondeados de aproximadamente 0.6 cm. de ancho. En el tubo corolar se pueden ver cinco pequeños estambres, y el pistilo tiene un ovario vellosos de cinco células. Las flores se producen lateralmente y se conectan con los tallos mediante pedúnculos vellosos de 0.6 cm de largo. La fruta es carnosa, y cada una contiene una semilla larga y elíptica, de color pardo. Las flores y frutos ocurren durante todo el año.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas, comparativamente grandes para árboles del dosel en el bosque colorado (30), son diseminadas mediante la fuerza de gravedad o por animales como murciélagos y roedores. Una muestra de frutas pesando 2.2 kg, recolectada en Puerto Rico, fue usada para determinar el peso de la fruta y las semillas. En promedio, un kilogramo contuvo 875 frutas, mientras que en un kilogramo de semillas, éstas numeraron 2,370. El contenido de agua en una muestra de semillas pesando 98 g fue de 38 por ciento. Para examinar la viabilidad de las semillas, éstas se pusieron en agua: aquellas que flotaron no fueron viables; 93 por ciento de las semillas que flotaron fueron viables (18).

Desarrollo de las Plántulas.—La regeneración natural de 20 especies de árboles que forman parte del dosel en el bosque colorado de la Sierra de Luquillo fue muestreada en las 75 subparcelas totalizando 0.15 ha. Plántulas de caimitillo fueron encontradas en un tercio de las subparcelas y se encontraron en promedio 3,720 plántulas por ha, o el 8 por ciento del número total de plántulas en la muestra completa.

En diciembre de 1944, 400 plántulas silvestres de un promedio de 0.6 m de alto fueron plantados bajo sombra en el bosque de Toro Negro en Puerto Rico.¹ La mitad fueron plantados con el terrón, mientras que el resto fueron plantados con las raíces desnudas. Ambas técnicas resultaron en muy poca supervivencia.

Reproducción Vegetativa.—No se observaron vástagos radicales de caimitillo durante observaciones de campo. La ramificación epicórmica, sin embargo, se observó regularmente en troncos de caimitillo expuestos a la luz directa del sol menos de dos años después de que el Huracán Hugo dañara gran parte del bosque colorado de Puerto Rico.

¹Weaver. Peter L. [s.f.] Notas inéditas archivadas en: Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000. [n.p.].

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Existen datos sobre el crecimiento del caimitillo disponibles para unas pocas parcelas permanentes establecidas en bosques puertorriqueños (tabla 2). La tasa promedio de incremento en el d.a.p. para 327 árboles que sobrevivieron un período de 35 años en el bosque de Luquillo fue de 0.12 cm por año. Las tasas de crecimiento variaron entre 0.05 y 0.29 cm por año de acuerdo a la clase de copa (tabla 2). Las tasas de crecimiento más rápidas fueron obtenidas en árboles expuestos a la luz. Tasas similares fueron obtenidas en otros bosques de Puerto Rico (26).

Dadas las numerosas observaciones de tasas de crecimiento en bosques naturales, una fórmula aritmética sencilla se puede emplear para calcular la edad de un árbol basándose en el diámetro del tallo. En primer lugar, tasas promedio de crecimiento en d. a. p. se calculan para cada clase diamétrica (fig. 4). Después, cada clase diamétrica se divide entre su tasa de crecimiento promedio para determinar el número de años necesario para que un árbol promedio crezca a través de cada clase. Finalmente, los años obtenidos se suman para todas las clases diamétricas, desde la más pequeña hasta la mayor para así rendir un cálculo de edad para el árbol promedio.

El uso de esta técnica reveló que a un caimitillo con 4 cm en d.a.p. le tomaría más o menos 65 años para alcanzar 10 cm en d.a.p., 125 años para alcanzar 20 cm, 190 años para alcanzar 30 cm, 285 años para alcanzar 40 cm, y aproximadamente 380 años para alcanzar 50 cm. Las tasas de incremento en el d.a.p. son mayores para árboles con diámetros de entre 15 y 30 cm, con tasas menores características de árboles más pequeños y de los árboles llegando a la senectud (fig. 4). Los factores desconocidos (por ejemplo, el tiempo requerido desde la germinación para alcanzar la clase diamétrica mínima de 4 cm, así como la probabilidad de que solamente los individuos con mayores tasas de crecimiento sobrevivan en cualquiera de las clases) hacen que los cálculos de edad sean poco confiables. La edad

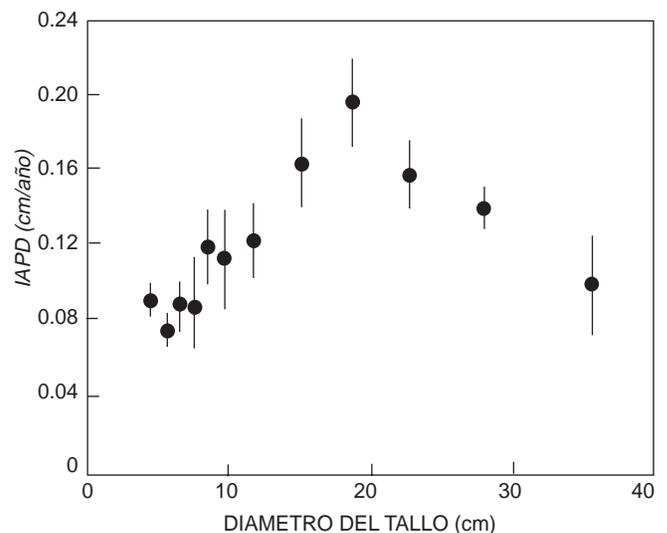


Figura 4.—Incremento anual promedio en diámetro (IAPD) por clase diamétrica para *Micropholis chrysophylloides*, caimitillo, en los bosques montañosos colorados en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico. Las líneas arriba y abajo de los puntos representan el error estándar.

Tabla 2.—Información sobre el crecimiento de *Micropholis chrysophylloides* de fuentes reportadas en Puerto Rico

Localidad	Altitud	Precipitación	Duración	Crecimiento promedio en d.a.p.	Comentarios	Fuente*
	<i>Metros</i>	<i>mm/año</i>	<i>Años</i>	<i>cm/año</i>		
Sierra de Luquillo	700	3500-4000	5	0.15	Estudio a corto plazo de 144 árboles en un bosque colorado	(20, 25)
Sierra de Luquillo	650	~3500	33	0.11	Arboles en un rodal tabonuco entresacado	(28)
				0.13	Arboles en un bosque tabonuco sin perturbar	
					Estudio a largo plazo en un bosque colorado	
Sierra de Luquillo	650-850	3500-4000	35	0.20	Para 33 árboles dominantes	(29)
				0.18	Para 56 árboles codominantes	
				0.12	Para 130 árboles intermedios	
				0.05	Para 108 árboles suprimidos	
				0.11	Para 327 árboles combinados	
Sierra de Luquillo	670	3500	30	0.10	Para siete árboles en un bosque colorado entresacado	(28)
Bosque de Maricao	670	2590	24	0.11	Estudio a largo plazo de 17 árboles de entre 5 y 25 cm en d.a.p.	(26)
Bosque de Toro Negro	930	2560	25	0.14	Estudio a largo plazo de 76 árboles de entre 5 y 23 cm en d.a.p.	(26)
Bosque de Carite	725	2500	28	0.29	Estudio a largo plazo de 27 árboles de entre 4 y 39 cm en d.a.p. en un rodal colorado previamente entresacado	(27)

*Referirse a la sección de literatura citada.

real de la mayoría de los árboles maduros sobrevivientes puede ser considerablemente menor.

Una encuesta de la relación del diámetro de la copa (DC) al diámetro del tronco (DT) en el bosque de Maricao en Puerto Rico mostró una disminución altamente significativa, de 29.3 para caimitillos de alrededor de 10 cm de diámetro a 20.5 para árboles alrededor de 30 cm de diámetro (34):

$$DC = 1.32 + 16.1 DT \quad (n = 14, r = 0.885)$$

en donde tanto *DC* como *DT* se expresan en metros.

Cuando *DT* = 10 cm = 0.1 m

entonces

$$DC = 1.32 + 16.1(0.1) = 2.93$$

y

$$DC/DT = 2.93/0.1 = 29.3$$

Cuando *DT* = 30 cm = 0.3 m

entonces

$$DC = 1.32 + 16.1(0.3) = 6.15$$

y

$$DC/DT = 6.15/0.3 = 20.5$$

El crecimiento en el diámetro tuvo una correlación positiva con varios parámetros arbóreos en el bosque de Maricao, incluyendo el diámetro de copa, el área de copa, el diámetro del tronco, la altura arborea y la profundidad de la copa (34).

Comportamiento Radical.—Varias plántulas desarraigadas de entre 20 y 30 cm de alto mostraron raíces pivotantes bien desarrolladas. Esta especie no forma contrafuertes.

Reacción a la Competencia.—El caimitillo fue clasificado de manera tentativa como una especie clímax, tolerante a la sombra y requiriendo de claros para alcanzar la madurez (30). Esta designación procede de la comparación de las densidades relativas de las plántulas y los tallos del estrato inferior, el tamaño de semilla, y la densidad de la madera (19) con otras 19 especies de árboles que alcanzan el dosel en algunas partes del bosque colorado. Otra información disponible apoya esta clasificación. Unas mediciones de recuperación forestal de 1946 a 1981 en 7 parcelas para un total de 2.8 ha dentro del Luquillo, revelaron que la dominancia del caimitillo aumentó después del Huracán San Cipriano en 1932 (31). Las clases diamétricas para el caimitillo en 1946 y en 1981 tuvieron una distribución en forma de J reflejada en un espejo (fig. 5). Por otra parte, la proporción de tallos y el área basal del caimitillo en las parcelas aumentó de 7.2 a 8.9 por ciento en 1946 y de 4.9 a 8.3 por ciento en 1981. A pesar de que el número de árboles de caimitillo contados en 1946 declinó en un 20 por ciento, el crecimiento interno aumentó en un 25 por ciento el número de tallos registrados en 1981 sobre la población registrada en 1946 (fig. 6).

La información sobre el entresacado del caimitillo no es fácil de interpretar debido a que los tratamientos fueron implementados sin controles en rodales similares. Los rodales entresacados fueron de naturaleza sucesional y contuvieron tallos de menor tamaño y por la mayor parte más jóvenes que los de rodales sin perturbar para los cuales existe información sobre el crecimiento en el d.a.p. Las áreas basales en los bosques sin perturbar tabonuco y colorado alcanzaron como promedio 40 m² por ha (28). En bosques secundarios

tabonuco con áreas basales promedio de entre 20 y 25 m² por ha (un poco más de la mitad de la encontrada en el bosque tabonuco sin perturbar), el caimitillo creció en d.a.p. un 15 por ciento más rápido que en bosques sin perturbar (0.13 vs. 0.11 cm por año) durante un período de 33 años (tabla 2). Los entresacados en el bosque colorado de Carite, que se caracteriza por tallos más jóvenes y pequeños y por un área basal de sólo 11 m² por ha, fueron más dramáticos. El incremento en el diámetro alcanzó un promedio de 0.29 cm por año en un período de 28 años, comparado a tasas de entre 0.11 y 0.14 cm por año para todos los tallos en áreas sin perturbar en los bosques de Luquillo, Maricao y Toro Negro (tabla 2) (26, 28).

Las obvias diferencias en las tasas de crecimiento en d.a.p. entre las clases de copa y los efectos favorables en el crecimiento a largo plazo debido al entresacado, indican que el caimitillo es capaz de responder a un mejoramiento en las condiciones de luz, particularmente en rodales secundarios (tabla 2). En el caso de la producción maderera, se sugiere un régimen de entresacado periódico, posiblemente en ciclos de 10 años, a la vez que el mantener áreas basales de entre 15 y 20 m²/ha.

Los árboles de caimitillo han sido también incluidos en estudios ecológicos en la Sierra de Luquillo. Treinta hojas de caimitillo recolectadas en el bosque colorado rindieron los siguientes cálculos estructurales: peso seco promedio de 0.46 ± 0.02 g; área foliar promedio de 27.2 ± 0.9 cm² y área específica foliar promedio de 59.1 cm²/g (33). Por otra parte, tres árboles con un diámetro de 10.0, 12.5 y 36.7 cm fueron recolectados en el bosque colorado para determinar la biomasa. Los pesos totales en seco respectivos para los árboles recolectados fueron: biomasa foliar, 3.5, 12.4 y 43.9 kg y biomasa total leñosa sobre el terreno, 50.7, 79.3 y 882.9 kg (30). Además, un estudio de un bosque ripario dominado por la especie de palma *Prestoea montana* (R. Grah.) Nichols, reveló concentraciones de fósforo de 0.431, 0.485 y 0.040 mg/g para hojas, ramas y troncos respectivamente (11). Estos

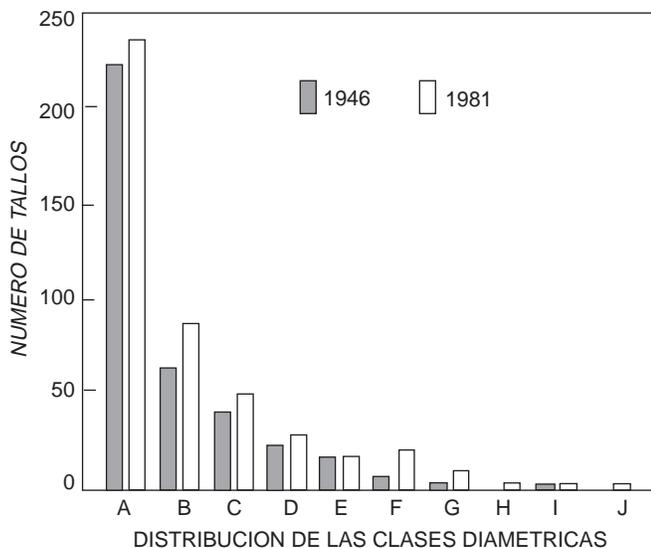


Figura 5.—Distribución de las clases diamétricas en 1946 y 1981 para *Micropholis chrysophylloides*, caimitillo, en 3.75 hectáreas de bosque montano (colorado) a una altitud de entre 600 y 970 m en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico. Clase A, 4.1 a 9.9 cm; clase B, 10.0 a 14.9 cm; clases C a I, en incrementos de 5-cm y clase J, 50.0 a 54.9 cm.

valores tendieron a ser de entre los más bajos registrados para las 23 especies de árboles muestreados en este bosque.

Agentes Dañinos.—El duramen del caimitillo es moderadamente resistente a los hongos de la pudrición blanca y muy resistente a los hongos de la pudrición parda (9). Sin embargo, experimentos de campo han demostrado que la madera tiene poca resistencia a la polilla de mar (17). El caimitillo también se cataloga como susceptible a las termitas de la madera seca de las Indias Occidentales, *Cryptotermis brevis* Walker (36).

Durante el censo efectuado en los bosques secundarios de Puerto Rico, un poco más de la mitad del área basal del caimitillo se clasificó como dañada, el daño ocurriendo en su mayoría en los troncos de tamaño de poste (1). Daño a la forma (torcedura o giro) fue el tipo de daño más prevalente en todas las clases de tamaño, mientras que las enfermedades y plagas fueron responsables por el daño en más del 20 por ciento de la madera aserrable.

En Puerto Rico, las cercas de caimitillo se trataron exitosamente con preservativos. En pruebas de campo, la inmersión en frío de los postes por 5 días en una solución al 5 por ciento de pentaclorofenol en combustible diesel rindió una vida promedio de servicio de 13.7 años en el bosque de Cambalache (8). Usando la misma solución en inmersiones calientes y frías alternadas en el bosque de Cambalache aumentó la vida promedio de servicio a 15.3 años. Al usar el método en frío con pentaclorofenol en diesel al 10 por ciento, se obtuvo una vida promedio de servicio calculada en 30.8

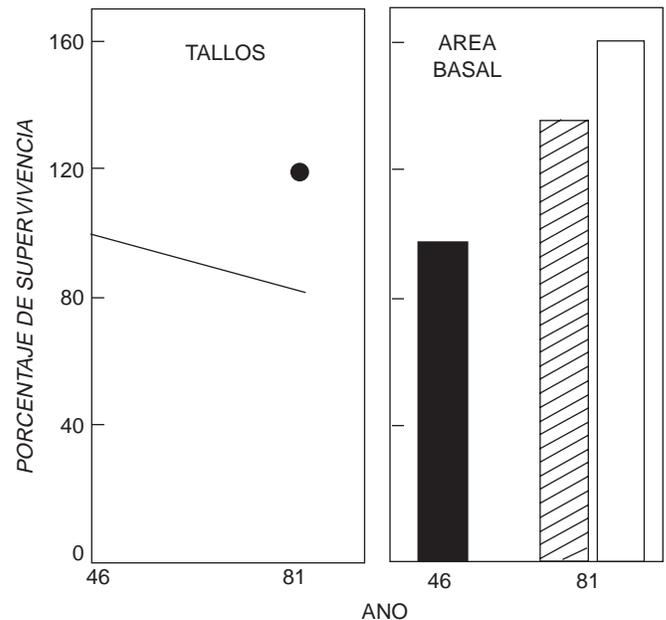


Figura 6.—Supervivencia y aumento en el número de tallos y área basal de *Micropholis chrysophylloides*, caimitillo, en el bosque montano (colorado) de 1946 a 1981. La línea indica el porcentaje de supervivencia del árbol original. El punto representa la población de árboles en 1981 (sobrevivientes del rodal de 1946 mas el reclutamiento de tallos nuevos). Las barras representan el porcentaje de supervivencia del área basal: barra negra, área basal de 1946; barra de líneas oblicuas, el área basal de tallos en 1981 que sobrevivieron de 1946, barra blanca, área basal total de 1981, o crecimiento del área basal combinando árboles que sobrevivieron de 1946 mas el reclutamiento de nuevos tallos.

años en el bosque de Toro Negro. Tratamientos usando sales de difusión dobles en Cambalache rindieron vidas promedio de servicio de entre 10.3 y 13.0 años (8).

Observaciones sobre el consumo de hojas por herbívoros en 237 árboles vivos de caimitillo revelaron que el 2.7 por ciento de la superficie foliar había sido consumida por insectos (33). Un estudio de 90 días de duración de la tasa de herbivoría en 39 hojas de caimitillo mostró que aproximadamente el 0.4 por ciento sería consumido por año (33). Durante trabajos experimentales efectuados en los años cuarenta, se encontró una larva de un insecto sin identificar infestando muchas de las semillas recolectadas.

USOS

El duramen de caimitillo es de un color marrón amarillento claro uniforme sin una figura pronunciada y no se distingue fácilmente de la albura, también de color claro (17). La madera es dura, fuerte y tenaz, y tiene una textura uniformemente fina, fibra recta y lustre mediano. El caimitillo se seca al aire con facilidad, con sólo una degradación mínima en la forma de arco leve. Durante el secado no se observa cuarteadura de la superficie o los extremos, endurecimiento superficial u otros defectos.

El peso específico del caimitillo es de 0.63 g/cm³. La contracción es moderada y uniforme. El contenido de sílice de la madera causa un embotamiento de los dientes de las sierras y de la maquinaria para trabajar la madera. El cepillado, torneado y enmechado son buenos; el taladrado y el tallado, excelentes, y el lijado y la resistencia a partirse o rajarse con tornillos, regular (16). La madera toma un pulido alto.

La madera es adecuada para muebles, ebanistería, terminaciones de interiores, pisos, remos para botes, implementos agrícolas, mangos de herramientas, chapeado, triplex y construcción (9, 16).

GENÉTICA

No se encontró ninguna información sobre la genética del caimitillo en la literatura. Entre los sinónimos botánicos para la especie se incluyen *M. curvata* (Pierre) Urban, *M. portoricensis* Pierre var. *curvata* Pierre y *Pouteria chrysophylloides* (Pierre) Stehle.

LITERATURA CITADA

1. Anderson, Robert I.; Birdsey, Richard A.; Barry, Patrick J. 1982. Incidence of damage and cull in Puerto Rico's timber resource, 1980. Res. Bull. SO-88. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 13 p.
2. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, UK: Clarendon Press. 192 p.
3. Birdsey, Richard A.; Jimenez, Diego. 1985. The forests of Toro Negro. Res. Pap. SO-222. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Southern Forest Experiment Station. 29 p.
4. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Res. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
5. Briscoe, C.B.; Wadsworth, F.H. 1970. Stand structure and yield in the Tabonuco Forest of Puerto Rico. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 79-89.
6. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and U.S. Virgin Islands. Climatography of the United States 60-52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Sciences Administration, Environmental Data Service. 29 p.
7. Crow, Tom R.; Grigal, D.F. 1979. A numerical analysis of arborescent communities in the rain forest of the Luquillo Mountains, Puerto Rico. Vegetatio. 40(3): 135-146.
8. Chudnoff, M.; Goytia, E. 1972. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico (1972 progress report). Res. Pap. ITF-12. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 28 p.
9. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
10. Ewel, John J.; Whitmore, Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
11. Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1985. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain forest. Ecological Monographs. 55(3): 351-369.
12. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
13. Judd, Walter S. 1986. First report of *Micropholis polita* (Sapotaceae) and *Hamelia ventricosa* (Rubiaceae) from Hispaniola. Moscosoa. 4: 222-225.
14. Kukachka, B.F. 1979. Wood anatomy of the neotropical Sapotaceae: X. *Micropholis*. Res. Pap. FPL-351. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 16 p.
15. Liogier, Henri A.; Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
16. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
17. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
18. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 9(1): 11-30.
19. Smith, Robert F. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican rain forest before and after short-term gamma radiation. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 103-140. Capítulo D-3.
20. Tropical Forest Experiment Station. 1953. Thirteenth annual report. Caribbean Forester. 14(1): 1-33.
21. Wadsworth, F.H.; Birdsey R.A. 1985. A new look at the forests of Puerto Rico. Turrialba. 35: 11-17.

22. Wadsworth, F.H.; Bonnet, J.A. 1951. Soil as a factor in the occurrence of two types of montane forest in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 12: 67-70.
23. Wadsworth, Frank H. 1950. Notes on the climax forest of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900. *Caribbean Forester*. 11(1): 38-47.
24. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. 1. The setting. *Caribbean Forester*. 12(3): 94-114.
25. Wadsworth, Frank H. 1952. Forest management in the Luquillo Mountains. 3. Selection of products and silvicultural policies. *Caribbean Forester*. 12(3): 93-119.
26. Weaver, Peter L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
27. Weaver, Peter L. 1982. Tree diameter increment in an upper montane forest of Puerto Rico. *Turrialba*. 32(2): 119-122.
28. Weaver, Peter L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
29. Weaver, Peter L. 1986. Hurricane damage and recovery in the montane forests of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*. 22(1): 53-70.
30. Weaver, Peter L. 1987. Structure and dynamics in the colorado forest of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. East Lansing, MI: Michigan State University. 296 p. Disertación doctoral.
31. Weaver, Peter L. 1989. Forest changes after hurricanes in Puerto Rico's Luquillo Mountains. *Interciencia*. 14(4): 181-192.
32. Weaver, Peter L.; Birdsey, Richard A. 1986. Tree succession and management opportunities in coffee shade stands. *Turrialba*. 36(1): 47-58.
33. Weaver, Peter L.; Murphy, Peter G. 1990. Forest structure and productivity in Puerto Rico's Luquillo Mountains. *Biotropica*. 22(1): 69-82.
34. Weaver, Peter L.; Pool, Douglas J. 1979. Correlation of crown features to growth rates in natural forests of Puerto Rico. *Turrialba*. 29(1): 53-58.
35. White, H.H. 1963. Variation of stand structure correlated with altitude, in the Luquillo Mountains. *Caribbean Forester*. 24(1): 46-52.
36. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 41: 259-311.

Moringa oleifera Lam.

Resedá, árbol de rábano

Moringaceae

Familia del árbol de rábano

John A. Parrotta

Moringa oleifera Lam., conocido comunmente como resedá, árbol de rábano (horseradish tree), árbol de bequeta (drumstick tree), ángela, árbol de los espárragos, árbol de las perlas, árbol "ben" y por varios otros nombres (32, 37), es un árbol siempreverde o deciduo de tamaño pequeño y crecimiento acelerado que usualmente alcanza de 10 a 12 m de alto. Tiene una copa abierta y esparcida de ramas inclinadas y frágiles, un follaje plumoso de hojas pinadas en tres, y una corteza gruesa, blanquecina y de aspecto corchozo (fig. 1). Se valora principalmente por sus frutas, hojas, flores, raíces, todas comestibles, y por el aceite (también comestible) obtenido de las semillas. Se usa extensamente en la medicina tradicional en las áreas en donde es nativo y en donde ha sido introducido (7, 23, 37, 41).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El resedá es nativo al sur de Asia, en donde crece al pie de los Himalayas desde el noreste de Paquistán hasta el norte de Bengala del Oeste (la India) (39, 47, 55) (fig. 2). Ha sido introducido a y se ha naturalizado en otras partes de la India, Paquistán, Afganistán, Bangladesh, Sri Lanka, el sudeste de Asia, Asia occidental, la península Arábiga, Africa del este y oeste, el sur de la Florida, todas las Indias Occidentales, y desde México a Perú, Paraguay y Brasil (23, 31, 32, 47, 60). En Puerto Rico se cultiva más que nada como una planta ornamental y como setos y a lo largo de cercos. Se ha naturalizado al lado de caminos y carreteras en los llanos costeros y en los cerros bajos al pie de las montañas.

Clima

En su hábitat natural, las fluctuaciones anuales de temperatura tienden a ser muy marcadas, con temperaturas a la sombra mínimas y máximas oscilando desde entre -1 a 3



Figura 1.—Resedá, *Moringa oleifera*, en Puerto Rico.

°C hasta entre 38 a 48 °C durante los meses más fríos y los más calientes, respectivamente (55). La precipitación anual en esta región oscila entre 750 y 2200 mm (41, 55). El resedá es muy resistente a la sequía y se cultiva en regiones áridas y semiáridas de la India, Paquistán, Afganistán, Arabia Saudita y Africa del este, en donde la precipitación puede ser de 300 mm (7, 47), lo que es bajo, a pesar de que dichos sitios son probablemente irrigados y se caracterizan por poseer un nivel alto de agua subterránea. En Puerto Rico, el resedá se ha naturalizado hasta cierto punto en lugares con una precipitación anual de entre 1000 y 1800 mm (18).

Suelos y Topografía

El resedá crece en altitudes de hasta aproximadamente 1,400 m a lo largo de los ríos más grandes de su área de distribución natural en aluviones arenosos o guijosos (17, 55). Estos suelos tienen por lo general un buen drenaje y tienen a menudo poca materia orgánica. Mientras que el suelo superficial puede ser muy seco durante varios meses al año, el nivel de agua subterránea se encuentra por lo general dentro de la zona de profundidad máxima de sus raíces (9). En los sitios en donde ha sido introducido, el resedá prospera en lugares al nivel del mar, hasta altitudes de 1,200 m (23) en la mayoría de suelos con textura de ligera a mediana, pero el mejor crecimiento ocurre en francos arenosos (47). En Puerto Rico crece a poca altitud en suelos con drenaje excesivo y en suelos húmedos y bien drenados de fertilidad mediana con un pH de entre 5.5 y 7.5 (18). En Kenya, resultados negativos se reportaron en alfisoles semiáridos a una altitud de 1,560 m (25).

Cobertura Forestal Asociada

En el área de su distribución natural, el resedá crece en bosques deciduos tropicales secos secundarios en asociación con *Albizia procera* (Roxb.) Benth., *Bombax malabaricum*

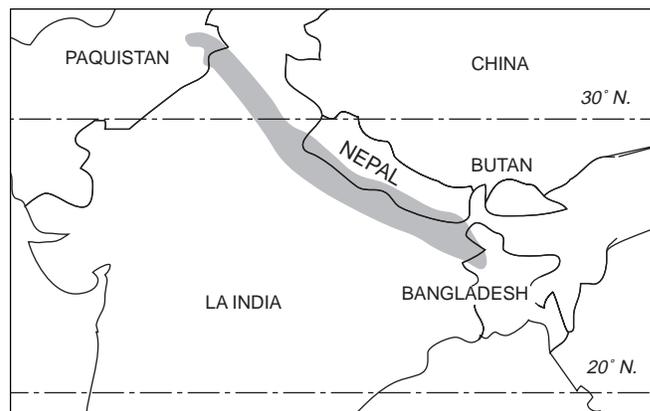


Figura 2.—La distribución natural del resedá, *Moringa oleifera*, se indica por el área sombreada.

DC., *Dalbergia sissoo* Roxb., *Ficus glomerata* Roxb., *Gmelina arborea* Linn., *Kydia calycina* Roxb., y *Lagerstroemia parviflora* Roxb. (2, 9). En bosques secundarios en los llanos costeros del sur en Puerto Rico, el resedá se encuentra asociado con *A. lebbek* (L.) Benth., *Bucida buceras* L., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Pithecelobium dulce* (Roxb.) Benth., *Prosopis pallida* (H. & B) ex Willd., *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton, y *Tamarindus indica* L. (observación personal del autor).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Existen grandes variaciones en la fenología del florecimiento de acuerdo a la variedad y el sitio en donde crece. El resedá puede florecer sólo una vez al año entre los meses de abril y junio en regiones con temporadas frías, como el norte de la India; puede también florear dos veces al año al sur de la India, o durante todo el año en lugares con temperaturas y precipitación anuales más constantes, como en Puerto Rico y en otros lugares del Caribe (32, 47). Las flores aparecen por primera vez a una edad temprana, frecuentemente durante los primeros seis meses después de haber sido plantados y usualmente durante el primer año. Las flores blanco-amarillentas, fragantes y bisexuales aparecen en cabillos delgados y vellosos en grupos de flores laterales esparcidos o pendientes de 10 a 25 cm de largo (fig.3). Las flores individuales son de aproximadamente 0.7 a 1 cm de largo y 2 cm de ancho con cinco pétalos blanco-amarillentos de tamaño desigual y con venas delgadas (32, 47). Los polinizadores principales son las abejas, otros insectos y varias aves (26, 37).

Las frutas son unas cápsulas de color pardo, de tres lados, lineares y pendientes, con surcos longitudinales, usualmente de 20 a 45 cm de largo, aunque a veces hasta de 120 cm de largo, y de 2 a 2.5 cm de ancho (32). Las frutas alcanzan la madurez aproximadamente 3 meses después del florecimiento (43). Veinticuatro vainas con semillas en Puerto Rico tuvieron un promedio de 15.8 + 1.4 semillas y variaron de entre 2 a 26 semillas por vaina (observación personal del autor).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del resedá son de color pardo oscuro, globulares y de aproximadamente 1 cm de diámetro, con tres alas con una consistencia papiracea (47). Aparentemente existen variaciones en los pesos de las semillas de acuerdo a la variedad, desde 3,000 a 9,000 semillas por kilogramo (41). Dos muestras de 100 semillas previamente limpiadas en Puerto Rico promediaron 0.325 + 0.005 y 0.310 60.006 g por semilla, o entre 3,080 y 3,230 semillas por kilogramo (observación personal del autor). Las vainas maduras con semillas permanecen en el árbol por varios meses antes de partirse y de liberar las semillas, las cuales son dispersadas por el viento, agua y probablemente animales.

Desarrollo de las Plántulas.—En el resedá la germinación es epigea. Las semillas deberán ser sembradas sin tratamiento previo, ya que la escarificación no afecta las tasas de crecimiento en forma positiva (48). La profundidad óptima para sembrar las semillas de resedá es de 1 a 2 cm (48, 58).

La tasa de germinación usualmente es de entre 60 y 90

por ciento para semillas frescas (23, 41, 48, observación personal del autor). Cuando almacenadas, las semillas no retienen su viabilidad por más de 2 meses (48, 58). En la India, unas porcentajes de germinación de 60.0, 48.0 y 7.5 por ciento fueron reportados para semillas sembradas 1, 2 y 3 meses después de la recolección, respectivamente (48). Otros estudios han reportado tasas de germinación yendo de 10 a 60 por ciento para semillas almacenadas por 1 mes (37). Tanto la germinación como el desarrollo inicial de las plántulas se ven beneficiados por condiciones parciales de sombra (23).

En el resedá, el crecimiento de las plántulas es rápido. Plántulas en tiestos en Puerto Rico alcanzaron de 20 a 30 cm de alto seis semanas después de sembradas, y las plántulas alcanzan tamaño adecuado para el trasplante (entre 30 y 50 cm) de 2 a 3 meses después de sembradas (observación personal del autor). Ocasionalmente, las plántulas alcanzan 2.5 m de alto 3 meses después de sembradas y entre 1.8 a 3.6 m 5 meses después de sembradas (37). En la India, en donde el resedá se cultiva extensamente, se hace uso de estacas y plántulas germinadas en viveros para establecer plantaciones (47).

La regeneración natural del resedá es adecuada en sitios perturbados como a la orilla de caminos y en los bordes de siembras en donde la competencia por la luz y por la humedad del suelo no es severa.

Reproducción Vegetativa.—El resedá se propaga fácilmente por estacas, pero es difícil propagarlo por acodos aéreos (48). En el sur de la India, estacas de ramas grandes de 1 a 1.4 m de largo y de 4 a 5 cm de diámetro son plantadas típicamente durante la temporada lluviosa del verano (47). Se reporta que plantas obtenidas de semillas producen fruta de calidad inferior y se tardan más en producirla (47). Estacas de tallos de buen tamaño sembradas en suelo húmedo arraigan fácilmente y obtienen en pocos meses el tamaño de un árbol (47). Sin embargo, algunos estudios sugieren que los árboles obtenidos al sembrar semillas producen raíces más largas que aquellos procedentes de estacas, y serían preferibles para plantaciones establecidas en regiones áridas

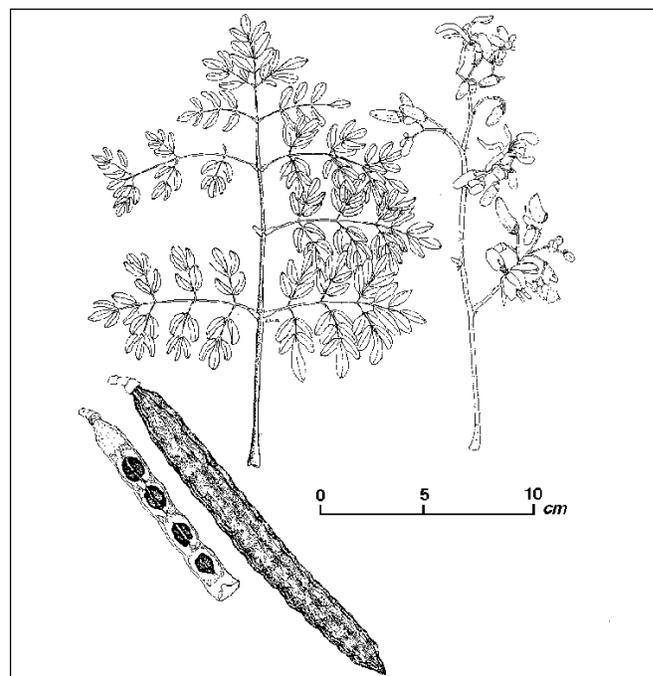


Figura 3.—Follaje, flores y fruto del resedá, *Moringa oleifera* (28).

y semiáridas en donde suelos inestables y la profundidad del agua subterránea ponen límites al crecimiento. En el norte de la India el éxito en obtener arraigamiento de acodos fue mayor durante la primavera que durante la estación lluviosa del verano o los meses más templados del invierno (48). En estos estudios, los acodos de tallos de 2 años de edad, de 30 cm de alto y 0.75 a 2.0 cm de diámetro, arraigaron con mayor facilidad que los acodos de tallos de un año. Porcentajes de arraigamiento se optimizaron con ácido indol-butírico, una hormona reguladora del crecimiento, en concentraciones de 50 ppm por un período de 24 horas antes de plantar. Estacas de ramas grandes de 1 a 2 m de longitud se usan frecuentemente con buenos resultados, siempre que sean sembradas a una profundidad de 50 cm (41).

El resedá rebrota vigorosamente después de cortado, produciendo de cuatro a ocho renuevos por tocón (41). Árboles cultivados por su fruta y para forraje frecuentemente se desmochan para restringir el desarrollo de la copa y promover el crecimiento de nuevas ramas (47).

Etapas del Brinzal hasta a la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El resedá crece con rapidez en lugares favorables, incrementando de 1 a 2 m por año en altura durante los primeros 3 a 4 años. Mientras que los árboles rara vez alcanzan de 10 a 12 m, en ocasiones alcanzan de 15 a 16 m de alto con diámetros a la altura del pecho (d.a.p.) de hasta 75 cm (29). En el resedá la producción de fruta comienza a una edad temprana. En el caso de árboles obtenidos por estacas, las frutas aparecen de 6 a 8 meses después de plantados (47). Durante los dos primeros años, el rendimiento de fruta es bajo, pero a partir del tercer año, un solo árbol puede producir de 600 a 1,600 o más frutas por año (7, 37, 47).

Comportamiento Radical.—Las plántulas de resedá desarrollan una raíz pivotante tuberosa, blanca y de aspecto hinchado, con un olor picante característico, y escasas raíces laterales. Los árboles obtenidos de semillas desarrollan una raíz pivotante gruesa y profunda, con un sistema extenso de raíces laterales tuberosas y gruesas. Los árboles obtenidos de estacas no desarrollan raíces pivotantes (31).

Reacción a la Competencia.—El resedá es una especie con una demanda de luz muy alta, y por lo común se siembra con espaciamientos de 3 por 3 m a 5 por 5 m en plantaciones en bloque, y a 5 m de distancia en plantaciones lineales (41, 47). Setos o “cercas vivientes” de resedá se establecen usualmente con espaciamientos de 1 m o menos y se controlan con respecto a la producción de follaje mediante podas frecuentes (37). Las plántulas son susceptibles a la sequía y a la competencia con gramíneas. Una vez establecidos, los árboles jóvenes y en etapa de poste son muy resistentes y capaces de sobrevivir tanto las sequías como la competencia radical.

Agentes Dañinos.—En la India existen varias especies de insectos que atacan al resedá. Estas incluyen la oruga de la corteza, *Indarbela quadrinotata* Wlk.; la oruga vellosa, *Eupterote mollifera* Wlk.; la oruga foliar verde, *Noorda bliitealis* Wlk., y el gusano de las yemas, *N. moringae* Tams, que puede causar una seria defoliación; la etapa larval de *Tetragonia siva*, *Metanasthia hyrtaca*, *Heliothis armigera* y *Helopeltis antonii* Sign. (Lepidoptera); el áfido, *Aphis caraccivora*; los insectos cóccidos, *Ceroplastodes cajani* y *Diaspidotus* sp.; los barrenadores de los tallos, *Indarbela*

tetraonis (Moore) y *Diaxenopsis apomecynoides*, y la mosca de la fruta, *Gitonia* sp. (8, 27, 37, 45, 47, 57). Varias otras plagas de insectos que rara vez causan daño mayor o que usualmente causan daños menores han sido reportadas (41). En Puerto Rico se reporta que el resedá es muy susceptible al ataque de las termitas (36). La depredación sobre las semillas por insectos llega frecuentemente a niveles muy altos (observación personal del autor).

El resedá no se ve afectado por ninguna enfermedad seria en sus áreas de distribución natural o donde ha sido introducido. En el sur de la India, varias enfermedades se han reportado como causantes de un daño menor en los árboles de resedá, incluyendo una pudrición de las raíces causada por *Diplodia* sp. (47) y una pudrición de la fruta causada por *Cochliobolus hawaiiensis* (30). El resedá hospeda de manera colateral a *Leveillula taurica*, un añublo que causa daño serio en viveros de papaya (*Carica papaya* L.) en el sur de la India (56). El resedá es muy susceptible a daño por el viento.

USOS

La madera blanda del resedá no se usa mucho fuera de su área de distribución en el sur de Asia, en donde ocurre naturalmente o ha sido introducido, excepto como combustible (17, 32). En la India, se usa en forma limitada para lanzaderas y otros instrumentos de la industria textil, y es adecuada para la producción de pulpa para hacer papel periódico, papel celofán y textiles (34, 41).

El árbol se valora principalmente por su vainas tiernas y comestibles, que tienen un gusto muy similar al espárrago. Estas vainas se comen como vegetales nutritivos, ya sea cocidas o curtidas. Las hojas tiernas tienen sabor a berro, y se comen junto con las flores ya sea cocidas o crudas. Son muy ricas en proteína, minerales, beta-caroteno, tiamina, riboflavina y otras vitaminas, particularmente las vitaminas A y C (6, 11, 17, 21, 40, 41, 44, 47, 50, 51, 59). El ácido ascórbico (vitamina C) en las vainas verdes varía de entre 92 a 126 mg por 100 g de pulpa (15). La fruta no madura, flores y hojas contienen del 5 al 10 por ciento de proteína (54).

Las semillas inmaduras, que saben a cacahuates cuando fritas, también se consumen, ya sea crudas o cocidas (13, 47, 54). Las raíces, que tienen el sabor picante del rábano rústico (*Armoracia rusticana* Gaertn.), se usan como condimento o aderezo después de peladas, secadas y mezcladas con vinagre (36). La corteza de las raíces deberá ser removida totalmente, ya que es rica en alcaloides, especialmente moringina, una sustancia tóxica en el mismo grupo que la efedrina (37).

Las semillas del resedá contienen entre 19 y 47 por ciento de aceite (3, 22, 28, 54). Este aceite es similar al aceite de oliva y es rico en ácidos palmítico, esteárico, béhmico y oleico (41, 59). Conocido comercialmente como “aceite de ben”, se usa para consumo humano, iluminación, y en cosméticos y jabones (13, 14, 47, 54). Este aceite es muy apreciado en perfumería por su capacidad de absorber y retener olores, y por relojeros como lubricante (47). La costra del aceite se usa como abono (13).

Las semillas, una vez machacadas, se han usado como un método efectivo y de bajo costo para tratar el agua y reducir su turbidez y contaminación bacteriana en comunidades rurales del Sudán, Malawi e Indonesia (23, 53). Se ha demostrado que extractos de las hojas ayudan a incrementar la nodulación de

las raíces, el peso de los nódulos y la actividad de la nitrogenasa del *Rhizobium* en la habichuela *Vigna mungo* (L.) Hepper, cuando se aplica a las semillas o las raíces (4).

La corteza corchoza produce una fibra tosca, que se utiliza para hacer esteras, papel y cordaje. El tallo exuda una goma mucilaginoso que se usa para curtir cuero y para el estampado de calicó o indiana (5, 41, 47). En muchas partes dentro de su área de distribución, las hojas y ramitas se usan como forraje para cabras, camellos, y ganado vacuno y ovino (35, 42). Las flores son una buena fuente de polen para las abejas (7, 32, 46).

El resedá tiene muchos usos medicinales que han sido apreciados por varios siglos en muchas partes en donde es nativo o introducido por el hombre (7, 38, 47). Los usos de sus raíces, la corteza de la raíz, la corteza del tallo, las exudaciones del tallo, hojas, flores y semillas en el tratamiento de una gran variedad de enfermedades han sido discutidas en textos de medicina en sánscrito muy antiguos (47), y el árbol sigue teniendo gran importancia, particularmente como un anti-irritante, en la medicina nativa de Asia y África occidental (6, 7, 10, 12, 24, 37, 41, 54). El extracto de las hojas tiene propiedades anti-bacterianas y contra la malaria muy fuertes (10, 13, 16, 19). Las flores y las raíces contienen pterygospermina, un antibiótico que es muy efectivo en el tratamiento del cólera (33). Varios compuestos químicos de valor medicinal confirmado han sido aislados en las raíces, la corteza de la raíz, la corteza del tallo y semillas (7). El aceite de ben se usa frecuentemente en el tratamiento de la gota y el reumatismo agudo (49).

GENÉTICA

El resedá exhibe una variación fenotípica considerable dentro de su área de distribución (47, 52). Mientras que los frutos de árboles silvestres son usualmente pequeños, unas variedades de cultivo en el sur de la India, conocidas como "Jaffna" y "Chavakacheri murunga", dan frutos que varían en tamaño de 60 a 90 cm y de 90 a 120 cm, respectivamente. Se reporta que la variedad "Chemmurunga", que tiene frutos con ápice rojo, florece todo el año y rinde fruto abundante. Otras variedades bien conocidas cultivadas en el estado de Tamil Nadu en el sur de la India incluyen a "Palmurungai", que tiene una pulpa gruesa y sabor amargo; "Punamurungai" y "Kodikalmurungai", que produce frutas de sólo 15 a 23 cm de largo. En las Indias Occidentales se cultiva un número de variedades. Algunas de éstas producen fruto abundante, mientras que otras florecen muy raramente y se cultivan más que todo por su follaje (47).

El género *Moringa* (nombre tomado del vernacular en el sur de la India) es el único en la familia Moringaceae, que tiene de 10 a 12 especies nativas a la región de entre África del norte al Sudeste de Asia (1). Además de *M. oleifera*, varias otras especies se pueden usar como fuente de alimento, fibra, medicamentos y otros productos. Entre estas especies están *M. concanensis* Nimmo, *M. drouhardii* Jumelle, *M. longituba* Engl., *M. ovalifolia* Dinter & A. Berger, *M. peregrina* (Forsk.) Fiori, y *M. stenopetala* Cuford (23, 37).

Entre los sinónimos botánicos se incluyen *M. moringa* (L.) Millep., *M. pterygosperma* Gaertn., *M. nux-ben* Perr., *Hyperanthera moringa* Willd., y *Guilandina moringa* Lam. (37). El resedá es una especie diploide con un total de 28 cromosomas (47).

LITERATURA CITADA

- Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
- Agrawal, A.K.; Joshi, A.P.; Kandwal, S.K.; Dhasmana, R. 1986. An ecological analysis of Malin riverain forest of outer Garhwal Himalaya (western Himalaya). *Indian Journal of Ecology*. 13(1): 15-21.
- Ahmad, M.B.; Rauf, A.; Osman, S.M. 1989. Physiochemical analysis of seven seed oils. *Journal of the Oil Technologists Association of India*. 21(3): 46-47.
- Bandana, Bose; Srivastava, R.C.; Mathur, S.N. 1987. Nodulation and nitrogenase activity in *Vigna mungo* in response to seed-soaking and root-dressing treatments of *Moringa* leaf extracts. *Indian Journal of Plant Physiology*. 30(4): 362-367.
- Benthall, A.L. 1933. The trees of Calcutta and its neighborhood. Calcutta: Thacker Spink and Co. 513 p.
- Bodner, Connie Cox; Gereau, Roy E. 1988. A contribution to Bontoc ethnobotany. *Economic Botany*. 42(3): 307-369.
- Booth, F.E.M.; Wickens, G.E. 1988. Non-timber uses of selected arid zone trees and shrubs in Africa. *FAO Conservation Guide* 19. Rome: Food and Agriculture Organization. 176 p.
- Butani, Dharmo K.; Verma, Shashi. 1981. Insect pests of vegetables and their control—drumsticks. *Pesticides*. 15(10): 29-32.
- Champion, H.G. 1936. Indian forest records. 1: a preliminary survey of forest types of India and Burma. New Delhi: Government of India Press. 286 p.
- Chopra, R.N.; Nayar, S.L.; Chopra, I.C. 1956. Glossary of Indian medicinal plants. New Delhi: Council of Scientific and Industrial Research. 330 p.
- Dahot, M.U. 1988. Vitamin contents of the flowers of *Moringa oleifera*. *Pakistan Journal of Biochemistry*. 21(1-2): 21-24.
- Dastur, J.F. 1962. Medicinal plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons and Co. 212 p.
- Dastur, J.F. 1964. Useful plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons and Co. 185 p.
- Delaveau, P.; Boiteau, P. 1980. Huiles a intérêt pharmacologique, cosmetologique et dietetique. 4: huiles de *Moringa oleifera* Lamk. et de *M. drouhardii* Jumelle. *Plantes Medicinales et Phytotherapie*. 14(1): 29-33.
- Dogra, P.D.; Singh, B.P.; Tandon, S. 1975. Vitamin C content in *Moringa* pod vegetable. *Current Science*. 44(1): 31.
- Eilert, U.; Wolters, B.; Nahrstedt, A. 1980. Antibiotic principle of seeds of *Moringa oleifera*. *Planta Medical*. 39(3): 235.
- Food and Agriculture Organization. 1982. Fruit-bearing forest trees: technical notes. *FAO For. Pap.* 34. Rome: Food and Agriculture Organization. 177 p.
- Francis, John K.; Liogier, Henri A. 1991. Naturalized exotic tree species in Puerto Rico. *Gen. Tech. Rep. SO-82*. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 12 p.
- Gbeassor, M.; Kedjagni, A.Y.; Koumaglo, K. [y otros]. 1990. In vitro antimalarial activity of six medicinal plants. *Phytotherapy Research*. 4(3): 115-117.
- Guha, S.R.D.; Dhoundiyal, S.N.; Mathur, G.M. 1968. Mechanical pulps for newsprint grade papers from *Moringa pterygosperma*. *Indian Forester*. 94(8): 634-638.
- Gupta, K.; Barat, G.K.; Wagle, D.S.; Chawla, H.K. 1989. Nutrient contents and antinutritional factors in conventional and non-conventional leafy vegetables. *Food Chemistry*. 31(2): 105-116.

22. Ibrahim, S.S.; Ismail, M; Samuel, G. [y otros]. 1974. Benseeds: a potential oil source. *Agricultural Research Review*. 52(9): 47-50.
23. Jahn, Samia Al Azharia; Musnad, Hassan A.; Burgstaller, Heinz. 1986. The tree that purifies water: cultivating multipurpose Moringaceae in the Sudan. *Unasylva*. 38(2): 23-28.
24. Jain, S.K.; Tarafder, C.R. 1970. Medicinal plant-lore of the Santals. *Economic Botany*. 24(3): 241-278.
25. Jama, Bashir; Nair, P.K.R.; Kurira, P.W. 1989. Comparative growth performance of some multipurpose trees and shrubs grown at Machakos, Kenya. *Agroforestry Systems*. 9(1): 17-27.
26. Jothi, P.V.; Atlura, J.B.; Reddi, C.S. 1990. Pollination ecology of *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Plant Sciences*. 100(1): 33-42.
27. Kareem, A.A.; Sadakathulla, S.; Subramanian, T.R. 1974. Note on the severe damage of moringa fruits by the fly *Gitona* sp. (Drosophilidae: Diptera). *South Indian Horticulture*. 22(1/2): 71.
28. Khan, F.W.; Gul, P.; Malik, M.N. 1975. Chemical composition of oil from *Moringa oleifera*. *Pakistan Journal of Forestry*. 25(2): 100-102.
29. Krishnaswamy, V.S. 1956. Sixty-six trees for Vana Mahotsava. Dehra Dun, India: Forest Research Institute and Colleges. 175 p.
30. Kshirsagar, C.R.; D'Sonza, T.F. 1989. A new disease of drumstick. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*. 14(2): 241-242.
31. Lahjie, A.M.; Seibert, B. 1987. Kelor or horse radish tree (*Moringa oleifera* Lam.). A report from East Kalimantan. [Lugar de su publicación desconocido]: German Forestry Group, Mulawarman University; GFG Rep. 6: 41-43.
32. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
33. Lizzy, K.S.; Narashima Rao, P.L.; Puttaswamy, T.L. 1968. Chemotherapy of bacterial infections. Part 4: Potential anticholera agents. *Indian Journal of Experimental Biology*. 6(3): 168-169.
34. Mahajan, S.; Sharma, Y.K. 1984. Production of rayon grade pulp from *Moringa oleifera*. *Indian Forester*. 110(3): 303-306.
35. Mahatab, S.N.; Ali, A.; Asaduzzaman, A.H.M. 1987. Nutritional potential of sajna leaves in goats. *Livestock Advisor*. 12(12): 9-12.
36. Martin, Franklin W.; Ruberté, Ruth M. 1979. Edible leaves of the Tropics. 2^a ed. Mayaguéz, PR: U.S. Department of Agriculture, Science and Education Administration, Agricultural Research, Southern Region. 234 p.
37. Morton, Julia F. 1991. The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae)—A boon to arid lands? *Economic Botany*. 45(3): 318-333.
38. Mossa, J.S. 1985. A study on the crude antidiabetic drugs used in Arabian folk medicine. *International Journal of Crude Drug Research*. 23(3): 137-145.
39. Nasir, E.; Ali, S.I., eds. 1972. *Flora of West Pakistan: an annotated catalogue of the vascular plants of West Pakistan and Kashmir*. Karachi, Pakistan: Fakhri Printing Press. 1028 p.
40. National Science Development Board. 1978. Learn to eat malunggay. FRNI Publ. 47. Manila, the Philippines: Food and Nutrition Research Institute. [s.p.].
41. Nautiyal, B.P.; Venhataraman, K.G. 1987. Moringa (drumstick)—an ideal tree for social forestry. 1: Growing conditions and uses. *Myforest*. 23(1): 53-58.
42. Negi, S.S. 1977. Fodder trees in Himachel Pradesh. *Indian Forester*. 103(9): 616-622.
43. Palanisamy, V.; Kumaresan, K.; Jayabharathi, M.; Karivaratharaju, T.V. 1985. Studies on seed development and maturation in annual *Moringa*. *Vegetable Science*. 12(2): 74-78.
44. Peter, K.V. 1979. Drumstick, a multi-purpose vegetable. *Indian Horticulture*. 23(4): 17-18.
45. Pillai, K.S.; Saradamma, K.; Nair, M.R.G.K. 1979. *Helopeltis antonii* Sign. as a pest of *Moringa oleifera*. *Current Science*. 49(7): 288-289.
46. Rajan, B.K.C. 1986. Apiculture and farm forestry in semi-arid tracts of Karnataka. *Myforest*. 22(1): 41-49.
47. Ramachandran, C.; Peter, K.V.; Gopalakrishnan, P.K. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*. 34(3): 276-283.
48. Sharma, G.K.; Raina, V. 1982. Propagation techniques of *Moringa oleifera* Lam. En: Khosla, P.K., ed. *Improvement of forest biomass: Proceedings of a symposium; Noviembre de 1980 20-21; Solan, India*. Solan, India: Indian Society of Tree Scientists: 175-181.
49. Singh, Umrao; Wadhwani, A.M.; Johri, B.M. 1983. *Dictionary of economic plants in India*. 2^a ed. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research. 288 p.
50. Sreeramulu, N. 1982. Chemical composition of some green leafy vegetables grown in Tanzania. *Journal of Plant Foods*. 4(3): 139-141.
51. Sreeramulu, N.; Ndossi, G.D.; Mtoto Mwema, K. 1983. Effect of cooking on the nutritive value of common food plants of Tanzania. 1: Vitamin C in some of the wild green leafy vegetables. *Food Chemistry*. 10(3): 205-210.
52. Suthanthirapandian, I.R.; Sambandamurthy, S.; Irulappan, I. 1989. Variations in seedling populations of annual moringa (*Moringa pterygosperma* Gaertn.). *South Indian Horticulture*. 37(5): 301-302.
53. Sutherland, J.P.; Folkard, G.K.; Grant, W.D. 1989. Seeds of *Moringa* species as naturally occurring flocculants for water treatment. *Science, Technology and Development*. 7(3): 191-197.
54. Szolnoki, T.W. 1985. *Food and fruit trees of the Gambia*. Hamburg, Germany: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. 132 p.
55. Troup, R.S. 1921. *The silviculture of Indian trees*. Oxford, UK: Clarendon Press. 1195 p. 3 vol.
56. Ullasa, B.A.; Rawal, R.D. 1984. *Papaver rhoeas* and *Moringa oleifera*, two new hosts of papaya powdery mildew. *Current Science, India*. 53(14): 754-755.
57. Verma, A.N.; Khurana, A.D. 1974. Further host records of *Indarbelia* sp. (Lepidoptera: Matarbelidae). *Harayana Agricultural University Journal of Research*. 4(3): 253-254.
58. Verma, S.C. 1973. Studies on the factors affecting seed germination of *Moringa*. *Plant Science*. 5: 64-70.
59. Verma, S.C.; Banerji, R.; Misra, G.; Nigam, S.K. 1976. Nutritional value of *Moringa*. *Current Science*. 45(21): 769-770.
60. Vivien, J. 1990. Wild fruit trees of Cameroon. *Fruits (Paris)*. 45(2): 149-160.

Previamente publicado en inglés: Parrotta, John A. 1993. *Moringa oleifera* Lam. Resedá, horseradish tree. SO-ITF-SM-61. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.

Ochroma pyramidale Cav. Balsa

Bombacaceae Familia de las bombaxes

John K. Francis

Ochroma pyramidale Cav., conocido comúnmente como balsa, guano, corcho, lana, pau de balsa y bois flot, es un árbol de amplia distribución que invade terrenos recién perturbados (fig. 1). Esta especie de crecimiento rápido produce una madera de muy baja densidad que se usa para juguetes, artesanías, chapa de interiores y material aislante.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural (fig. 2) de la balsa se extiende desde el sur de México hasta Bolivia, hacia el este a través de la mayor parte de Venezuela, y a través de las Antillas (7, 42, 48, 52, 53). Los extremos latitudinales son 22° N hasta alrededor de 15° S. La especie es de importancia comercial en la cuenca del Río Guayas en Ecuador, de donde se obtiene el 95 por ciento de la cosecha mundial (60). La balsa se ha cultivado con éxito en localidades exóticas en plantaciones de la India, Sri Lanka, Malasia, Vietnam, Borneo, Fiji, las Islas Salomón, las Filipinas y Papua Nueva Guinea (6, 16, 45).

Clima

La balsa requiere de un clima cálido y húmedo. La cantidad mínima de precipitación que tolera es de alrededor de 1500 mm anuales (36), excepto a lo largo de corrientes de agua, en donde el nivel del agua subterránea se encuentra



Figura 1.—Plántulas de balsa, *Ochroma pyramidale*, creciendo en relleno de construcción recientemente depositado.

cerca de la superficie y puede ser absorbida por las raíces (59). Los árboles de balsa crecen ocasionalmente en áreas de Puerto Rico con una precipitación de hasta 3000 mm anuales (observación personal del autor). La estación seca deberá ser de menos de 4 meses de duración (30). La temperatura promedio del mes más frío varía entre 20 y 25 °C y la temperatura promedio del mes más cálido varía entre 24 y 30 °C a través de la amplia distribución natural de la balsa (56). La especie no es resistente a las heladas.

Suelos y Topografía

La balsa demanda una rica provisión de nutrientes (20) y un suelo bien drenado (29). De hecho, se reporta que los árboles de balsa mueren con facilidad debido a las inundaciones (45). La especie tiene su mejor crecimiento en suelos aluviales a lo largo de ríos y es aquí en donde se le encuentra con mayor frecuencia (6). La balsa coloniza suelos arcillosos, margosos y limosos, e incluso el relleno de construcción recientemente depositado, pero no tolera los suelos de alta salinidad (6). Los rodales de balsa se pueden encontrar tanto en áreas llanas como en pendientes escarpadas. En las Antillas, la especie se encuentra con

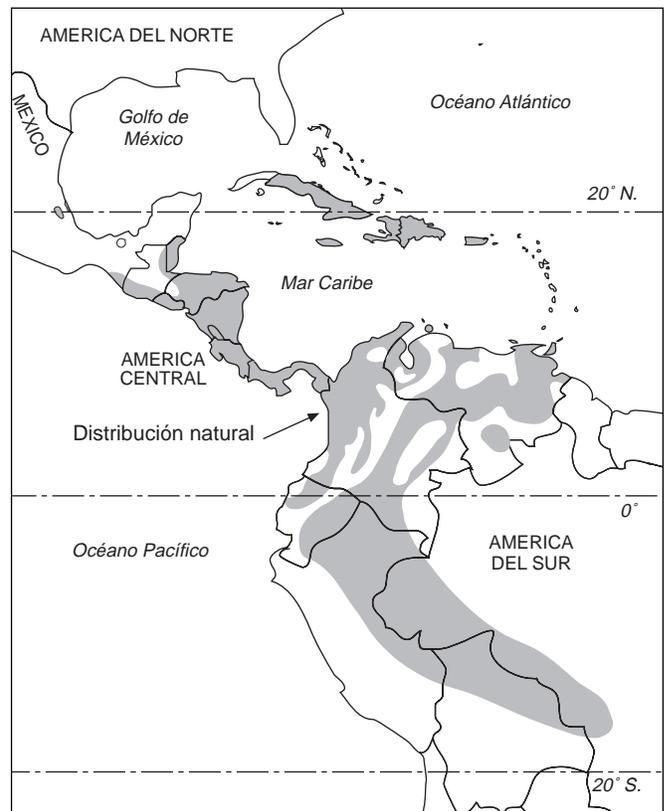


Figura 2.—El área sombreada representa la distribución natural de la balsa, *Ochroma pyramidale*, en el neotrópico.

frecuencia en los valles y en las faldas de los cerros en las áreas húmedas de piedra caliza; crece también al pie de cerros de origen ígneo (31, 32). La balsa crece desde casi el nivel del mar hasta una altitud de 1,800 m en Colombia (53), pero no se le encuentra a más de 1,000 m en Costa Rica (47).

Cobertura Forestal Asociada

La balsa se puede encontrar en rodales puros (23, 53) o en rodales mixtos en asociación con otras especies pioneras, tales como *Cecropia* spp., *Luehea seemannii* Planch. & Triana y *Trema micrantha* (L.) Blume (59, 60). En Ecuador, la balsa se encuentra creciendo junto a *Triplaris guayaquilensis* Wedd. y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en tierras abandonadas previamente usadas para la siembra y en claros a la orilla de los caminos (11). Ocasionalmente se pueden encontrar árboles de balsa en bosques maduros (58), habiendo crecido con éxito a través de los claros causados por la caída de árboles. La especie se puede encontrar con mayor frecuencia en densidades bajas en bosques secundarios, tales como aquellos en Puerto Rico, con *Buchenavia tetraphylla* (Aubl.) R. Howard, *Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze, *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer y *Ocotea* spp. (17). Las zonas de vida de Holdridge (25) (tropical húmeda, tropical muy húmeda, subtropical húmeda, subtropical seca, subtropical premontana muy húmeda, y sitios ribereños en los bosques tropicales secos y subtropicales secos) se ven todas colonizadas por rodales de balsa (52, 53).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores, de formaacampanada y estriadas, son de color blanco verdusco, de alrededor de 12 cm de largo y de 7 a 10 cm de ancho; crecen como flores únicas en pedúnculos gruesos cerca del final de las ramas (31). Las flores pueden ser también de color amarillo pálido y amarillo pálido con un matiz rojo (6). En Costa Rica, la flores de la balsa se abren de noche y son polinizadas por los murciélagos. Las flores tienen un néctar con un contenido de azúcar del 11 por ciento (3). Los árboles de 3 a 4 años de edad tienen la capacidad de florecer (60). La balsa florece por lo general durante la temporada seca del mes de marzo en Trinidad y Tobago (36) y de diciembre a marzo en el sur de México, en donde la fruta aparece de marzo a junio (42). En el oeste de Ecuador, los árboles producen fruta al final de la temporada seca, pero en áreas húmedas dan flores y frutos a través de todo el año.¹ La fruta es cilíndrica, de color marrón oscuro y de 30 cm de largo por entre 2.5 y 4 cm de ancho.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Cuando madura, la cápsula de semillas se raja en cinco partes, exponiendo una masa de fibras blancas y sedosas en donde se encuentran las pequeñas semillas de color pardo.¹ Se contó un promedio de 950 semillas por cápsula en árboles brasileños (46). Se encuentran de 10 a 12 g de semillas en cada 100 g de

seda (47); de 100,000 a 160,000 semillas pesan 1 kg (30, 35, 36). Las semillas con seda son acarreadas por el viento (47) y probablemente por el agua. En un bosque subtropical muy húmedo en Puerto Rico, las semillas no se ven dispersadas mucho más allá de la extensión de la copa de los árboles maternos (12). Las semillas se pueden recolectar mediante el corte de las cápsulas maduras en las ramas bajas o a partir de árboles tumbados, preferiblemente en la mañana, cuando la alta humedad ayuda a prevenir que las cápsulas se quiebren en pedazos (6). Al colocarlas al sol, o al colgarlas dentro de sacos de tela en un lugar seco, las cápsulas se abrirán luego, y comenzarán a liberar las semillas cubiertas de seda. Las semillas se pueden separar a mano o mediante el quemado de la seda una vez se haya colocado en una capa delgada sobre una malla gruesa de alambre (24). Las semillas retienen su viabilidad después del almacenamiento por hasta 6 años en contenedores sellados a temperatura ambiente.² Se recomienda sin embargo el almacenamiento en frío (4 °C).

Desarrollo de las Plántulas.—Con la falta de calor, humedad y luz solar apropiados, las semillas pueden entrar en una etapa inactiva por varios años en el suelo del bosque. Cuando las condiciones son apropiadas, la germinación comienza después de 5 a 6 días y puede variar desde un bajo porcentaje hasta más del 90 por ciento (6, 36). Se reportan varios tratamientos para aumentar la germinación: un baño de agua caliente por 20 minutos (15), un baño de agua hirviendo por entre 2 y 3 minutos (6), un baño en agua de coco por 12 horas (49), escarificación (51) y fuego (24). Se encontró que los mejores resultados se obtienen con agua hirviendo por 15 segundos o la exposición a calor seco (96 °C) por 5 minutos (51). Los regímenes de temperatura alternante (20 horas a 25 °C seguidas de 4 horas a 45 °C) mejoraron la germinación, pero la luz no tuvo efecto alguno. La germinación es epigea (43).

En el vivero, las semillas se siembran en bandejas de germinación llenas de mezcla para sembrar y cubiertas con una capa ligera de arena (57). Cuando las frágiles plántulas alcanzan alrededor de 5 cm de altura se transplantan con cuidado a bolsas de vivero. Se deberá ejercer sumo cuidado durante esta operación, ya que las plántulas se dañan con facilidad. Las plántulas comienzan su crecimiento a la sombra y se mueven gradualmente hacia el sol pleno. Después de cerca de 4 meses, las plántulas tiene un tamaño suficiente (20 cm de alto) para ser transplantadas al campo (30, 57). Se deberán usar provisiones en contenedores, porque las plántulas no sobreviven el trasplante con las raíces desnudas (30) y no toleran la poda de las raíces (17). Se obtuvo un crecimiento ligeramente mejor mediante la siembra directa de las semillas en bolsas de vivero para evitar el trasplante a partir de bandejas de germinación (46). Un método alternativo es el de la siembra directa de semillas, con unas pocas semillas por lugar labrado y preparado, las cuales se cubren ligeramente con tierra.¹ Cinco kg de semillas son suficientes para sembrar 2 ha de lugares preparados a un espaciamiento de 3 m. Cada lugar deberá ser entresacado hasta dejar una sola plántula después de 3 a 4 meses. El espaciamiento inicial en plantaciones en donde se planea un entresacado temprano e intenso deberá ser de alrededor de 2.1 por 2.1 m (57), o de 5 por 5 m en donde el entresacado

¹Manuscrito inédito de Brown, Delmar. 1989. Notas sobre dieciseis especies de árboles maderables tropicales de Ecuador. Universidad del Estado de Colorado, Fort Collins, CO. 51 p. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

²Marrero, José. 1949. Reporte final 775. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

será diferido o en donde se planea sembrar cosechas entre hileras de árboles (17). Para el primer año se reportaron unas tasas de supervivencia del 81 y 96 por ciento para dos plantíos en Brasil (46).

Los rodales naturales requieren del entresacado para obtener el deseado crecimiento rápido, ya que la balsa a menudo tiene una regeneración extremadamente densa (60). Se sugiere el siguiente programa de entresacado, que originalmente fue aplicado a plantaciones: a los 3 ó 4 meses, entresacar a un nivel de alrededor de 2,000 plántulas; a los 1.5 años, entresacar a 1,500 árboles jóvenes; a los 2.5 años, entresacar a alrededor de 750 árboles; a los 3.5 años, entresacar a cerca de 100 árboles; a los 5 años, corta total (16). Desafortunadamente, no existe ningún uso comercial para el material de poco diámetro cortado en los entresacados iniciales. Los rodales de balsa que fueron quemados o perturbados severamente durante la cosecha, y los sitios sobre suelos adecuados cerca de árboles productores de semillas, por lo general regenerarán la balsa o una mezcla de especies pioneras que incluyen a la balsa.

Reproducción Vegetativa.—No existe la reproducción vegetativa en esta especie (59).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Los árboles de balsa crecen de manera extremadamente rápida. Las plántulas alcanzarán alturas de entre 1.8 y 4.5 m al final de la primera temporada y 11 m al final de la segunda (59). El tamaño final podrá ser de entre 25 y 30 m o más (28, 42, 59). Un árbol vigoroso puede alcanzar un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de 40 cm en un período de 5 a 6 años (26); de manera ocasional, algunos árboles alcanzan un d.a.p. de 100 cm a una edad más avanzada (60). Debido a su tasa de crecimiento inusualmente alta, la balsa tiene la capacidad de concentrar en el tallo la mayoría de la energía asignada a la producción de madera mediante la producción de pocas ramas y de hojas grandes y sencillas con pecíolos en forma de ramas (21). La ramificación sigue el patrón de Koriba, en el cual vástagos de tamaño inicialmente igual se desarrollan en cada nudo, y luego uno de los vástagos adquiere dominancia y asume una posición erecta para convertirse en el líder. La balsa produce tres ejes en cada nudo, uno para el líder y dos para las ramas (22).

La maduración económica y física de la balsa tiene lugar a una edad temprana. Los árboles de crecimiento rápido producen el mejor rendimiento y el mejor producto cuando tienen de 5 a 6 años de edad. Los árboles de 7 u 8 años comienzan a desarrollar un duramen saturado de agua (59). Después de 12 a 15 años, los árboles se deterioran rápidamente (33), y muy pocos sobreviven más allá de 20 a 30 años (26). El potencial para la producción en volumen para la balsa a una edad cosechable en rodales puros es de 17 a 30 m³/ha/año (56). Los rodales en un bosque siempreverde de especies frondosas en la cuenca del Río Guayas en Ecuador, del cual la balsa es un componente, contuvieron de 125 a 200 m³ de volumen fijo (11). Las plantaciones experimentales en Malasia han crecido de manera un poco más lenta (10 m³/ha/año o menos) y han resultado en una madera un tanto más pesada de la deseada (62). Se reportan varios niveles de éxito y fracaso con plantaciones en áreas tropicales alrededor del mundo (45).

Se ha desarrollado una ecuación para predecir el volumen

total arriba de la superficie del terreno para árboles maderables tropicales usando técnicas de regresión lineal (10). El volumen (V) en m³ se obtiene mediante $V = 0.368 + 0.545 GH$, en donde G es el área basal en metros cuadrados y H es la altura total en metros. Cuatro de los árboles usados para desarrollar la ecuación fueron árboles de balsa.

Comportamiento Radical.—Los árboles jóvenes de balsa poseen un sistema radical poco profundo. Alrededor de los 7 años, los árboles desarrollan una raíz pivotante, lo que causa que el centro del árbol se vuelva super-saturado de agua.³ Los árboles de gran tamaño a menudo tienen contrafuertes moderados.

Reacción a la Competencia.—La balsa tiene todas las características de una especie pionera. Es muy intolerante a la sombra, crece con gran rapidez, produce una madera blanda y es de corta vida (22). Las plántulas nuevas se etiolan al colocarse en la sombra (2) y requieren de claros grandes en el bosque para su buen crecimiento. La elevación de la temperatura del suelo causada por el sol directo parece ser un requisito para la germinación de las semillas. Entre los sitios frecuentemente colonizados se encuentran los aluviones nuevos, áreas de deslicamientos de suelo, relleno de construcción (fig. 1), siembras abandonadas, áreas severamente quemadas, áreas de corta total y claros causados por la caída de árboles (6, 23).¹ A menos que los sitios con rodales de balsa sean perturbados, la balsa será reemplazada en la segunda generación por especies más tolerantes a la sombra.

La densidad en los rodales de plantación tiene gran influencia sobre la tasa de crecimiento en el diámetro, pero no parece reducir el crecimiento en altura total o la altura hasta la primera rama (62). Un espaciamiento de 4.3 por 4.3 m en un plantío en Malasia resultó en densidades (de alrededor de 6 m²/ha) durante el primer o segundo año que comenzaron a retrasar el crecimiento en diámetro.

La tasa foliar unitaria (aumento en el peso en seco/m² de área foliar/semana) es una medida de la eficiencia con respecto al crecimiento. La tasa para la balsa no fue significativamente diferente de la tasa para el girasol (*Helianthus annuus* L.), una especie al extremo superior del espectro, y fue mayor que las tasas para varias especies de árboles tropicales sometidos a prueba (40, 58).

Agentes Dañinos.—Un lepidóptero que barrena los vástagos, *Anadasus porinodes* (Meyrick), que se puede encontrar a través de la mayoría de la distribución continental de la balsa, puede devastar las plantaciones (5). Los árboles que se encuentran aislados escapan a menudo de este ataque.

Las hormigas tropicales (*Paraponera* sp. y otras) se alimentan de líneas de un tejido rojo lleno de savia debajo de los pecíolos y a lo largo de las venas foliares (nectarios extraflorales) de la balsa. Las hormigas reaccionan de manera agresiva al ser perturbadas y proveen así de protección para la planta. Cuando las hormigas no están presentes, hay un aumento en el daño a las hojas causado por los herbívoros (41, 63).

Muchos organismos se alimentan de la madera de la balsa. En Puerto Rico, la termita de la madera húmeda,

³Manuscrito inédito por Delmar Brown. 1989. Árboles de Ecuador 1/Trees of Ecuador 1. Universidad del Estado de Colorado, Fort Collins. 51 p. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

Nasutitermes costalis (Holmgren), consume las ramas muertas y la madera que cae al suelo (37). La balsa se considera como muy susceptible al ataque de la termita de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker) (61). En un estudio, las termitas de la madera seca prefirieron consumir balsa en vez de *Thuja plicata* Donn, *Pseudotsuga menziesii* Franco y *Pinus* spp., y sus ninfas se desarrollaron con mayor rapidez en la balsa que en las otras especies (13). La balsa sufre el ataque severo del perforador marino y los trozos y el maderaje verde pueden ser dañados con severidad por la carcoma si la madera no es procesada con rapidez (33). La madera también se considera como susceptible al daño por *Lyctus* spp. (escarabajo del polvo de salvadera) (18).

Las ramas de los árboles de balsa se quiebran con los vientos fuertes (55). Por lo usual los vientos primero despojan las ramas de sus hojas antes que el tronco se quiebre o antes que ocurra el desarraigo (observación personal del autor). Desafortunadamente, los hongos penetran las ramas quebradas y ocasionan la pudrición y enfermedades (45). Se debe tener cuidado también de evitar herir o hacer cortes en el tronco de los árboles jóvenes, ya que los patógenos penetran a través de dichas heridas (47). En la etapa de plántula, la balsa es muy susceptible al ataque del hongo que ocasiona el mal de vivero (17). La madera de la balsa se pudrirá rápidamente en contacto con el suelo húmedo y se manchará si no se aserra y seca poco después de la cosecha (27).

USOS

El duramen de la balsa es de color marrón claro o marrón rojizo, y la albura, que provee la mayor parte de la madera comercial, es de color blanco a moreno claro (9). La madera de la balsa es de una textura de mediana a gruesa, lustrosa, de fibra recta y sin anillos anuales. Es la madera comercial más liviana en uso a nivel mundial hoy en día (33). Unas cuantas otras especies producen una madera más liviana, pero carecen de la fortaleza necesaria.¹ La madera comercial de la balsa por lo usual varía en densidad entre 0.10 a 0.17 g/cm³ (9), pero puede variar entre 0.05 y 0.41 g/cm³. Debido a que los árboles crecen con mayor lentitud a medida que envejecen, la densidad aumenta de manera lineal con la distancia a partir del meollo y con la altura sobre la superficie del terreno (59). Otros factores asociados con una alta densidad de la madera son el tamaño grande del árbol, la presencia de agua saturando el centro, un clima seco o un micrositio seco y un crecimiento lento. La madera de balsa con densidades variables tuvo un módulo de ruptura de 148 a 372 kg/cm², un módulo de elasticidad de 30,000 a 62,000 kg/cm², y una resistencia máxima a la compresión de 63 a 64 kg/cm² (15). Estos valores son muy bajos comparados a aquellos para las coníferas y especies de madera dura de peso liviano (4), pero son comparables cuando se toman en consideración las diferencias en el peso específico. La madera de balsa se seca rápidamente y con poca degradación. El secado al horno, en particular con provisiones de mayor grosor, rinde un producto mucho mejor que el secado al aire (4). El encogimiento durante el secado de verde a un nivel de humedad del 12 por ciento es de 1.6 por ciento radial y 4 por ciento tangencial (54). La madera de balsa tiene un 92 por ciento de aire en espacios y tiene una conductividad termal muy baja (4, 54).

La madera de balsa tiene un contenido de lignina relativamente bajo (26.5 por ciento) y un contenido de ceniza inusualmente alto (2.12 por ciento) (34). Parece ser que el sílice contribuye poco al contenido de ceniza, ya que la madera no embota con rapidez los filos de las herramientas cortantes (33). La balsa se puede cortar y cepillar con facilidad con herramientas cortantes delgadas y agudas, pero se vuelve afelpada o desmoronadiza si los filos de las herramientas son muy gruesos o se encuentran embotados (33). Debido a la falta de fortaleza adecuada, la madera de balsa no acepta bien los clavos y tornillos. La madera se encola satisfactoriamente, y el encolado es por lo usual la manera más satisfactoria para fijar la balsa. Se lija con facilidad y puede ser teñida y barnizada satisfactoriamente, aunque es muy absorbente (14).

Los maderos de esta especie fueron usados por siglos para manufacturar balsas y de allí su nombre en español (59). Hoy en día, la madera se usa para modelos, artesanías y juguetes, como chapa de interiores en construcciones en capas con material sintético, aluminio y madera, en donde se necesite fortaleza y propiedades aislantes. Se usa también como material aislante masivo y libre de fuerzas electrostáticas en barcos para transporte criogénico (1, 9, 39, 54).

A pesar de poseer fibras cortas al igual que la mayoría de otras especies de madera dura, la madera de balsa se ha usado de manera limitada para la producción de pulpa y papel (26, 54, 56). En muchos de sus usos tradicionales, tal como boyas para la pesca y salvavidas, la balsa está siendo reemplazada por la espuma de poliestireno y otros materiales sintéticos. Se requerirá ciertamente de muchos cambios y adaptaciones para mantener la demanda por este producto. Es posible que el hecho de que es un material orgánico que no contamina el medio ambiente ayude a mantener la demanda en el futuro.

La balsa se cultiva a veces como una planta ornamental debido a sus grandes hojas y flores (32). La seda de sus cápsulas se usa como un sustituto para el kapok como material para rellenos, prefiriéndose al kapok derivado de *Ceiba* spp. (8). La balsa se usa a menudo como una especie índice en investigaciones de las propiedades físicas de maderas y su susceptibilidad a la pudrición y los insectos (19, 38, 44, 50).

GENETICA

A pesar de que su amplia distribución y cierto grado de variación llevó a los botánicos a proponer varias especies y variedades de *Ochroma*, el género se considera ahora como monotípico (59). Entre los sinónimos botánicos de *Ochroma pyramidale* se encuentran: *O. lagopus* Sw., *O. lagopus* var. *occigranatensis* Cuatr., *O. obtusa* Rawl., *O. tomentosa* Willd., *O. bicolor* Rowlee, *O. boliviana* Rowlee, *O. grandiflora* Rowlee, *O. lagopus* var. *bicolor* (Rowlee) Standl. & Steyerl., *O. limonensis* Rowlee, *O. peruviana* Sohnst., *O. velutina* Rowlee (32, 53).

LITERATURA CITADA

1. Ascer, R. 1975. Balsa wood in boat construction. *Revue du Bois et de ses Applications*. 30(5): 59.
2. Augspurger, Carol K. 1984. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. *Journal of Ecology*. 72: 777-795.
3. Baker, Herbert G. 1976. Chemical aspects of the pollination biology of woody plants in the tropics. En: Tomlinson, P.B.; Zimmerman, Martin H., eds. *Tropical trees as living systems*. London: Cambridge University Press. 675 p.
4. Balsa Ecuador Lumber Corporation. [s.f.]. Balsa, the lightest commercial wood in the world. Brochure. New York: Balsa Ecuador Corporation. 26 p.
5. Becker, Victor O. 1974. Un *Stenomatidae* (Lepidoptera) que barrena los brotes de la balsa. *Ochroma lagopus* Sw. (Bombacaceae), en Costa Rica. *Turrialba*. 24(4): 420-422.
6. Betancourt Barroso, S.A. 1968. Monografía de la balsa o lanero. *Técnica Forestal* 3. Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestales. 7 p.
7. Bisse, Johannes. 1981. *Arboles de Cuba*. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 384 p.
8. British Honduras Forest Department. 1946. Notes on forty-two secondary hardwood timbers of British Honduras. *Forest Depart. Bull.* 1. Belmopan, British Honduras: British Honduras Forest Department. 116 p.
9. Chudnoff, Martin. 1984. *Tropical timbers of the world*. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
10. Dawkins, H.C. 1961. Estimating total volume of some Caribbean trees. *Caribbean Forester*. 22(3/4): 62-63.
11. Department of Economic Affairs. 1964. Survey for the development of the Guayas River Basin of Ecuador. Washington, DC: Department of Economic Affairs, Pan American Union, Organization of American States. 226 p.
12. Devoe, Nora Nancy. 1989. Differential seeding and regeneration in openings and beneath closed canopy in sub-tropical wet forest. New Haven, CT: Yale University. 307 p. Disertación doctoral.
13. Dinnick, D.R.; Wilkinson, R.C.; Kerr, S.H. 1973. Feeding preferences of the drywood termite, *Cryptotermes brevis*. *Environmental Entomology*. 2(3): 481-484.
14. Echenique-Manrique, Ramón; Amo R., Silvia del. 1977. Madera balsa. Comunicado 14. Xalapa, Veracruz, México: Instituto de Investigaciones Sobre Recursos Botánicos. 2 p.
15. Echenique-Manrique, Ramón; Barajas-Morales, Josefina; Pinzón-Picaseña, Luis M., Pérez-Morales, Victor. 1975. Estudio botánico y ecológico de la región del Río Uxpanapa, Veracruz. No. 1. Ciudad de México, México: Programa Nacional Indicativo de Ecología Tropical. 65 p.
16. Evans, Julian. 1982. *Plantation forestry in the Tropics*. Oxford, England: Clarendon Press. 472 p.
17. Flinta, Carlos M. 1960. *Prácticas de plantación forestal en América Latina*. FAO Forestry Development Paper 15. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 498 p.
18. Forest Products Research Centre. 1970. Properties and uses of Papua and New Guinea timbers. Trade Note 2. Hohola, Papua New Guinea: Forest Products Research Centre, Department of Forests, Territory of Papua and New Guinea. 44 p.
19. Forestry Production Research Institute. 1964. Ecology of subterranean termites in relation to decay fungi. Annual report 1963/1964. College, Laguna, Philippines: Forestry Production Research Institute. 32 p.
20. Fors, Alberto J. 1965. *Maderas cubanas*. Habana, Cuba: Instituto Nacional de Reforma Agrícola. 162 p.
21. Givnish, Thomas J. 1978. On the adaptive significance of compound leaves, with particular reference to tropical trees. En: *Tropical trees as living systems: Proceedings of the Fourth Cabot Symposium*; 1976 April 26-30; Petersham, MA: Cambridge University Press: 351-380.
22. Hallé, F.; Oldeman, R.A.A.; Tomlinson, P.B. 1978. *Tropical trees and forests, an architectural analysis*. New York: Springer-Verlag. 441 p.
23. Hartshorn, Gary S. 1978. Tree falls and tropical forest dynamics. *Tropical trees as living systems*. Cambridge, England: Cambridge University Press: 617-638.
24. Holdridge, L.R. 1940. A rapid method of extracting balsa seed. *Caribbean Forester*. 1(2): 25.
25. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
26. Hueck, Kurt. 1961. *The forests of Venezuela*. Heft 14. Hamburg, Germany: Verlag Paul Parey. 106 p.
27. Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestal. 1968. Monografía de la balsa o leñero. Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestales. 7 p.
28. Lao, R.; Flores, S. 1972. *Arboles del Perú: Descripción de algunas especies forestales de Jenaro Herrera— Iquitos*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria and Technical Cooperative of the Swiss Government. 195 p.
29. León, Hector Rojar; Muñoz, Luis A. [s.f.] *Maderas colombianas*. Bogotá, Colombia: Fondo de Promoción de Exportaciones. 117 p.
30. Letourneux, Charles. 1957. Tree planting practices in tropical Asia. FAO Forestry Development Paper 11. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 172 p.
31. Liogier, Alain Henri. 1978. *Arboles dominicanos*. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
32. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. *Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
33. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. *Agric. Handb.* 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
34. Marchán, F.J. 1946. The lignin, ash and protein content of some neotropical woods. *Caribbean Forester*. 7(2): 135-138.
35. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester* 10: 11-42.
36. Marshall, R.C. 1939. *Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies*. London: Oxford University Press. 247 p.
37. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
38. Mashiro, A. 1986. The swelling stress of the cell wall of wood. *Bull. Tokyo University Forests* 75. Tokyo: Department of Forest Products, University of Tokyo. 351-359.
39. Mora, Juan J. 1974. Características tecnológicas de la balsa. *Revista Forestal Venezolana*. 17(24): 67-71.

40. Oberbauer, Steven F.; Donnelly, Maureen. 1986. Growth analysis and successional status of Costa Rican rain forest trees. *New Phytologist*. 104: 517-521.
41. O'Dowd, D.J. 1979. Foliar nectar production and ant activity on a neotropical tree, *Ochroma pyramidale*. *Oecology*. 43(2): 233-248.
42. Pennington, T.D.; Sarukhan, José. 1968. Árboles tropicales de México. Ciudad de México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Food and Agriculture Organization of the United Nations. 413 p.
43. Ricardi, M.; Torres, F.; Hernández, C.; Quintero, R. 1977. Morfología de plantulas de árboles venezolanos. I. *Revista Forestal Venezolana*. 27: 15-56.
44. Shearer, C.A. 1974. Fungi of the Chesapeake Bay and its tributaries. IV. Three new species from the Patuxent River. *Mycologia*. 66(1): 16-24.
45. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 750 p.
46. Teixeira Alves, Sérgio. 1982. Estudos sobre o pau-de-balsa (AM) *Ochroma pyramidale* (Cav.) Urb. Bombacaceae. *Silvicultura em S. Paulo*. 16A(2): 981-987.
47. Tenny, F.A. 1928. Costa Rican balsa. *Tropical Woods*. 15: 34-37.
48. Toledo Rizzini, Carlos. 1971. Arvores e madeiras úteis do Brasil. Sao Paulo, Brasil: Editora Edgard Blucher Ltda. 296 p.
49. Tulstrup, N.P. 1956. Notas sobre semillas forestales. Cuadro de fomento forestal 5. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 370 p.
50. Ueyama, A.; Araki, M.; Goto, T. 1962. Studies on the dimensional stabilization of wood. XI. Location of mycelium in balsa wood tissues treated with hydrogen chloride-formaldehyde after compulsive decay test. *Wood Research, Kyoto*. 28: 24-30.
51. Vázquez-Yañes, Carlos. 1974. Studies on the germination of seeds of *Ochroma lagopus* Swartz. *Turrialba*. 24: 176-179.
52. Veillón, Jean Pierre. 1986. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Merida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 199 p.
53. Venegas Tovar, Luis. 1978. Distribución de once especies forestales en Colombia. *Papel Informativo Forestal* 11. Bogotá, Colombia: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 74 p.
54. Villavelez, Lolita V.; Meniado, José A. 1979. Notes on balsa (*Ochroma pyramidale* Cav.). *Forpride Digest*. 8(3/4): 25-30.
55. Wadsworth, Frank H.; Englerth, George H. 1959. Effects of the 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 20(3/4): 38-51.
56. Webb, Derek B.; Wood, Peter J.; Smith, Julie P.; Henman, G. Sian. 1984. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. *Tropical Forestry Papers* 15. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. 256 p.
57. White, K.J.; Cameron, A.L. [s.f.]. Silviculture techniques in Papua New Guinea forest plantations. Bull. 1. Port Moresby, Papua, New Guinea: Division of Silviculture, Department of Forests, Territory of Papua and New Guinea. 99 p.
58. Whitmore, J.L. 1983. *Ochroma lagopus* (balsa). En: Costa Rican natural history. Chicago, IL: University of Chicago Press: 281-282.
59. Whitmore, T.C.; Wooi-Khoon, Gong. 1983. Growth analysis of the seedlings of balsa, *Ochroma lagopus*. *New Phytologist*. 95: 305-311.
60. Whitmore, Jacob L. 1968. Density variation in the wood of Costa Rican balsa. *Ann Arbor, MI: University of Michigan*. 79 p. Tesis de M.S.
61. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). *Caribbean Forester*. 7(4): 329-334.
62. Wycherley, P.R.; Mitchell, B.A. 1962. Growth of balsa trees *Ochroma lagopus* Sw. at the Rubber Research Institute Experiment Station. *Malayan Forester*. 25(2): 140-149.
63. Young, A.M. 1977. Notes on the foraging of the giant tropical ant *Paraponera clava* (Formicidae: Ponerinae) on two plants in tropical wet forest. *Journal of the Georgia Entomological Society*. 12(1): 41-51.

Ormosia krugii Urban

Palo de matos

Leguminosae
Faboideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las habas

Peter L. Weaver

Ormosia krugii Urban, conocido como Palo de matos en Puerto Rico, peronia en la República Dominicana, bois nannon en Haití, angelin batard en la Martinica y Guadeloupe y malcaconier en Dominica, es un árbol siempreverde de tamaño mediano que alcanza 20 m o más de altura y entre 60 y 90 cm en d.a.p. a la madurez (fig. 1). Las grandes hojas pinadas compuestas, que presentan unas hojuelas con prominentes venas laterales, sirven como características útiles para la identificación en el campo.



Figura 1.—Palo de matos, *Ormosia krugii*, creciendo en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El palo de matos es endémico a las islas del Caribe (fig. 2). Crece de manera natural en la isla de Española (1, 26), Puerto Rico (21), Guadeloupe (18), la Martinica (20) y Dominica (2). Se encuentra notablemente ausente en las islas más pequeñas de las Antillas Menores situadas entre Puerto Rico y Dominica.

Clima

En Puerto Rico, el palo de matos crece en las siguientes zonas forestales *sensu* Holdridge (19): El bosque subtropical húmedo, el bosque subtropical muy húmedo, el bosque subtropical pluvial y el bosque subtropical montano bajo muy húmedo (17). La precipitación en estos tipos de bosque varía entre 1500 y 4000 mm por año con unas temperaturas anuales promedio que fluctúan entre 20 y 24 °C (6). La precipitación a través del área de distribución del palo de matos es similar a la de Puerto Rico. No ocurren heladas dentro de esta área de distribución.

Suelos y Topografía

En la mejor muestra del bosque montano bajo pluvial de Dominica en el Valle de Layou, el palo de matos crece en suelos de “tierra amarilla” en terrenos bien protegidos y

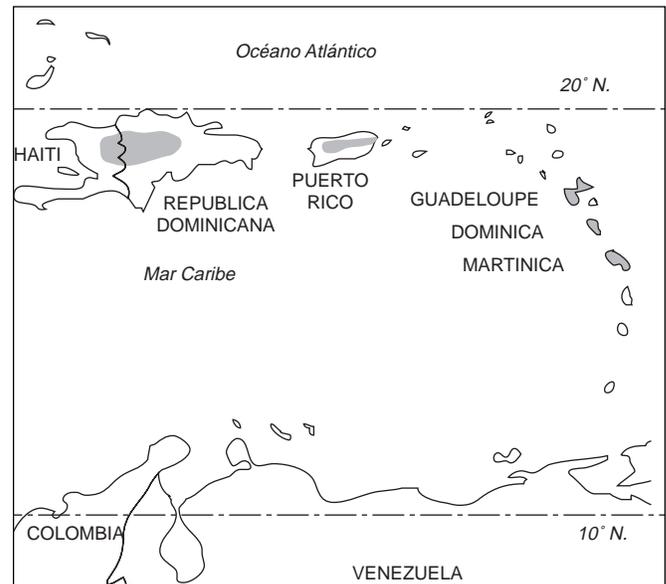


Figura 2.—Las áreas sombreadas y la línea punteada representan la distribución natural del palo de matos, *Ormosia krugii*, en la región del Caribe: en la isla de Española, Puerto Rico, Guadeloupe, Dominica y la Martinica.

levemente ondulados (2). En el Bosque Experimental de Luquillo (BEL) del noreste de Puerto Rico, el palo de matos crece más que nada en suelos arcillosos ácidos, clasificados como Ultisoles e Inceptisoles. Aunque la especie crece en todas las posiciones topográficas, es más común en pendientes y cimas (10).

Cobertura Forestal Asociada

En Puerto Rico, el palo de matos crece en los bosques montanos de húmedos a muy húmedos. Una muestra de 4 ha con 3,140 árboles medidos en el BEL durante 1946, contuvo 127 tallos de palo de matos de más de 4 cm en d.a.p. o 4 por ciento del total (5). Entre las 30 especies más comunes registradas, el palo de matos ocupó el duodécimo lugar en densidad de tallos y el cuarto lugar tanto en área basal como en volumen. Sin embargo, entre los árboles de más de 25 cm en d.a.p. el palo de matos fue menos común (28, 36).

Un censo de las áreas con un potencial forestal comercial en Puerto Rico, ahora cubierto principalmente por bosques secundarios, mostró que el palo de matos constituyó menos del 1.0 por ciento en cada una de las siguientes categorías: árboles muestreados, área basal total y volumen total (4). Un censo por separado en el Bosque de Toro Negro mostró que el palo de matos, siendo el 0.3 por ciento del total de árboles, contuvo 1.2 por ciento del área basal y 2.1 por ciento del volumen (3).

Los principales árboles asociados con el palo de matos en Puerto Rico y Dominica se listan en la tabla 1. El palo de matos crece en asociación con especies encontradas en bosques primarios y secundarios.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores del palo de matos tienen un pedúnculo corto y aparecen en panículas que miden de 15 a

30 cm de largo (21). El cáliz, de color pardo, veloso y en forma acampanada y de alrededor de 1.0 cm de largo, contiene unos dientes puntiagudos desiguales. Los pétalos son de un color violeta oscuro y cada uno tiene aproximadamente 1.6 cm de largo. Tienen un estandarte ancho y redondeado con manchas blancas o amarillas, dos alas y dos pétalos quilla. El pistilo, de alrededor de 1.6 cm de largo, tiene un ovario de una célula, aplastado y de color pardo y un estilo delgado y curvo. El palo de matos florece de septiembre a diciembre en el BEL (16, 21).

Las frutas aparecen durante muchos meses (16), en particular de mayo a noviembre (21). Las vainas pardas tienen de 1.6 a 2.0 cm de ancho, son ligeramente quilladas, largas y puntiagudas en los extremos; el cáliz está incluido en su base (21).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Cada vaina de palo de matos contiene de una a cinco semillas redondeadas pero ligeramente aplastadas. Las semillas, de color rojo con una o más manchas negras, caen bajo el árbol materno y son útiles en la identificación de la especie.

Al final de la década de 1940 se iniciaron varios estudios en Puerto Rico con semillas de palo de matos (23). Las semillas promediaron 1,365 por kilogramo, con un contenido de humedad del 24 por ciento. Las investigaciones recientes han confirmado los trabajos anteriores: el peso promedio para 180 semillas muestreadas secadas al aire fue de 0.72 ± 0.01 g por semilla o 1,390 semillas por kilogramo.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas es hipogea (13, 14). Las primeras dos hojas producidas por el palo de matos son simples y opuestas; las hojas alternas y compuestas se desarrollan más tarde. Tanto las hojas de las plántulas (13) como las maduras (32) se ilustran en claves dicótomas usadas para la identificación de las plantas en el bosque tabonuco.

Las semillas del palo de matos tienen una testa dura, lo que retrasa la germinación. En las primeras pruebas en Puerto Rico, una muestra de 200 semillas de palo de matos rindió una germinación del 11 por ciento después de un período promedio de 60 días (23). Durante el final de la década

Tabla 1.—Principales especies arbóreas creciendo con el palo de matos, *Ormosia krugii*

País	Localidad	Elevación	Precipitación	Principales	Referencia
				especies asociadas	
		<i>Metros</i>	<i>mm/año</i>		
Dominica	Valle Layou Superior	275-425	~4000	<i>Dacryodes excelsa</i> <i>Sloanea truncata</i> <i>Sterculia caribaea</i> <i>Tapura antillana</i>	(2)
Puerto Rico	Tabonuco raleado	450	~3300	<i>Guettarda valenzuelana</i> <i>Miconia tetrandra</i> <i>Tabebuia heterophylla</i>	(39)
	Tabonuco en pendiente	570	~3000	<i>D. excelsa</i> <i>M. prasina</i> <i>Prestoea montana</i>	(39)
	Río Grande	420-600	3300	<i>Cecropia schreberiana</i> <i>D. excelsa</i> <i>Sloanea berteriana</i>	(10, 11)
	Sabana 8	180-360	2300	<i>Alchornea latifolia</i> <i>Schefflera morototoni</i> <i>T. heterophylla</i>	(10, 11)

de 1960, se efectuaron cinco pruebas comparativas de germinación adicionales (14). Las semillas esterilizadas con Chlorox,¹ tratadas con bacterias del género *Rhizobium* y plantadas en musgo esterilizado rindieron los mejores resultados, con una tasa de producción de plántulas del 36 por ciento después de 1 mes. Los investigadores concluyeron que la digestión bioquímica de las duras testas por *Rhizobium* mejoraron en gran medida la absorción de agua y la germinación. Otra prueba efectuada con semillas sin tratar en 1992 mostró que la primera semilla germinó dentro de un período de 20 días y el 30 por ciento de las semillas germinó dentro de un período de 60 días.²

La siembra directa de semillas de palo de matos se sometió a prueba cerca de St. Just, Puerto Rico, usando 4 semillas por cada lugar, en un total de 60 lugares.³ La germinación y el crecimiento inicial, observados por primera vez después de 6 meses, ocurrieron en un 22 por ciento de los 60 lugares. Todas las plántulas tuvieron menos de 8 cm de alto. Los resultados se consideraron como pobres y la siembra directa de semillas de palo de matos no se recomendó como un método para la siembra.

En otro estudio, 50 plántulas de palo de matos fueron plantadas en St. Just.⁴ Después de 3.5 años, los brinzales promediaron aproximadamente 2 m de altura. Después de 7 años, tuvieron aproximadamente 6 m de alto y de 5 a 8 cm en d.a.p. Después de 10 años, los árboles promediaron 9 m de alto y 8 cm en d.a.p.. Los resultados demuestran que en St. Just, por lo menos por los primeros 10 años, el palo de matos aparentemente no fue una especie de rápido crecimiento. Como comparación, un estudio reciente de plántulas en un vivero de Río Piedras rindió unos resultados ligeramente mejores. Numerosas plántulas promediaron de 10 a 15 cm de altura en un período de 50 días.² Sin embargo, después de 4 meses ninguna de las plántulas excedió los 18 cm.

Las plántulas del palo de matos han sido el objeto de varios estudios ecológicos. En un experimento, se efectuó una comparación entre plántulas normales y aquellas con las puntas de las hojas recortadas después de haberse saturado ambas en agua. Las plántulas con las puntas normales perdieron menos calcio, magnesio y zinc en experimentos de lixiviación que aquellas con las puntas cortadas (13). En otro estudio, se encontró que la tasa fotosintética de 30 plántulas cae entre aquella de *Sloanea berteriana* Choisy, una especie arborea considerada como primaria y la de *Cecropia schreberiana* Miq., una especie secundaria temprana de rápido crecimiento (13).

Los experimentos sobre la fotosíntesis mostraron que las plántulas del palo de matos colocadas bajo unas intensidades lumínicas bajas no crecieron más allá de la etapa de dos hojas en más de 8 meses, mientras que aquellas colocadas bajo unas mayores intensidades de luz desarrollaron hasta 12

hojas (13). Estos resultados sugieren que las plántulas se pueden beneficiar de los hábitats previamente perturbados o "sucesionales", pero que también son capaces de sobrevivir bajo una sombra profunda por largos períodos de tiempo.

Reproducción Vegetativa.—El palo de matos rebrota de manera vigorosa en los bosques secundarios (21). Se observó también un rebrote vigoroso en los árboles que fueron ya sea quebrados o desarraigados por el Huracán Hugo (38).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La información sobre el crecimiento del árbol se encuentra disponible a partir de varias parcelas permanentes en el bosque tabonuco del BEL. Las mediciones sobre un período de 5 años en 47 árboles dominantes y codominantes mostraron un incremento en el d.a.p. promedio de 0.68 cm por año (tabla 2). Las mediciones sobre un período de 18 a 30 años mostraron que el crecimiento en d.a.p. promedio para todos los árboles muestreados se concentró entre 0.37 y 0.51 cm por año (tabla 2). Estos datos se recolectaron durante un período en el cual el bosque tabonuco se estaba recuperando del Huracán de San Cipriano (9). Tanto las tasas de crecimiento a corto plazo como a largo plazo para el palo de matos son más altas que para la mayoría de otras especies arbóreas en el bosque tabonuco (39).

Comportamiento Radical.—Las puntas de las raíces de los árboles maduros de palo de matos en el BEL exhiben micorrizas ectotróficas y nódulos bacterianos bien definidos (14, 15). Dado que el palo de matos es una leguminosa, se sospecha que las bacterias fijan nitrógeno.

Reacción a la Competencia.—El palo de matos ha sido descrito como común en los bosques secundarios (21). Sin embargo, los resultados de los estudios autoecológicos han indicado que el palo de matos posee varios de los atributos de una especie primaria (14, 33). La clasificación tentativa como una especie primaria fue derivada de la comparación de la supervivencia de las plántulas y los árboles del

Tabla 2.—Información comparativa sobre el crecimiento para el palo de matos, *Ormosia krugii*, en Puerto Rico

Parcelas	Elevación	Arboles		Crecimiento en d.a.p.	Ref.
		muestreados	Duración		
	- Metros -	No.	Años	cm/año	
Tabonuco raleado	450	6	30	0.10 *	(39)
Río Grande	420-600	18	18	0.38 †	(11)
Sabana 8	180-360	59	18	0.51 †	(11)
Tabonuco en pendiente	570	21	30	0.37 *	(39)
Varias	300-600	47	5	0.68 ‡	(35)

* Para todos los árboles de más de 4 cm en d.a.p.

† Para árboles de más de 10 cm en d.a.p.

‡ Árboles dominantes y codominantes combinados a partir de varias parcelas en clases de acuerdo al tamaño de más de 4 cm en d.a.p.

¹El uso de nombres de marcas o compañías en esta publicación es estrictamente para la información del lector y no implica una recomendación de parte del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de cualquier producto o servicio.

²Parrotta, John. Investigador Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, P.O.Box 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

³IIDT, management file 784, 15 de junio de 1945; información disponible a través del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, P.O.Box 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁴IIDT, management file 1293, 15 de agosto de 1944; la dirección aparece en la nota 3.

sotobosque de palo de matos en un bosque cerrado, del tamaño de sus semillas y del peso específico de su madera, con las mismas características en otras especies que alcanzan el dosel en el bosque tabonuco. La calificación compuesta para el palo de matos, basada en el promedio de sus calificaciones para todos los factores, la ubicó como la séptima especie más primaria de las 29 especies sometidas a prueba. La escala varió entre 1 (la más primaria) y 29 (la más secundaria) para las 29 especies estudiadas (33).

La distribución de clases de acuerdo al tamaño de los árboles de palo de matos en el bosque tabonuco de Puerto Rico siguió una curva en forma de "J" invertida: 73 árboles entre 4 y 10 cm en d.a.p., 38 entre 10 y 20 cm, 13 entre 20 y 30 cm y 1 árbol en cada una de las clases de 30 a 40, 40 a 50 y de más de 50 cm (5). Otro censo independiente de árboles y brinzales en el mismo bosque cerca de la Estación de Campo de El Verde confirmó el estudio anterior (14). El patrón de distribución en forma de "J" invertida está asociado con las especies arbóreas primarias.

Los datos recabados a partir de dos parcelas permanentes en el bosque tabonuco podrían proveer de una información clave para elucidar la reacción del palo de matos a la competencia. En 1946, 14 años después del Huracán de San Cipriano, el palo de matos constituyó el 1.8 por ciento de los tallos y el 3.6 por ciento del área basal en ambos rodales combinados (29). Para 1976, la proporción de los tallos y el área basal del palo de matos había cambiado a 1.7 y 4.3 por ciento, respectivamente. Alrededor del 75 por ciento de los tallos originalmente censados en 1946 sobrevivía en 1976. Más aun, el reclutamiento de tallos a la clase más pequeña de d.a.p. promedió seis tallos por hectárea. Esto indica una capacidad no solamente para persistir sino también para reproducirse en un bosque recuperándose de una perturbación por un huracán en el pasado.

Se han efectuado también estudios ecológicos con los árboles de palo de matos. Una comparación de los estomas en las hojas mostró que el palo de matos contuvo un bajo número de estomas comparado con otras especies en el bosque tabonuco (8). Sin embargo, el tamaño de los poros se encontró alrededor de la media para las especies muestreadas. La biomasa y el contenido químico de las frutas, hojas, ramas, madera y corteza del palo de matos han sido reportados en dos estudios separados (29, 31). Otros investigadores condujeron unas determinaciones *in situ* de las tasas de respiración de las raíces (27); de los valores del contenido de carbono en las hojas, tallos y raíces de las plántulas (25), y del efecto de los rayos gamma provenientes de una fuente de cesio en las plántulas del palo de matos (14).

Agentes Dañinos.—La madera del palo de matos es muy susceptible al ataque por la termita de la madera seca (40) y es probablemente susceptible a la polilla de mar (22). Además, las pupas de *Megalopyge krugii* se reportaron en abundancia en los troncos de los árboles de palo de matos (24). Se asumió que las orugas se alimentan del follaje.

Después del Huracán Hugo en el mes de septiembre de 1989, las observaciones de campo del palo de matos en El Verde a sotavento de la trayectoria de la tormenta en el BEL, mostraron que el 50 por ciento de los árboles censados habían sido defoliados (38). Además, el 33 por ciento de los árboles sufrieron daño a las ramas, el 20 por ciento sufrió troncos quebrados, el 11 por ciento se encontró con tallos desarraigados y el 7 por ciento murió (38). Después de la tormenta, el palo de matos fue una de las especies de árboles

que se refoliaron con mayor lentitud.

Durante las pruebas con arboricidas, una solución al 5 por ciento con 2,4,5-T⁵, mezclada con un éster de baja volatilidad en aceite diesel se aplicó a árboles anillados de varias especies en el BEL (34). La mortalidad varió entre 61 y 100 por ciento. Todos los 14 árboles de palo de matos en el estudio murieron, indicando que la especie es susceptible al tratamiento con arboricidas.

USOS

La madera del palo de matos, con un peso específico de 0.50 g por cm³, es una madera de peso mediano y de una textura más bien tosca (22). Su albura amarillenta no es fácil de distinguir del duramen de color salmón, el cual contiene una vetas oscuras ocasionales.

El secado al aire del palo de matos es lento, con una degradación moderada: un arco moderado, una torsión y copa leves y una curva, cuarteadura superficial y rajadura de los extremos muy leves (22). La madera es fácil de trabajar a máquina. El cepillado, el tallado y el lijado se consideran como buenos; sin embargo, el torneado, el taladrado y el escoplado son solamente moderadamente buenos debido a una tendencia de la madera a quebrarse y desgarrarse. El palo de matos tiene una buena resistencia a rajarse con tornillos y probablemente acepta y sostiene bien los clavos. La especie coge un acabado y un pulido satisfactorios, pero requiere de un lijado considerable antes de la aplicación del barniz.

Durante la formulación de los primeros planes de manejo para el BEL, el palo de matos se seleccionó como una especie maderera potencial (37). Sin embargo, históricamente la madera ha sido usada más que nada para combustible. Dada su apariencia atractiva después de acabada, el palo de matos debería ser adecuada para muebles, carpintería de taller, construcción interior y exterior, jabas, carpintería general y posiblemente chapa de utilidad (22).

El tratamiento con preservativos usando un remojo en frío en pentaclorofenol⁵ mezclado con aceite diesel por 5 días fue usado para probar la durabilidad del los postes de cerca de palo de matos comparado a controles sin tratar. Las soluciones de pentaclorofenol al 5 y 10 por ciento aumentaron la vida promedio de los postes en 6 y 14 años, respectivamente (12).

GENETICA

El palo de matos es la especie más norteña del género *Ormosia*, el cual es de amplia distribución en la América del Sur, especialmente en la Cuenca Amazónica (14). *Ormosia dasycarpa* Bello, non Jacks es reportadamente un sinónimo (18). Se han reportado tanto el volumen nuclear de los ápices de los vástagos (20) como el ADN en las hojas (7) para el palo de matos en el BEL.

⁵Su venta y manufactura han sido descontinuadas en los Estados Unidos.

LITERATURA CITADA

1. Barker, Henry D.; Dardeau, William S. 1930. Flore d'Haiti. Port-Au-Prince, Haiti: La Direction du Service Technique du Departement de l'Agriculture et de l'Enseignement Professionnel. 455 p.
2. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
3. Birdsey, Richard A.; Jimenez, Diego. 1985. The forests of Toro Negro. Res. Pap. SO-222. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 29 p.
4. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
5. Briscoe, C.B.; Wadsworth, F.H. 1970. Stand structure and yield in the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 79-89. Capítulo B-6.
6. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Climatology of the United States 60-52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Administration, Environmental Data Service. 29 p.
7. Canoy, Michael J. 1970. Deoxyribonucleic acid in rain forest leaves. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 69-70. Capítulo G-6.
8. Cintron, Gilberto. 1970. Variation in size and frequency of stomata with altitude in the Luquillo Mountains. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 133-135. Capítulo H-9.
9. Crow, Thomas R. 1980. A rain forest chronicle: a thirty year record of change in structure and composition at El Verde, Puerto Rico. Biotropica. 12: 42-55.
10. Crow, Thomas R.; Grigal, David F. 1979. A numerical analysis of arborescent communities in the rain forest of the Luquillo Mountains, Puerto Rico. Vegetatio. 40(3): 135-146.
11. Crow, Thomas R.; Weaver, Peter L. 1977. Tree growth in a tropical moist forest of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
12. Chudnoff, M.; Boone, R.S.; Goytia, E. 1969. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico. Res. Pap. 10. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 30 p.
13. Duke, James A. 1970. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 239-274. Capítulo B-15.
14. Edmisten, Joe. 1970. Some autecological studies of *Ormosia krugii*. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 291-298. Capítulo B-17.
15. Edmisten, Joe. 1970. Survey of mycorrhiza and nodules in the El Verde forest. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 15-20. Capítulo F-2.
16. Estrada Pinto, Alejo. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 237-269. Capítulo D-14.
17. Ewel, John J.; Whitmore, Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
18. Fournet, Jacques. 1978. Flore illustree des phanerogames de Guadeloupe et de Martinique. Paris, France: Institut National de la Recherche Agronomique. 1654 p.
19. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
20. Koo, F.K.S.; Irizarry, Edith R. de. 1970. Nuclear volume and radiosensitivity of plant species at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 15-20. Capítulo G-1.
21. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
22. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
23. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10(1): 11-30.
24. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
25. Medina, E.; Sternberg, L.; Cuevas, E. 1991. Vertical stratification of delta 13C values in closed natural and plantation forests in the Luquillo Mountains, Puerto Rico. Oecologia. 86(3): 369-372.
26. Moscoso, R.M. 1943. Catalogus floraе Domingensis (Catalogo de la flora dominicana). Parte 1: Spermatophyta. New York: L & S Printing Company, Inc. 732 p.
27. Odum, H.T.; Lugo, A.; Cintron, G.; Jordan, C.F. 1970. Metabolism and evapotranspiration of some rain forest plants and soil. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 103-164. Capítulo I-8.
28. Odum, Howard T. 1970. Summary: an emerging view of the ecological system at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 191-289. Capítulo I-10.
29. Ovington, J.D.; Olson, J.S. 1970. Biomass and chemical content of El Verde lower-montane rain forest plants. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 53-77. Capítulo H-2.
30. Poupon, Joseph; Chauvin, Gerard. 1983. Les arbres de la Martinique. Martinique: Office National des Forêts. Direction Regionale pour la Martinique. 256 p.

31. Scatena, F.N.; Silver, W.; Siccama, T.; Sanchez, M.J. 1993. Biomass and nutrient content of the Bisley experimental watersheds, Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico, before and after Hurricane Hugo, 1989. *Biotropica*. 25(1): 15-27.
32. Smith, Robert Ford. 1970. Preliminary illustrated leaf key to the woody plants of the Luquillo Mountains. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 275-290. Capítulo B-16.
33. Smith, Robert Ford. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican rain forest before and after short-term gamma radiation. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 103-140. Capítulo D-3.
34. Sposta, Joseph W. 1960. Chemical removal of inferior tropical tree species. *Tropical Forest Notes* 4. Río Piedras, PR: Tropical Forest Research Center. 2 p.
35. Tropical Forest Experiment Station. 1953. Thirteenth annual report. *Caribbean Forester*. 14(1): 1-33.
36. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. *Caribbean Forester*. 12(3): 93-114.
37. Wadsworth, Frank H. 1952. Forest management in the Luquillo Mountains. III. Selection of products and silvicultural policies. *Caribbean Forester*. 13(3): 93-119.
38. Walker, Lawrence R. 1991. Tree damage and recovery from Hurricane Hugo in Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Biotropica*. 23: (4a): 379-385.
39. Weaver, Peter L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
40. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indies dry-wood termite *Cryptotermes brevis* Walker. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 41: 259-311.

Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen

Batai, sau de las molucas

Leguminosae
Mimosoideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las mimosas

John A. Parrotta

Paraserianthes falcataria, conocido como batai o sau de las Molucas, es un árbol de tamaño mediano y crecimiento rápido de los bosques muy húmedos del sudeste de Asia. Se han reportado unas alturas de 13 a 16 m a los 5 años y de 19 m a los 9 años bajo condiciones de plantación favorables (14, 20). Los árboles creciendo a campo abierto forman una copa de gran tamaño y umbeliforme de follaje ralo. El batai es una especie versátil y prometedora para el uso en programas de desarrollo forestal en los trópicos húmedos debido a su crecimiento rápido, rebrote vigoroso, buena capacidad para competir con las malas hierbas y utilidad en sistemas agroforestales y silvopastorales (fig. 1).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del batai se extiende desde las latitudes 10° S. hasta la 5° N., e incluye las islas al este del archipiélago de Indonesia, las islas Molucas, Irian Jaya Occidental, Papua Nueva Guinea y las islas Salomón (28, fig. 2). Es común encontrarlo en bosques muy húmedos a elevaciones de hasta 1,200 m en su área de distribución natural del sudeste de Asia (23).

Durante la década de 1870, el batai fue introducido y cultivado a través del sudeste de Asia desde Myanmar (Burma) a las Filipinas (25). El batai se cultiva en plantaciones en Hawaii, Fiji, Bangladesh (fig. 2), las Filipinas y en otras partes del sudeste de Asia y se ha usado en pruebas de adaptabilidad en Samoa Occidental, Australia, Taiwan, La India, Sri Lanka, El Congo (anteriormente Zaire), Guate-



Figura 1.—Plantación de batai, *Paraserianthes falcataria*, en Sylhet, Bangladesh. El rodal a la derecha de la fotografía tiene 3.5 años de edad; el rodal a la izquierda tiene 18 meses de edad.

mala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá (9, 16). En Java se le cultiva extensamente en jardines caseros y en una variedad de sistemas agroforestales (28). Se ha naturalizado en muchas de las áreas en donde ha sido introducido, tales como plantaciones de caña de azúcar abandonadas en Hawaii. Los árboles de batai tienen una vida promedio de 25 años (23).

Clima

El batai crece bien en regiones tropicales muy húmedas en donde la precipitación anual fluctúa entre 2000 y 4000 mm, con por lo menos 15 días de lluvia durante cada uno de los 4 meses más secos (27, 36). En las Filipinas, el mejor crecimiento de plantación se ha obtenido en sitios sin períodos secos y una precipitación anual de 4500 mm (28). La especie requiere de una temperatura entre 22 y 29 °C (28).

Suelos y Topografía

El crecimiento del batai se ve favorecido en suelos aluviales profundos y bien drenados, con una fertilidad razonablemente alta, aunque es capaz de sobrevivir en sitios poco fértiles (27, 31). Al igual que muchas otras especies leguminosas, se comportará probablemente mejor en suelos un tanto alcalinos que en los ácidos y no es adecuado para los suelos arenosos secos (23). Forma una asociación simbiótica con *Rhizobium* spp. con facilidad, y la resultante capacidad para fijar nitrógeno le permite sobrevivir en suelos deficientes en nitrógeno (1). La especie se ha establecido con éxito en los restos dejados por las minas de estaño (25, 28).

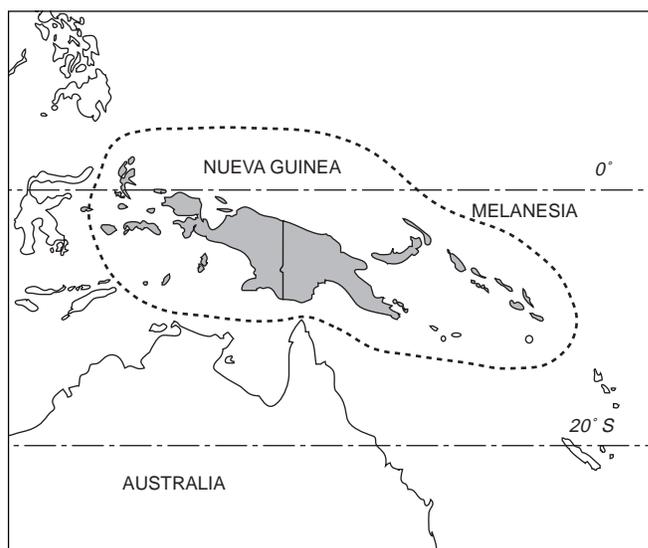


Figura 2.—Distribución natural del batai, *Paraserianthes falcataria*, delineada por la línea entrecortada.

Cobertura Forestal Asociada

En su área de distribución natural, el batai se encuentra con mayor frecuencia en sitios perturbados y en bosques sucesionales tempranos (35). En Indonesia se le puede encontrar en sitios perturbados en bosques pluviales de tierras bajas dominados por las Dipterocarpaceae, *Eusideroxylon zwageri* T. & B., *Agathis* spp., *Intsia* spp., *Pometila* spp., *Octomeles sumatrana* Miq., *Ochanstachys amentacea* Mart., *Diopyros celebica* Bakh., *Pericopsis mooniana* Thw., *Santiria* sp., *Madhuca* sp., *Elmerillia* sp., *Eucalyptus deglupta* Blume y *Anthocephalus chinensis* (Lamk.) Rich. ex Walp. (30). En la isla de Ceram (Indonesia), se encuentra asociado con *Eugenia* spp., *Diospyros pilosanthera* Blanco, *Vitex cofassus* Reinw., *Pterocarpus indicus* Willd., *Aleurites moluccana* Willd., *Koordersiodendron pinnatum* Merr., *Octomeles sumatrana* Miq. y *Myristica* sp. (33). El batai se ha naturalizado en prados a campo abierto en muchas partes del sudeste de Asia en donde ha sido introducido (8).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El batai comienza a producir flores cuando los árboles tiene aproximadamente de 3 a 6 años (16, 24, 31). En su área de distribución natural en el sudeste de Asia, el batai ha sido reportado floreciendo por un período de alrededor de 2 semanas entre marzo y junio, y de nuevo de agosto a diciembre (8, 11). Las flores sésiles aparecen en la parte superior de la copa en las ramas de panículas axilares de hasta 15 cm de largo (11, 23). Las flores individuales son de color de amarillo verdusco a blanco cremoso, con un cáliz campanulado-turbinado, seriáceo y dentado de 1 a 2 mm de largo y estambres de 3 a 5 mm de largo (11, 13).

Las frutas consisten de vainas aplastadas de color pardo claro, puntiagudas, de paredes delgadas, de 10 a 15 cm de largo y 1.8 a 2.5 cm de ancho, y se maduran aproximadamente 2 meses después de la florescencia (11, 40). Las vainas, las cuales se abren cuando todavía en el árbol, contienen cada una entre 15 y 20 semillas (23).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del batai son pequeñas (6 mm de largo; de 38,000 a 44,000 por kilogramo), planas y obovoides, y tienen una testa dura y lisa con una característica marca circular en cada superficie (32, 36, 40). Las semillas se producen en gran abundancia y son liberadas de las vainas abiertas cuando todavía en el árbol y dispersadas a distancias cortas por el viento. Las vainas maduras se pueden recolectar antes de la dehiscencia y secar al aire para liberar las semillas (40).

Desarrollo de las Plántulas.—Las semillas del batai germinan sobre la superficie del terreno. La germinación sin escarificación es lenta y se ve facilitada si las semillas se sumergen en agua hirviendo por 3 minutos y luego se remojan por 24 horas en agua a temperatura ambiente antes de la siembra (40). Alternativamente, las semillas se pueden escarificar mecánicamente o tratar con ácido sulfúrico por 12 minutos, seguido de un remojo en agua por 18 horas (28). Bajo condiciones naturales, las semillas pueden permanecer en la superficie del terreno por meses o años antes de germinar; los incendios parecen ser un agente escarificador natural (6).

Las semillas germinan fácilmente entre 2 y 10 días, siempre que exista suficiente humedad en el suelo (40). Las tasas de germinación para las semillas sin dañar y recién extraídas fluctúan entre 65 y 98 por ciento (40). Las semillas secadas al aire y almacenadas a entre 4 y 8 °C en contenedores herméticos retienen su viabilidad por hasta 2 años (36, 40).

Las plántulas responden bien al abono; se ha reportado que las aplicaciones de fósforo y nitrógeno a una tasa de 12.5 y 100 kg/ha maximizaron las tasas de crecimiento de las plántulas durante los primeros 4 meses después de la germinación (26). Los nódulos en las raíces contienen la bacteria fijadora de nitrógeno *Rhizobium* spp. Se encontró que estos nódulos, que pueden ser elípticos o ramificados, fueron más grandes y más abundantes en plántulas cultivadas en suelos pobres en nitrógeno que en suelos enriquecidos con el mismo (26).

La regeneración natural del batai es por lo general buena en terrenos quemados o talados en la cercanía de árboles maduros. Una vez establecidas, las plántulas crecen rápidamente y por lo general no se ven muy afectadas por la vegetación en competencia (8).

Las plántulas silvestres pueden ser recolectadas con éxito y colocadas en contenedores para ser plantadas (40). En el caso de la producción en viveros, las semillas escarificadas se pueden sembrar directamente en contenedores para plántulas (31). Se recomienda que las plántulas sean endurecidas mediante la exposición progresiva al sol por 2 semanas antes del trasplante al campo (16).

Las plantaciones se pueden establecer mediante el uso de plántulas en contenedores (de 10 cm de altura o más) o con las raíces desnudas con la parte superior removida (16, 36). Se reporta que las plántulas cuya parte superior ha sido cortada (30 a 90 cm de tallo y 20 a 25 cm de raíces) muestran una buena supervivencia y una recuperación rápida incluso cuando son plantadas en pastizales densos dominados por *Imperata cylindrica* Beauv. (4). Las plantaciones recién establecidas requieren por lo general del desyerbado dos o tres veces al año durante el primer año, con una eliminación ocasional de enredaderas después de esto, cuando sea necesario (28). En Malasia, en donde las plantaciones son establecidas a un espaciamiento inicial de 3 por 3 m, se recomienda que las ramas bajas y los líderes extras sean podados al final del primer año o cuando el dosel se acerque a un cierre completo (31).

Reproducción Vegetativa.—El nuevo crecimiento vegetativo después de la corta es vigoroso y es un método efectivo para la regeneración en plantaciones (24, 39); los árboles regenerados por rebrotes se cosechan por lo común en ciclos de 8 años (23). Se han producido plantitas mediante cultivos histológicos usando tejidos de las semillas (27).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento del batai es rápido. En los árboles jóvenes el tallo principal crece de manera vigorosa, produciendo un fuste de recto a un tanto irregular y ramas ascendentes, las cuales forman una copa abierta y cónica. Los árboles maduros, caracterizados por un fuste liso de color blanco grisáceo y una copa alta y extensamente esparcida, pueden alcanzar una altura máxima de 25 y 45 m y unos diámetros a la altura del pecho (d.a.p.) de 50 a 90 cm (11, 36). Las hojas son bipinadas, de 15 a 40 cm

de largo (incluyendo al raquis), con 8 a 10 pares de pinas de hasta 10 cm de largo. Cada pina está compuesta de 15 a 25 pares de hojuelas de 3 a 13 mm de largo y entre 3 y 8 mm de ancho (11, 23).

En pruebas de adaptabilidad efectuadas en Costa Rica en un sitio premontano tropical muy húmedo, se registraron unas alturas promedio para los árboles de 5.5, 10.7 y 13.5 m a los 2, 3 y 4 años respectivamente. Los d.a.p. del tallo correspondientes en este estudio fueron de 5.8, 10.7 y 13.9 cm (7). Se han establecido pruebas adicionales de adaptabilidad en sitios tropicales secos en Panamá y Nicaragua (9). En estas últimas pruebas, las alturas promedio de los árboles variaron entre 1.0 y 2.8 m a los 12 meses, 1.7 y 3.5 m a los 24 meses, y entre 3.4 y 3.7 a los 3 años. En pruebas efectuadas en Trinidad en un sitio a una elevación baja, caracterizado por suelos acídicos, pobres en nutrientes y bien drenados y una precipitación anual promedio de 2100 mm, se reportó una altura promedio de 3.4 m y un d.a.p. promedio del tallo de 3.7 cm para rodales de 2 años de edad (21).

En pruebas de adaptabilidad efectuadas en el noreste de Tailandia, la altura promedio de plántulas de 6 meses de edad se reportaron como de 2.1 m; la biomasa foliar promedio a los 6 meses fue de 189 g por plántula (peso secado al horno) (18). Se reportaron unas alturas promedio de 2.1 y 3.0 m en pruebas separadas en plantaciones de 12 meses de edad en Tailandia establecidas a un espaciamiento de 1 por 1 m; los d.a.p. promedio del tallo correspondientes se reportaron como de 1.7 y 2.5 cm. A los 2 años la altura y el d.a.p. promedio en la última prueba fueron de 5.6 m y 4.2 cm, respectivamente (39).

En plantaciones de 4 años de edad en Assam y las islas de Andamán en la India, las alturas promedio y los d.a.p. promedio del tallo se reportaron fluctuando entre 9.2 y 14.2 m y entre 6.0 y 9.0 cm, respectivamente (32). En Sabah, Malasia, los incrementos promedio en altura y d.a.p. a los 5 años se reportaron como de hasta 5.0 m y 3.7 cm, respectivamente (31). En plantaciones de 6 años de edad en las Filipinas, la altura promedio y el d.a.p. promedio del tallo se reportaron como de 12.8 m y 18.4 cm, respectivamente (24).

Unos incrementos anuales promedio en volumen maderero de 20 a 40 m³/ha en rotaciones de 8 a 12 años son comunes en los sitios buenos (27). Se han reportado incrementos anuales promedio en volumen de 45 a 66 m³/ha para plantaciones de 5 años de edad con una provisión promedio de 800 árboles por hectárea en Sabah, Malasia, en donde la edad óptima para la rotación para plantaciones cultivadas para la producción de tableros de partículas, chapa decorativa y maderos aserrables fluctúa entre 8 y 12 años (31).

La biomasa total arriba de la superficie del terreno en plantaciones de 5 y 9 años de edad en un sitio tropical muy húmedo en el noreste de Mindanao en las Filipinas se estimó como de 76 y 102 toneladas por hectárea (peso secado al horno), incluyendo 7.5 y 12.3 toneladas por hectárea de biomasa de las ramas, y 1.7 y 1.6 toneladas por hectárea de biomasa foliar, respectivamente. En este estudio, se registraron unas alturas promedio de 12.9 y 18.8 m, un diámetro del tallo promedio de 13.9 y 30.3 cm, áreas basales de 19.0 y 25.3 m² por ha y volúmenes del tallo de 209 y 278 m³ por ha para los rodales de 5 y 9 años de edad, respectivamente (20).

En Java, el batai se ha cultivado en plantaciones mixtas en sitios infértiles como una cobertura temprana para las especies madereras más valiosas y umbrófilas tales como

Altinga excelsa, *Castanopsis tungurrut*, *C. javanica*, *Podocarpus imbricata*, *Quercus* spp., *Nyssa javanica*, *Schima noronhae*, *Fagraea fragrans*, *Swietenia macrophylla*, *Gordonia excelsa* y especies ditpterocarpaceas (2, 12, 19).

En Hawaii, se compararon el crecimiento, el rendimiento y las concentraciones de nutrientes foliares para plantaciones mixtas de batai y *Eucalyptus* spp. (mezcla de 1:1) y plantíos puros de eucalipto establecidos con un espaciamiento de 2 por 2 m. A los 65 meses, los árboles de eucalipto cultivados junto con el batai fueron un 63 por ciento más altos y un 55 por ciento mayores en diámetro que los árboles de eucalipto cultivados en plantíos puros. La biomasa total arriba de la superficie del terreno a los 65 meses se estimó en 58.2 y 37.1 toneladas por hectáreas (peso secado al horno) para el eucalipto y el batai, respectivamente, en el plantío mixto y en 37.6 toneladas por hectárea en el monocultivo de eucalipto. Las concentraciones foliares de N, P, K, Ca y S fueron significativamente mayores para el eucalipto cultivado junto con el batai que aquellas para el eucalipto en plantíos puros. Los nutrientes en el suelo no variaron significativamente entre ambas plantaciones, a excepción del K en la superficie del suelo (14).

Comportamiento Radical.—El batai por lo general forma un sistema radical lateral superficial y muy esparcido, extendiéndose sobre un área mayor que el alcance de la copa, con numerosas raíces verticales secundarias y una raíz pivotante poco desarrollada (11, 15). Como se mencionó previamente, el batai forma una asociación con *Rhizobium* spp. (1, 26). La capacidad para fijar nitrógeno resultante contribuye a su habilidad para crecer en sitios marginales y a su popularidad en sistemas agroforestales (27).

Reacción a la Competencia.—El batai es una especie con una alta demanda de luz y no es capaz de tolerar la supresión. Sin embargo, puede soportar una sombra moderada durante las etapas de plántula, brinzal y de poste pequeño (8). Se ha establecido con éxito a través de la plantación de tocones y plántulas en prados dominados por *Imperata cylindrica* en el sudeste de Asia (34). Con un desyerbado ocasional durante el primer año, el batai crece por encima de las gramíneas (de otra manera muy persistentes) y eventualmente las sombrea, a la vez que provee de lugares para posarse a las aves que dispersan las semillas de otras especies de árboles forestales, las cuales se podrán desarrollar en los estratos inferiores (11).

En pruebas de espaciamiento efectuadas en Tailandia, las alturas promedio y los d.a.p. en rodales de 2 años de edad fluctuaron entre 5 y 7 m y 3 y 7 cm, respectivamente (39). En este estudio, en el cual las tasas de aprovisionamiento de la plantación variaron entre 2,500 y 20,000 árboles por hectárea, las tasas de crecimiento arbóreo promedio fueron por lo general mayores en los rodales con menor densidad.

Agentes Dañinos.—Variadas plagas de insectos hemípteros, lepidópteros y coleópteros han sido reportadas alimentándose de los brotes tiernos, las hojas, la savia y la madera muerta del batai en el sur y el sureste de Asia (5). Estas plagas incluyen los hemípteros chupadores de la savia *Lecanium longulum* Douglas y *Pseudococcus virgatus* Cockrell (Coccidae); la larva defoliante de *Polydesma inangulata* Guenee (Noctuidae), *Eurema blanda* Boisduval (Pieridae) y *Catopsilia pomona* (Fabricius); el gusano *Pteroma plagiophleps* Hampson; los escarabajos barrenadores de la madera y podadores de los brotes *Xystrocera festiva* y *Callimetopus* sp. (Carambicidae); y la larva de *Indarbela quadrinotata* Walker (Indarbela) que se alimenta de la

corteza (3, 5, 7, 17, 29, 31).

Un gran número de patógenos fungales se han reportado como la causa de pudriciones de las hojas, tallos y raíces del batai (17, 29). En Java, Sumatra y Sri Lanka, *Pleiochaeta albiziae* (Petch) Hughes causa manchas foliares de color amarillo pardo con márgenes verde oscuros y puede llevar a la defoliación total y la muerte de las provisiones del vivero y de los trasplantes jóvenes (29). El moho polvoso, *Oidium* spp. reportado en Java causa una defoliación severa y la muerte de las plántulas infectadas. La necrosis foliar causada por *Camptomeris albizziae* (Petch) Mason ha sido reportada en el sur y el noreste de la India (29). El manchado de las hojas y la capa foliar causados por *Cercospora theae* Petch se han reportado en la India y Sri Lanka. El alga *Cephaleuros virescens* Kunze, con una distribución amplia en las regiones tropicales, se ha reportado como causa de manchas de las hojas del batai en Malasia. *Rhizoconia solani* Kuhn (en el noreste y el sur de la India) y *Thanatephorus cucumeris* (Frank.) Donk (en Sri Lanka) se han reportado como causantes de un añublo (web blight) (29).

Corticium salmonicolor Berk. & Br., la causa de la "enfermedad rosa", se ha registrado en las Filipinas, la India y Sri Lanka (17, 29, 31). El cancro del tallo se ha reportado también como causada por *Fomes* spp. (en el sur de la India) y *Nectria pulcherrima* Berk. & Br. (en Sri Lanka) (29). *Botryodiplodia theobromae* Pat., un patógeno de las heridas, *Phomopsis mendax* (Sacc.) Trav. y *Phoma* spp. han sido observados como la causa de un marchitamiento progresivo en Indonesia y la India (17, 29). Otros patógenos reportados como causa del marchitamiento progresivo de los tallos son *Physalospora rhodina* (Berk. & Curt.) Cke. (en Sumatra) y *Thyridaria tarda* Bancroft (en Madagascar) (29). Se han reportado también la infección de los tallos causada por *Macrophoma theicola* Petch. (en el noreste de la India) y la pudrición carbonosa de los tocones causada por *Ustulina zonata* (Lev.) Sacc. (en el noreste de la India) y *U. deusta* (Fr.) Petrak. (en Java) (29). *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., una enfermedad de la corteza y los tallos de alta virulencia que causa la formación de úlceras en los tallos en otras especies de *Albizia*, se reporta en el sur de la India como la causa de un marchitamiento de las plántulas (29). El marchitamiento bacteriano *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith ha sido reportado en plantaciones en el sur de la India (29).

Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid., la causa de una pudrición negra en las raíces, ha sido reportada en Sri Lanka, Java, Uganda y el norte de África, y *Armillariella mellea* (Fr.) Karst. ha sido reportada en Java, Tanzania y El Congo. Otros patógenos radicales reportados incluyen a *Phellinus noxius* (Corner) G.H. Cunn. (en Sri Lanka), *Ganoderma pseudoferreum* (Wakef.) Overeem & Steinm. (en Java, Malasia y Sri Lanka), *Ganoderma lucidum* (W. Curt.) Fr. Karst. (en Sumatra y Sri Lanka), *Ustulina deusta* (Hoffm. ex Fr.) Lind. (en Java), *Botryodiplodia* Pat. (en el sur de la India) y *Aglaospora* sp. (en el noreste de la India). La pudrición parda de las raíces *Fomes noxius* Corner (en Sri Lanka), la pudrición radical púrpura *Helicobasidium compactum* Boedijn. (en Indonesia) y la pudrición radical violácea *Sphaerostilbe repens* Berk. & Br. han sido también reportadas. El hongo *Irpex subvinosus* (Berk. & Br.) Petch ha sido registrado tanto como un patógeno radical y la causa de la pudrición del pie del árbol en el batai (17, 29).

El follaje de esta especie es objeto del pastoreo por el

ganado, los venados y los monos (8, 27). Se ha reportado que las arduillas causan un daño serio en plantaciones en Malasia al alimentarse de la corteza de las ramas jóvenes (16).

Las ramas de los árboles maduros se quiebran con facilidad con los vientos fuertes, y el comportamiento radical superficial los hacen susceptibles a ser volcados por el viento (11, 16, 27). Se sabe que el sistema radical masivo y superficial del batai contribuye a la erosión del suelo en laderas empinadas y por lo tanto no se recomienda para tales sitios (28). Se reporta que las plantaciones son muy susceptibles al daño por el fuego (16, 36).

USOS

El batai se usa como un árbol de sombra para el té, el café y otras cosechas en Java. En Sri Lanka, los árboles cultivados para este propósito por lo usual se desmochan cuando alcanzan un diámetro en el tallo de 30 cm (11, 13, 38). Es la especie primaria en uso en granjas forestales en el oeste de Java y se usa en las Filipinas para la estabilización de riberas y la protección de desagües después de la cosecha maderera (16).

El duramen, de un color que va de pardo claro a ligeramente amarillento o rosáceo, es blando y liviano (peso específico: 0.3-0.5 g por cm³), con una fibra de textura tosca estrechamente entrelazada o en espiral. El duramen no se distingue fácilmente de la albura. Los maderos de gran tamaño no son difíciles de aserrar a pesar de que son a menudo huecos o han sido afectados por la pudrición del duramen. La madera se seca al aire de manera satisfactoria y, aunque no es durable, absorbe bien los preservativos (8, 10, 16). Durante la década de 1970, los maderos de batai se pelaron de manera rotativa y se procesaron para la manufactura de la capa interior de la chapa de utilidad en Hawaii (27).

El uso de batai como madera estructural no es recomendable, pero se puede utilizar para palillos de fósforos, cajas para el empaque, cajas para té, cajas de lastre livianas, estantes y construcción ligera (11, 13). La madera es razonablemente buena para el enchapado, tablero de fibra y de partículas, forros y molduras (16, 31). Como combustible posee un cierto número de características desfavorables; se quema con rapidez, tiene un bajo valor calórico (2.0-3.4 kcal/g) y un alto contenido de ceniza, además de que es difícil de rajar (11, 36).

Esta especie se considera como una fuente prometedora de pulpa para la producción ciertos tipos de papel, tales como papel blanco para envolturas y papel para imprimir (longitud de la fibra: 1.15 mm). De acuerdo a reportes, el papel hecho con pulpa de sulfato de batai se compara favorablemente con aquel hecho con pulpa de madera blanda, tipo kraft, en base a su flexibilidad y a sus características en cuanto al enlace; los rendimientos de pulpa son satisfactorios, aunque se han reportado ciertas dificultades en el proceso blanqueador (11, 16, 27, 31, 39).

Al presente, el batai se está evaluando como una siembra de renovación por rebrotes de rotación corta para la producción de forraje en el sureste de Asia (18). Las tasas de crecimiento por rebrotes y los niveles de nutrientes foliares (3.2 por ciento de nitrógeno) se comparan favorablemente con otras especies de árboles leguminosos usados al presente en la producción de forraje (39).

GENETICA

Paraserianthes falcataria se confunde fácilmente con *Enterolobium cyclocarpum* Griseb. en el sureste de Asia (37). La especie se conoció anteriormente como *Albizia falcata* (L.) Backer, *A. moluccana* Miq., y más recientemente como *A. falcataria* (L.) Fosberg (21, 28).

LITERATURA CITADA

- Allen, O.N.; Allen, E.K. 1981. The Leguminosae: a sourcebook of characteristics, uses, and nodulation. Madison, WI: University of Wisconsin Press. 812 p.
- Bakhoven, A.C. 1930. Vul-, drijf- en dekkingshout in wildhoutbergculturen, den wel, de in de bergwildhoutculturen in te brengen houtsoorten voor blijvend onderbestand in ondergroei.: Especies arbóreas auxiliares, de ayuda en la cría y para la cobertura del suelo en las plantaciones excluyendo la teca en las montañas, o especies arbóreas para mezclar en las plantaciones excluyendo la teca en las montañas para formar una capa arbórea en el estrato inferior o sotobosque. Tectona. 23: 558-581.
- Bandara, S.P.K.; Gunasema, H.P.M.; Ranasinghe, A.S.K. 1986. Insect attacks on some introduced nitrogen fixing trees grown in Sri Lanka. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 4: 36-39.
- Barnard, R.C. 1953. Experience with exotic tree species in Malaya. Malayan Forester. 16(1): 29-40.
- Bhasin, G.D.; Roonwall, M.L. 1954. A list of insect pests of forest plants in India and the adjacent countries. 2. List of insect pests of plant genera 'A' (*Aberia* to *Azima*). Indian Forestry Bulletin 171. Dehra Dun, India: Forestry Research Institute: 44-46.
- Bowen, M.R.; Eusebio, T.V. 1982. Seed handling practices: four fast-growing hardwoods for humid tropical plantations in the eighties. Malaysian Forester. 45(4): 431-457.
- Braza, R.D. 1988. Extent of infestation by shoot-pruner beetles, *Callimetopus* sp. in *Paraserianthes falcataria* plantation. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 6: 61-62.
- Browne, F.G. 1955. Forest trees of Sarawak and Brunei and their products. Kuching, Sarawak: Government Printing Office. 369 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de America Central. Ser. Técnico Rep. 79. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 691 p.
- Corner, E.J.H. 1952. Wayside trees of Malaya, 2d ed. Singapore: Government Printing Office. 2 vol.
- Coster, C. 1934. Bosschdistrict Bantam, complex Janlappa, cultuur Dago 1932 en '33. Tectona. 27: 304-305.
- Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 466 p.
- Dassanayake, M.D., ed. 1980. Revised handbook to the flora of Ceylon. New Delhi: Amerind Publishing Co. 508 p.
- DeBell, D.S.; Whitesell, C.D.; Schubert, T.H. 1985. Mixed plantations of *Eucalyptus* and leguminous trees enhance biomass production. Res. Pap. PSW-175. Berkeley, CA: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 6 p.
- Domingo, I.L.; Jamito, C.O.; Gonzaga, R.T. 1976. Description of the root system of a Moluccan sau (*Albizia falcataria* (L.) Fosc.) tree. Pterocarpus. 2(2): 188-191.
- Fenton, R.; Roper, R.E.; Watt, G.R. 1977. Lowland tropical hardwoods. Wellington, New Zealand: External Aid Division, Ministry of Foreign Affairs: AF1-AF34.
- Gibson, I.A.S. 1975. Diseases of forest trees widely planted as exotics in the Tropics and Southern Hemisphere. I. Important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae and Meliaceae. Oxford, England: Commonwealth Mycological Institute, Unit of Tropical Silviculture, Department of Forestry, University of Oxford. 51 p.
- Gutteridge, R.C.; Akkasaeng, R. 1985. Evaluation of nitrogen fixing trees in northeast Thailand. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 3: 46-47.
- Japing, H.W.; Oey Djoen Seng. 1936. Cultuurproeven met wildhoutsoorten in Gadoengan II. [Pruebas de cultivo con especies arbóreas, exceptuando la teca en Gadoengan II.] Tectona. 29: 137-194.
- Kawahara, T.; Kanazawa, Y.; Sakurai, S. 1981. Biomass and net production of man-made forests in the Philippines. Journal of the Japanese Forestry Society. 63(9): 320-327.
- Lackham, N. 1986. Early observations of three exotic leguminous species in the northern range of Trinidad. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 4: 46.
- Lewis, G.P. 1988. Notes on NFT nomenclature. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 6: 23.
- Little, E.L., Jr. 1983. Common fuelwood crops: a handbook for their identification. Morgantown, WV: Communi-Tech Associates. 354 p.
- Maun, M.M. 1970. *Albizia falcata* in Nueva Vizcaya plantation. Occasional Paper 39. Manila, Philippines: Forest Research Division, Bureau of Forestry. 7 p.
- Mitchell, B.A. 1957. Malayan tin tailings—prospects of rehabilitation. Malayan Forester. 20(4): 181-186.
- Moloney, R.A.; Aitken, R.L.; Gutteridge, R.C. 1986. The effect of phosphorus and nitrogen on the early growth of *Adenathera pavonia*, *Albizia falcataria*, and *Schleinitzia insularum*. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 4: 3-6.
- National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington, DC: National Academy of Sciences. 332 p.
- National Academy of Sciences. 1983. Firewood crops: shrub and tree species for energy production. Washington, DC: National Academy of Sciences. 92 p. Vol. 2.
- Sharma, J.K.; Sankaran, K.V. 1987. Diseases of *Albizia falcataria* in Kerala and their possible control measures. KFRI Res. Rep. 47. Peechi, Kerala: Kerala Forest Research Institute. 50 p.
- Soerianegara, I. 1974. Ecological researches relevant to current silvicultural problema. En: Coordinated study of lowland forests of Indonesia: Proceedings of a symposium; 1973 July 2-5; Darmaga, Bogor, Indonesia. Bogor, Indonesia: Bogor Agricultural University; SEAMO Regional Center for Tropical Biology: 151-160.

31. Tan, K.C.; Jones, N. 1982. Fast growing hardwood plantations on logged-over forest sites in Sabah. *Malaysian Forester*. 45(1): 558-575.
32. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, England: Clarendon Press. 3 vol.
33. Verhoef, L. 1937. Verslag van een reis naar Ceran van 26 April t/m 25 Mei.: Reporte de un viaje a Ceran, entre el 26 de abril y el 25 de mayo, incluyendo ambas fechas [Abstracto]. En: Indonesian Forestry Abstracts: Dutch literature until about 1960. Wageningen, the Netherlands: Centre for Agricultural Publishing and Documentation; 1982: 127.
34. Vincent, A.J.; Mitchell, B.A.; Sandrasegaran, K. 1964. Permanent sample plot information on the stocking, growth and yield for pulpwood of batai (*Albizia falcata* Back.) grown in Malaya. *Malayan Forester*. 27(4): 327-352.
35. Walker, F.S. 1947. Pacific memories. *Malaysian Forester*. 11(1): 17-23.
36. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J. 1980. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. Trop. For. Pap. 15. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford; London: Overseas Development Administration. 256 p.
37. Whitmore, T.C., ed. 1972. Tree flora of Malaya: a manual for foresters. London: Longman Group Ltd. 471 p.
38. Worthington, T.B. 1959. Ceylon trees. Colombo: The Colombo Apothecaries Co. 429 p.
39. Yantasath, K.; Supatanakul, W.; Ungyichian, I. [y otros]. 1985. Species trials of NFT. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 3: 48-56.
40. Yap, S.K.; Wong, S.M. 1983. Seed biology of *Acacia mangium*, *Albizia falcataria*, *Eucalyptus* spp., *Gmelina arborea*, *Maesopsis eminii*, *Pinus caribaea* and *Tectona grandis*. *Malaysian Forester*. 46(1): 26-45.

Previamente publicado en inglés: Parrotta, John A. 1990. *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen. Batai, Moluccan sau. SO-ITF-SM-31. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.

Petitia domingensis Jacq.

Capá blanco

Verbenaceae

Familia de las verbenas

Carlos D. Rodríguez

Petitia domingensis Jacq., o capá blanco, es un árbol siempreverde de tamaño de pequeño a mediano (fig. 1). Existen aproximadamente 18 nombres comunes para esta especie en su área de distribución natural (3, 5, 7, 8, 13, 14, 16, 18, 19). Su madera tiene una apariencia inusual pero atractiva, y es dura, fuerte y pesada. El capá blanco es adecuado para una gran variedad de usos, incluyendo la manufactura de muebles, instrumentos para la agricultura y material de construcción.

HABITAT

Distribución Natural

El área de distribución natural del capá blanco incluye a Cuba, las islas Caimán, la isla de Española, Puerto Rico, las Bahamas y Jamaica (fig. 2) (1, 3, 5, 6, 8, 13, 14, 16, 18, 19, 21, 22).



Figura 1.—Árbol de capá blanco, *Petitia domingensis*, usado para delimitar bordes en un área rural en Guajataba, Puerto Rico.

El capá blanco se reportó en St. Croix, St. Thomas (8) y Barbados (14) durante el siglo pasado. En un estudio reciente el capá blanco no se encontró en dichas islas.¹ El capá blanco ha sido plantado en el sur de la Florida y ha sido cultivado en otros lugares (1, 7, 8). Es común en matorrales secundarios, pastizales y terrenos boscosos sobre piedra caliza (1). En Cuba, el capá blanco se encuentra esparcido por las tierras altas y en piedra caliza y áreas pedregosas (5, 16, 18). En las Bahamas se le puede encontrar en pinares, montes bajos y matorrales (16). En Puerto Rico se encuentra en bosques, matorrales, en regiones de piedra caliza, en laderas, y a altitudes bajas y medianas en zonas climáticas húmedas (3, 5, 8, 13).

Clima

El capá blanco crece tanto en climas tropicales como subtropicales (4). La precipitación anual promedio en su área de distribución natural varía entre 750 y 2000 mm (23). La temporada seca en el área de distribución del capá blanco ocurre usualmente entre diciembre y abril (23).

Las temperaturas anuales promedio en el hábitat natural de capá blanco oscilan entre 24.5 y 27.5 °C (23). No ocurren heladas en el área de distribución natural de esta especie.

Suelos y Topografía

El capá blanco crece bien en una gran variedad de suelos, inclusive en suelos derivados de piedra caliza² (1, 7, 17, 21) y

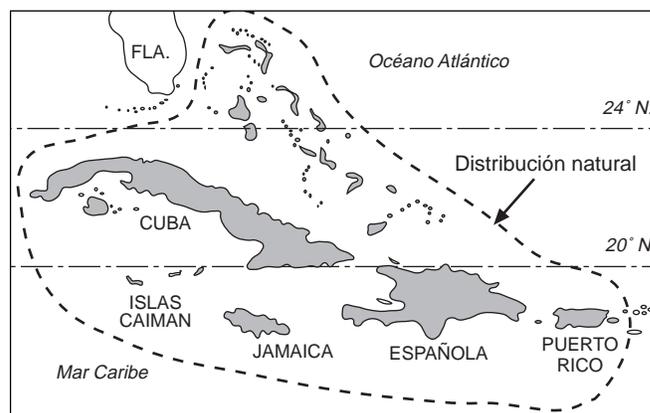


Figura 2.—Distribución natural del capá blanco, *Petitia domingensis*, representada por el área sombreada.

¹Proctor, George. 1992. Comunicación personal con el autor. Archivado en: Departamento de Recursos Naturales, San Juan, PR.

²Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. [s.f.] Notas de campo. Archivadas en: Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Río Piedras, PR 00928-5000.

a poca o mediana altitud en zonas climáticas húmedas en Puerto Rico (3, 8, 13). El capá blanco parece estar mejor adaptado a suelos porosos y no debe considerarse plantarlo en arcillas densas en áreas con una precipitación alta (10). En Cuba, en las áreas de la isla de Pinos, Zapata y Cienfuegos, el capá blanco crece en rendzina de piedra caliza y en suelos de carbonato húmico o en suelos ferralíticos rojos superficiales, usualmente cerca de la costa, y en las áreas con suelos serpentínicos en Holguín (Oriente) (3).

Cobertura Forestal Asociada

El capá blanco es una especie característica de bosques costeros húmedos en Puerto Rico (8). Crece en asociación con *Acrocomia media* O.F. Cook, *Andira inermis* (W. Wright) HBK., *Calophyllum calaba* L., *Citharexylum fruticosum* L., *Genipa americana* L., *Guettarda scabra* (L.) Vent., *Hernandia sonora* L., *Hymenaea courbaril* L., *Mammea americana* L., *Manilkara bidentata* (A DC.) A. Chev., *Mastichodendron foetidissimum* (Jacq.) H.J. Lam., *Ocotea coriacea* (Sw.) Britton, *Psidium guajava* L., *Pterocarpus officinalis* Jacq., *Randia aculeata* L., *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton, y *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC.

En las tierras bajas y colinas del oeste y el centro de Cuba, el capá blanco se encuentra en asociación con *Adelia ricinella* L., *Allophylus cominia* (L.) Sw., *Amyris balsamifera* L., *A. elemifera* L., *Andira inermis* (W. Wright) DC., *Ateleia gummifera* var. *cubensis* (Griseb.) Mohlbr., *Ateramnus lucidus* (Sw.) Rothm., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Canella winterana* (L.) Gaertn., *Casasia calophylla* A. Rich., *Casearia hirsute* Sw., *Catalpa punctata* Griseb., *Cedrela odorata* L., *Cordia gerascanthus* L., *Diospyros crassinervis* (Krug & Urb.) Standl., *Eugenia maleolens* Pers., *E. rhombea* (Berg.) Krug & Urban, *E. axillaris* (Sw.) Willd., *Ficus crassinervia* Desf.,

Krugiodendron ferreum (Vahl) Urban, *Mastichodendron foetidissimum* (Jacq.) H.J. Lam., *Pithecellobium cubense* Bisse, *Pricamnia nentandra* Sw., *Savia sessiliflora* (Sw.) Willd., *Tabebuia shaferi* Britton, *Trichilia hirta* L., *Urea baccifera* (L.) Weed., *Zanthoxylum elephantiasis* Macf., y *Zuelania guidonia* (Sw.) Britt. & Millsp. En el área sur de la isla de Pinos, en la península de Zapata, y contiguo a las costas sureñas, se le puede encontrar en asociación con *Acacia farnesiana* (L.) Wild., *Belairia ternata* Urb. & Griseb., *Bucida spinosa* (Northr.) Jennings, *Canella winterana* (L.) Gaertn., *Capparis* sp., *Chionanthus ligustrinus* (Sw.) Persoon, *Chrysobalanus icaco* L., *Elaeodendron attenuatum* A. Rich., *Erythroxylon* sp., *Gyminda latifolia* (Sw.) Urban, *Krugiodendron ferreum* (Vahl) Urban, *Manilkara jaimiqui* (Wr. ex Griseb.) Dubard, *Metopium brounei* (Jacq.) Urban, *Nectandra coriacea* (Sw.) Griseb., *Peltophorum adnatum* Griseb., *Picrodendron macrocarpum* (A. Rich.) Britton, *Pithecellobium cubense* Bisse, *Pseudocarpium wrightii* Millsp., *Swietenia mahoganyi* (L.) Jacq., y *Terminalia neglecta* Bisse.

En los matorrales serpentínicos de las tierras bajas en Las Villas, el capá blanco se encuentra en la asociación *Rondeletio-Guettardetum clarensis*, y en el área de Holguín en la asociación *Acacio belairioidi-Spirotecometum holguensis* (2).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores ocurren en racimos laterales (panículos) de 3 a 15 cm de largo (fig. 3) y son vellosas y ligeramente fragantes. La corola blanquecina es tubular y con cuatro lóbulos extendidos. El cáliz, de forma acampanada y con 4 muescas, es de aproximadamente 2 mm de largo. Existen cuatro estambres minúsculos cerca de la punta de la corola. El pistilo tiene un ovario de dos células, un estilo delgado y un estigma de dos lóbulos (1, 7, 8, 18, 19). El fruto consiste de una drupa, de color rojo cuando madura, conteniendo una sola semilla (1, 3, 7, 8, 18, 19). El capá blanco florece y produce fruto a lo largo de todo el año (7, 8).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del capá blanco son de tamaño pequeño, de 4 mm de largo y de 4 a 5 mm de diámetro (1, 3, 7, 18, 19). El peso promedio de las semillas frescas es de 0.18 g por semilla y, cuando secadas al aire, de 0.02 g por semilla o 50,000 semillas por kg (observación personal del autor).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en el capá blanco es hipogea. La germinación empieza de 16 a 23 días después de la siembra, y las tasas de germinación en el caso de semillas frescas oscilan entre 14 y 60 por ciento³ (observación personal del autor; 11). Una muestra pequeña de semillas de 5 años de edad falló una prueba de germinación, lo que sugiere que las semillas del capá blanco no retienen su viabilidad por periodos prolongados.⁴

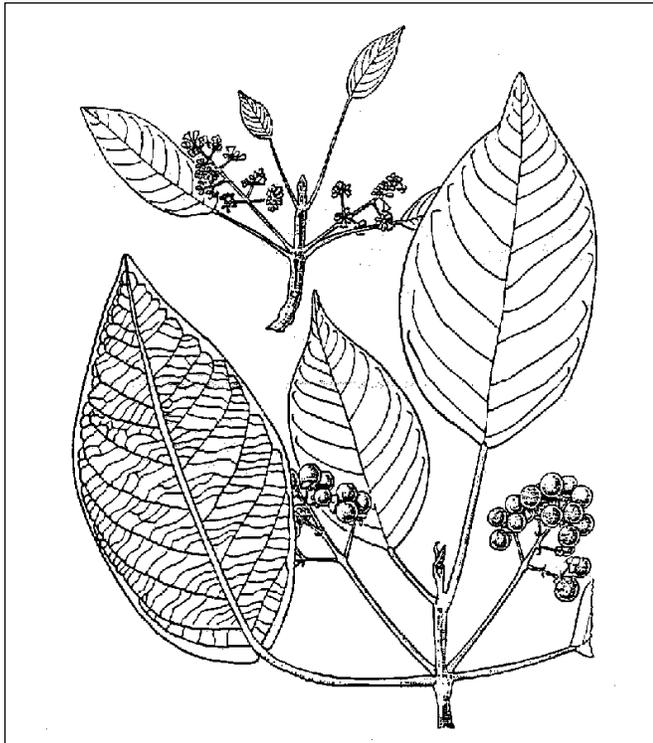


Figura 3.—Hojas, flores y fruto del capá blanco, *Petitia domingensis* (8).

³Francis, John; Rodríguez, Alberto. 1992. Comunicación personal con el autor. Archivado en: Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁴Wadsworth, Frank H. 1944. Final report on germination of old seed of capa blanco. Archivo Administrativo 789. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

Reproducción Vegetativa.—Plántulas de entre 0.6 a 0.9 m y 1.2 a 1.8 m de alto se cortaron a una altura de 10, 30 y 60 cm para estudiar su reproducción vegetativa. Las plántulas más pequeñas cortadas a 10 cm tuvieron la mayor tasa de supervivencia. Todas las plántulas que rebrotaron tuvieron una mala forma.⁵ Los troncos de capá blanco retoñan bien al ser cortados, como se observó a lo largo de carreteras rurales en Puerto Rico (observación personal del autor).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El capá blanco se plantó de manera extensa en varios bosques en Puerto Rico desde 1929 hasta aproximadamente 1941. La tabla 1 muestra los diferentes tipos de suelo en esos bosques. En 1945, 16 años después de ser plantados, árboles de capá blanco en el bosque de Maricao promediaron un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de 10.2 cm y una altura de 5.5 m en la mejor área de la plantación. El crecimiento fue lento y los árboles presentaron una mala forma.⁶ En otro plantío dentro del mismo bosque, la supervivencia fue pobre después de 8 años. Los árboles más altos midieron alrededor de 1.8 metros de alto y tuvieron una forma arbustiva.⁷ La siembra directa de semillas se trató sin éxito en el bosque de Susúa. En este sitio, incluso plántulas en tiestos tuvieron poco éxito por lo general. El d.a.p. promedio en una plantación de 7 años de edad fue de 11.5 cm y la altura promedio fue de 2.4 m (12).

En el bosque de Guilarte, en Puerto Rico, el d.a.p. y el crecimiento en altura en una plantación de 9 años de edad fueron de 0.9 a 1.7 cm/año y de 0.7 a 1.1 m/año, respectivamente (12).

En una plantación de 13 años de edad en el bosque de Guajataca en Puerto Rico, el d.a.p. promedio de árboles de capá blanco dominantes y codominantes fue de 10.7 cm, con un crecimiento anual promedio en diámetro de 0.8 cm. El área basal fue de 6.8 m² por hectárea, de la cual 5.7 m² por hectárea fue capá blanco. Cinco años más tarde, el área basal de la plantación fue de 9.3 m² por hectárea, de la cual el capá blanco contribuyó 7.4 m² por hectárea. Cincuenta y cuatro años después de plantados, árboles dominantes y codominantes en el mismo bosque tuvieron un d.a.p. promedio de 34.6 cm y una altura promedio de 15.8 m. El área basal fue de 33.1 m² por hectárea, de la cual 15.5 m² por hectárea fue capá blanco (observación personal del autor).

En el bosque de Río Abajo en Puerto Rico, árboles en una de las mejores plantaciones tuvieron un crecimiento en diámetro anual promedio de 0.06 cm en un período de 7 años. El d.a.p. promedio a los 14 años fue de 18.1 cm. El área basal fue de 15.4 m² por hectárea, de la cual 10.6 m² por hectárea fue capá blanco. Datos recolectados de cuatro rodales de

Tabla 1.—Tipos de suelo forestal en áreas en donde se ha sembrado capá blanco (12)

Bosque	Tipo de Suelo
Maricao	Arcillas lateríticas pobres sobre serpentina
Susúa	Arcillas lateríticas pobres sobre serpentina arcillas esquistosas
Guilarte	Arcillas densas
Guajataca	Arcillas superficiales sobre piedra caliza
Río Abajo	Suelo arcilloso superficial sobre piedra caliza
Bosque Experimental de Luquillo	Arcillas profundas

plantación con un radio de 10 m y de aproximadamente 51 años de edad en el mismo bosque revelaron un área basal total promedio de 27.9 m² por hectárea, de la cual 19.6 m² por hectárea fue capá blanco. El d.a.p. promedio fue de 34.3 cm y la altura promedio fue de 19.6 m (observación personal del autor).

Dos rodales de capá blanco en el lado sur del Bosque Experimental de Luquillo en Puerto Rico, tuvieron un d.a.p. promedio de 12.6 cm a los 13 años. Después de 6 años de mediciones continuas, el crecimiento anual promedio en d.a.p. fue de 0.006 cm por año solamente. El área basal total promedio en 1956 fue de 21.1 m² por hectárea, de la cual 13.1 m² por hectárea fue capá blanco. A pesar de que el crecimiento inicial fue acelerado, el capá blanco no tuvo éxito en este sitio.⁸

Siete plantaciones pequeñas se establecieron en una colina en la parte trasera de la Universidad de Puerto Rico en el recinto de Cayey. Los d.a.p. después de 12 años fueron de entre 7.6 y 10.2 cm, y los árboles alcanzaron una altura de hasta 6.1 m. Los árboles no fueron muy frondosos, pero tuvieron copas amplias y tallos múltiples.⁹ Datos recopilados de dos rodales de 53 años de edad y con un radio de 10 m dentro de la plantación original, mostraron un área basal total promedio de 39.6 m² por hectárea, de la cual el capá blanco contribuyó un total de 13.1 m² por hectárea. El d.a.p. promedio fue de 20.7 cm, mientras que la altura promedio fue de 10.2 m. El crecimiento en diámetro promedio en un período de 41 años fue de 0.29 cm/año (observación personal del autor).

Cincuenta árboles de capá blanco fueron plantados bajo una plantación de *Casuarina equisetifolia* J.R. & G. Forst. de 4 años de edad en el Bosque de Saint Just en Puerto Rico.¹⁰ Después de un año, el 80 por ciento de los árboles habían

⁵Marrero, José. 1940. Material transferred to closed files. Archivo Administrativo 522. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁶Wadsworth, Frank H. 1950. Final report on old Maricao plantation. Archivo Administrativo 0197 Mr. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁷Wadsworth, Frank H. 1945. Memorandum for record. Archivo Administrativo 0199 Mr. Instituto Internacional, Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁸Marrero, José. 1956. Final report on plantation, tracts 41-A, Luquillo. Archivo Administrativo 2029 L. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁹Marrero, José. 1948. Archivo Administrativo 0198. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

¹⁰Marrero, José. 1950. Final report on planting at St. Just. Archivo administrativo 1296 St. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

sobrevivido, alcanzando una altura promedio de 1.2 m. Después de 10 años, la tasa de supervivencia fue excelente. El d.a.p. y altura promedios fueron de 2.54 cm y 7.6 m, respectivamente.²

Unos cuantos árboles plantados en 1967 y 1984 en el Jardín Botánico Fairchild en el sur de Florida, medidos en 1992 antes del Huracán Andrew, tuvieron un d.a.p. y altura promedios de 6.1 cm y 3.5 m, respectivamente, para los árboles de 25 años, y 2.8 cm y 2.5 m, respectivamente, para los árboles de 8 años de edad (observación personal del autor).

Los árboles de capá blanco deben plantarse con un espaciamiento cerrado de 1.5 m para evitar el desarrollo de copas muy amplias.¹¹

Comportamiento Radical.—Las plántulas de capá blanco desarrollan una raíz pivotante leñosa con numerosas raíces laterales (observación personal del autor).

Reacción a la Competencia.—El capá blanco es intolerante a la sombra (12). Los árboles suprimidos en las plantaciones crecen extremadamente lentos. Los intentos de crecer árboles de capá blanco en plantaciones mixtas no han tenido éxito, debido a que estos lo dominan o se vuelven suprimidos y cesan de crecer (12).

Agentes Dañinos.—En viveros en Puerto Rico, las plántulas de capá blanco son severamente dañadas por *Pilocrocis secernalis* Möschler, el "leafwebber" del capá¹² (13). Este insecto es un defoliador que a su vez afecta a las plántulas haciéndolas más susceptibles a otros tipos de daño. Otros insectos que se han encontrado atacando árboles de capá blanco son *Saissetia olea* Olivier, que infesta ramas y ramitas; *Nasutitermes costalis* Holmgren, que cava túneles en el tronco; *Oiketicus kirbyi* Guilding, *Hyblaea puera* Cramer, y *Terastia meticulosalis* Guenee (orugas), que se alimentan del follaje; y *Microcentrum triangulatum* Brunner, que también se alimenta del follaje (13).

USOS

La madera del capá blanco es dura, fuerte y pesada (3, 13, 14, 18, 19) y posee una apariencia inusual pero atractiva (9). Su gravedad específica oscila entre 0.66 y 0.95 g/cm³ (5, 8, 9). La madera se usa para muebles, ebanistería, artículos torneados, artículos novedosos, paneles para interiores, rodillos de molinos para moler café, y para manufacturar carretas, postes de cerca y de alambrado, pilotes y contrafuertes. La madera del capá blanco también se usa para hacer implementos para la agricultura, como mangos, artículos deportivos, pisos, maquinaria de molino, construcciones navieras y traviesas de ferrocarril. Es adecuada para cualquier tipo de construcción, incluyendo material para puentes y para reforzar trabajos en concreto (3, 5, 8, 9, 13, 14, 18, 19). El capá blanco se ha sembrado en áreas rurales de Puerto Rico como bordes limítrofes (observación personal del autor). Se sabe que las flores del capá blanco atraen a las abejas (8).

¹¹Marrero, José. 1949. Memorandum for record. Archivo Administrativo del 29 de marzo de 1949. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

¹²Ubíñas, Rubén. 1992. Comunicación personal con el autor. Archivado en: Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico, Vivero Cambalache, Barceloneta, PR.

GENETICA

Este género comprende tres especies, dos procedentes de las Indias Occidentales (*Petitia domingensis* Jacq. y *P. urbanii* Ekm.) y una de México (*P. oleina* Benth.) (15, 19, 20).

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Borhidi, A. 1991. Phytogeography and vegetation ecology of Cuba. Budapest: Akadémiai Kiadó. 856 p.
3. Britton, N.L.; Wilson, Percy. 1925. Scientific Survey of Porto Rico and the Virgin Islands. New York: New York Academy of Science. 663 p. Vol. 6, sección 1.
4. Ewel, J.J.; Whitmore, J.L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the Virgin Islands. Res. Pap. IFT-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
5. Fors, Alberto J. 1965. Maderas cubanas. 3ª ed. Habana, Cuba: I.N.R.A. 152 p.
6. Grisebach, A.H.R. 1963. Flora of the British West Indian Islands. New York: Wheldon and Wesley, Ltd and Hafner Publishing Co. 789 p.
7. Liogier, A.H. 1978. Árboles dominicanos. Santo Domingo: República Dominicana. 220 p.
8. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 556 p.
9. Longwood, F.R. 1961. Puerto Rican woods, their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 94 p.
10. Marrero, José. 1947. Forest planting in the Caribbean National Forest: past experience as a guide for the future. Caribbean Forester. 9(2): 85-147.
11. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10: 11-30.
12. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forest of Puerto Rico. Caribbean Forester. 11(3): 107-147.
13. Martorell, Luis. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Department of Entomology. 303 p.
14. Moldenke, Harold N. 1971. Additional notes of the genus *Petitia*. Phytologia. 21(3): 146-147.
15. Moscoso, R.M. 1943. *Catalogus florae domingensis*. Sección 1. New York: L & S. Printing Co., Inc. 732 p.
16. Record, Samuel J.; Mell, Clayton D. 1924. Timbers of tropical America. New Haven, CT: Yale University Press. 55 p.
17. Roberts, R.C. 1942. Soil survey of Puerto Rico. Series 1936, No. 8. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 503 p.
18. Roig y Mesa, Juan Tomas. 1953. Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos. Boletín 54. Habana: Ministerio de Agricultura, Dirección de Estaciones Experimentales, Estación Experimental Agronómica. 1125 p.
19. Sauget, J.S.; Liogier, E.E. 1957. Flora de Cuba. Dicotiledóneas: Malastomataceae a Plantaginaceae. Habana: Imp. Fernández y Cía. 556 p.

20. Standley, P.C. 1924. Trees and shrubs of Mexico. (*Passifloraceae-Scrophulariaceae*). Contributions from the United States National Herbarium. Washington, DC: Smithsonian Institute National Museum. 1721 p. Vol. 23, sección 4.
22. Urban, Ignatius. 1920-1921. Symbolae antillanae seu fundamenta florum Indiae. New York: G.E. Stechert and Co. 860 p. Vol. 8.
23. Walter, H.; Harnickell, E.; Mueller, D. 1975. Climate-diagram maps of the continents and the ecological climatic regions of the Earth. New York: Springer-Verlag (mapa 1). 36 p.

John K. Francis

Pinus caribaea Morelet, conocido comúnmente como pino caribeño o como Caribbean pine (en inglés), es el único pino tropical que crece de manera natural a bajas elevaciones. Es un árbol majestuoso y alto (fig.1) que crece rápidamente y produce una madera resinosa útil para la producción de maderaje y productos de papel. El pino caribeño se cultiva extensamente en plantaciones a través de los Trópicos húmedos.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del pino caribeño es una serie de poblaciones aisladas por la mayor parte (50) (fig. 2). Las poblaciones al extremo norte de su distribución se encuentran en el área de las Bahamas (hasta la latitud 27° N.): Grand Bahama, Great Abaco, New Providence y Andros, a la vez que en tres pequeñas islas del grupo Caicos. Otras poblaciones se encuentran en las montañas del oeste de Cuba y en la Isla de Pinos (Cuba). Las poblaciones sobrantes se encuentran en Nicaragua, Honduras y Belice, con pequeñas poblaciones aisladas en Guatemala y Quintana Roo, México (75). Su distribución se extiende al sur hasta la latitud 12° N. en Nicaragua.

Se han establecido plantaciones comerciales y pruebas de adaptabilidad en la mayoría de los países tropicales húmedos. En Puerto Rico, la especie establece sus propias semillas alrededor de los árboles plantados, siempre que haya un suelo perturbado o una competencia vegetativa mínima (31).

Clima

El pino caribeño crece en las Bahamas con una precipitación mínima de hasta 750 mm por año y en el más

elevado Valle de Choluteca en Honduras con aproximadamente 600 mm de precipitación anual. Por otra parte, ciertas áreas con pino caribeño en Nicaragua reciben una precipitación de hasta 4000 mm anuales (10, 37). En las Bahamas y Cuba, los sitios con pino caribeño pasan por una temporada seca invernal (de diciembre hasta abril) durante la cual hay poca lluvia. En las tierras costeras bajas de su distribución en la América Central, ningún mes tiene una precipitación de menos de 75 mm, a pesar de que las condiciones durante el mes de abril se vuelven lo suficientemente secas como para que ocurran incendios en la cobertura de gramíneas. Las áreas tierra adentro en la América Central pasan por un período de 4 meses con menos de 75 mm de lluvia por mes (50). Sin embargo, para que un crecimiento aceptable tenga lugar en la América Central, es importante que la estación seca no exceda un período de 4 meses (76).

La temperatura anual promedio del área de distribución en las Bahamas es de 25 °C. En Cuba, en los sitios con pino caribeño, la temperatura anual promedio varía entre 24.5 y 25.5 °C y en la América Central entre 20.0 y 27.0 °C (10). No hay heladas en la totalidad de su área de distribución. En la América Central, la especie crece en las siguientes zonas de vida (sensu Holdridge, 45): bosque tropical seco, bosque tropical húmedo, bosque premontano húmedo y bosque premontano muy húmedo (11). En el Caribe, los rodales nativos se encuentran confinados casi por completo a la zona de vida del bosque subtropical húmedo.



Figura 1.—Una plantación de veinticinco años de edad de pino caribeño, *Pinus caribaea*, en Puerto Rico.

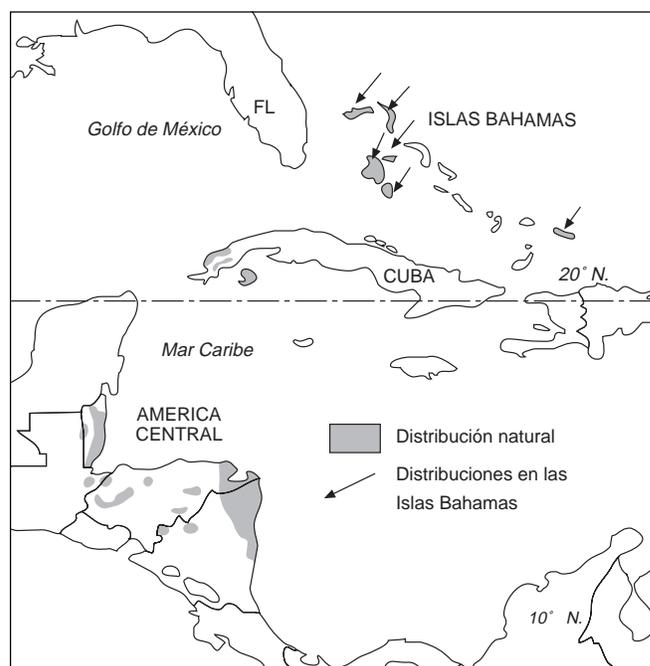


Figura 2.—Area de distribución natural del pino caribaea, *Pinus caribaea*, en las Indias Occidentales y el este de la América Central.

Suelos y Topografía

Dentro de ciertos límites climáticos aceptables, el pino caribeño es notablemente insensible a las condiciones del suelo. A pesar de que esta especie crece mejor en suelos fértiles, puede crecer bien en tierras agotadas de nutrientes y erosionadas, tales como los campos petroleros. En las Bahamas y en las Islas Caicos, los árboles de esta especie crecen en suelos de ligeramente alcalinos a moderadamente alcalinos (pH de 7.5 a 8.5) (10). En Cuba y la América Central, el pino caribeño crece en suelos de intensamente ácidos a ligeramente ácidos (pH de 4.5 a 6.5). Los árboles de fuentes centroamericanas crecen de manera pobre o mueren en suelos con un pH arriba de 7.0. El pino caribeño puede crecer de manera aceptable en suelos que tienen subsuelos saturados por parte del año, pero no prosperará en los sitios pantanosos.

Dentro de las plantaciones de pino caribeño de Puerto Rico, el tipo de suelo (Inceptisoles, Ultisoles y Oxisoles) evidentemente no tiene ningún efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento (72). Sin embargo, en las arenas profundas de las sabanas en el área este de Venezuela que reciben 1000 mm por año de precipitación (>120 cm de profundidad antes de encontrar un aumento en el contenido de arcilla) y en suelos con un nivel de agua subterránea mantenido por un estrato impermeable durante la temporada lluviosa, el pino caribeño perece o crece de manera muy pobre (32).

El pino caribeño crece de manera natural de cerca del nivel del mar hasta una elevación de 700 m, ocasionalmente hasta 1,000 m en la América Central (10, 75). La mayoría de los sitios nativos tienen una topografía moderada, pero las cuevas escarpadas no presentan ninguna dificultad en particular para la especie.

Cobertura Forestal Asociada

Los sitios dominados por el pino caribeño en las Bahamas también sostienen las palmas *Sabal palmetto* (Walt.) Lodd. ex J.A. & J.H. Schult., *Coccothrinax argentata* (Jacq.) Bailey, y *Thrinax* spp., y las dicotiledóneas *Duranta repens* L., *Metopium toxiferum* (L.) Krug. & Urb., *Tetrazygia bicolor* (Mill.) Cogn., *Cordia bahamensis* Urban, *Ascyrum linifolium* Spach., *Randia aculeata* L. y *Turnera ulmifolia* L. (42). El pino caribeño por lo general crece en rodales puros en Oxisoles profundos derivados de serpentina en el oeste de Cuba y como un componente menor con *P. tropicalis* Morelet en suelos derivados de arcillas esquistosas y piedras areniscas (84). Los rodales puros de pino en la llanura costera de Belice tienen unos sotobosques dominados por helechos, *Pteridium* spp. y la caña *Tripsacum* sp. (64).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Unos amentos masculinos de color rojo pardo, estrechos y cilíndricos, de aproximadamente 2.5 cm de largo aparecen en las ramas laterales bajas. Estos caen poco después de la liberación del polen. La especie es monoica (flores masculinas y femeninas en el mismo árbol). Los conos femeninos aparecen en grupos de uno a cinco cerca de la punta de ramitas erectas en la parte superior de la copa. Los conos femeninos tienen menos de 1.3 cm de largo al ser polinizados, aproximadamente 1.9 cm de largo al final del segundo año y de

5 a 12 cm de largo cuando maduros (54, 75). El tiempo transcurrido entre la polinización y la maduración de los conos promedia entre 18 y 21 meses (10). Los conos se maduran al mismo tiempo aproximadamente en una dada localidad, sin importar el tiempo transcurrido desde la polinización. El período de maduración máxima es en mayo o junio en Nicaragua, julio en Belice y Honduras, junio y julio en Cuba, agosto en las Bahamas y septiembre en Puerto Rico (10, 54).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas del pino caribeño son de color pardo, de 5 a 6 mm de largo, con un ala de 20 mm (75). El peso de las semillas varía un poco dependiendo de la variedad y la fuente. Se han reportado conteos de 52,000 a 81,000 semillas por kilogramo (10). La producción de semillas viables en el pino caribeño (de fuentes centroamericanas) está relacionada a los períodos secos, lo que favorece la buena dispersión de polen (51).

Las plantaciones comienzan a producir conos (flores femeninas) a los 4 años de edad en Trinidad y Tobago (85). Los conos en los árboles comienzan a liberar semillas de 2 a 3 semanas después que los conos se tornan de color pardo, dependiendo de las condiciones climáticas (10). La recolección de los conos puede comenzar cuando estos empiezan a volverse de verde a pardo. Los conos verdes que han sido cosechados se pueden secar de manera artificial a temperaturas de entre 30 y 60 °C para extraer las semillas. La viabilidad es aproximadamente la misma que la obtenida con el método tradicional de secado al sol. Se reporta un ligero aumento en la germinación al almacenar los conos verdes a 5 °C por 13 días antes del secado (74).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación comienza un promedio de 12 días después de la siembra en el vivero (60). La germinación puede variar entre casi el 100 por ciento hasta muy bajos porcentajes, dependiendo de la condición de las semillas. Las semillas de poco vigor de pino caribeño capaces de una germinación de sólo el 5 por ciento con la testa removida, muestran una germinación del 25 por ciento al ser tratadas con una solución de ácido giberélico de a una concentración de 5 milimoles (91).

La siembra directa de semillas de pino caribeño ha sido demostrada con éxito en Honduras. El tratamiento de las semillas con insecticidas y repelentes es absolutamente necesario para la germinación satisfactoria en el campo (88). La siembra en lugares preparados para las semillas da mejores resultados que la siembra al vuelo.

El pino caribeño se siembra extensamente como plantas en contenedores. Se han usado varios tipos de contenedores con éxito. Al presente, el tipo más popular es la bolsa plástica de vivero. Esta permite la producción de una plántula de buen tamaño, pero tiene la desventaja de un peso y volumen considerable para el transporte y de un sistema radical con una forma a menudo pobre. Las semillas se pueden sembrar directamente en los contenedores de vivero. Debido a la incertidumbre de la germinación, las semillas se germinan por lo general en bandejas y las plántulas se transplantan a contenedores pocos días después de la emergencia. Una mortalidad promedio del 12 por ciento se reporta como asociada con esta operación (94). El suelo arenoso sin ninguna otra adición es un medio para la siembra mejor que el suelo forestal o la mezcla de arena y estiércol (59).

Un método más práctico pero de mayores riesgos es el de plantar plántulas con las raíces desnudas. La supervivencia de las plántulas con las raíces desnudas está fuertemente relacionada a la calidad de las provisiones, la cual es el resultado de la fertilidad del almácigo del vivero y la densidad de las

provisiones. El porcentaje de plántulas de baja calidad aumenta con rapidez con densidades arriba de 156 plantas por metro cuadrado (82). La poda frecuente (“wrenching”) de las raíces en sitios produciendo plántulas con las raíces desnudas en Honduras resulta en plántulas de menor tamaño con una mejor relación raíces/vástagos y una mejor supervivencia al ser transplantadas al campo que las de las plántulas cuyas raíces no han sido podadas (69). La inmersión de las raíces en una mezcla de arcilla ha sido beneficiosa en Australia (82).

Las plántulas con las raíces desnudas en Honduras han sido producidas en 5 ó 6 meses en el vivero. A esta edad tienen de 15 a 25 cm de alto y un diámetro del collar radical de 3.0 mm o más (11). El mejor crecimiento en las plántulas transplantadas al campo se ha asociado con plántulas variando en altura entre 16 y 32 cm y con un diámetro del collar radical de más de 4.5 mm (23).

Las plántulas con las raíces desnudas se pueden almacenar sin daño alguno selladas (la planta completa) en bolsas plásticas a una temperatura de entre 3 y 9 °C por 1 mes sin pérdidas importantes en la viabilidad. Un almacenamiento más prolongado resulta en una mayor mortalidad, pero las plántulas selladas en plástico grueso y almacenadas por 7 meses a entre 3 y 4 °C muestran todavía una supervivencia del 64 por ciento, comparada con el 80 por ciento para plántulas recién alzadas usadas como controles (25).

Debido al menor costo, se están efectuando unos experimentos y algunas plantaciones operacionales con provisiones con las raíces desnudas. En una prueba en Cuba, se registraron unas supervivencias de campo (21 meses) del 75

al 91 por ciento, dependiendo del tratamiento en el vivero (2). Las plantaciones con las raíces desnudas en Tanzania tuvieron una supervivencia considerablemente menor (del 48 vs. 79 a 98 por ciento) que las plántulas con el terrón o entubadas, pero no tuvieron una tasa de crecimiento significativamente menor (100). El plantado en una hendedura en el subsuelo resultó en un sistema radical más ramificado y profundo que el plantado en un hoyo ordinario (43).

El control del hierbajo posterior al plantado es a menudo necesario para evitar la supresión y la alta mortalidad de las plántulas (58). Algunas plantaciones, especialmente en las tierras agrícolas abandonadas, requieren de poco o ningún desyerbado; entre más fértil el sitio, más cuidado necesitará. Los planteles de pino caribeño en sitios fértiles en Puerto Rico no fueron adecuadamente protegidos aún con 5 limpiezas con machete y dos tratamientos con herbicidas en un período de 17 meses (34).

Reproducción Vegetativa.—El pino caribeño se injerta de manera rutinaria durante operaciones de mejoramiento genético. El injerto de campo en hendeduras en una posición superior terminal típicamente produce unas uniones exitosas del 60 al 100 por ciento de las veces (83). Los acodos han sido también usados con éxito en la propagación de esta especie (10).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento en altura durante los primeros 20 años varía entre 0.75 a 1.5 m por año (tabla 1). El crecimiento en altura disminuye después de

Tabla 1.—Información sobre el crecimiento en plantaciones de pino caribeño, *Pinus caribaea*, en diversas localidades

Localidad	Variedad*	Edad	Precipitación	D.a.p. promedio	Altura promedio	Referencia
		Años	mm/año	cm	m	
Turrialba, Costa Rica	h	2.0	2673	5.2	3.6	(79)
Assis, Brasil	h	3.2	nd†	nd	72 ‡	(37)
Buhindi, Tanzania	h	3.2	nd	nd	5.2	(37)
Viñales, Cuba	c	4.8	1765	nd	4.1	(3)
Viñales, Cuba	b	4.8	1765	nd	2.8	(3)
Frankfort, Sudáfrica	h	5.0	nd	14.0	11.3	(85)
Verata, Fiji	h	5.4	2150	14.2	9.6	(73)
Drasa, Fiji	h	5.8	2150	11.4	7.9	(73)
Afaka, Nigeria	h	9.0	1290	nd	12.0	(4)
Uplands, Puerto Rico	h	10.0	2000	19.0	13.6	(33)
Curua, Brasil	h	12.0	nd	nd	17.0 ‡	(50)
La Yeguada, Panamá	h	12.0	3463	17.6	15.6	(35)
San Lorenzo, Puerto Rico	h	12.0	2340	21.3	14.4	(47)
Drasa, Fiji	h	12.5	2132	21.6	18.5	(16)
Nassori Highland, Fiji	h	12.5	2578	27.9	20.3	(16)
Kuranta 212/1, Australia	h	15.0	1130	nd	15.8	(5)
Kuranta 212/2, Australia	h	15.0	1130	nd	21.6	(5)
Costa Rica	h	17.0	nd	25.8	25.6	(71)
Wongable, Australia	h	17.0	1427	nd	26.0	(5)
Gadgarra, Australia	h	17.0	2000	nd	30.8	(5)
Lares, Puerto Rico	h	18.0	2000	nd	30.0 §	(52)
Moca, Puerto Rico	h	19.0	2320	24.3	25.3	(47)
Blue Mountains, Jamaica	h	20.0	2000	32.3	27.0 §	(50)
Utua, Puerto Rico	h	22.0	1740	25.8	25.3	(47)
Luquillo Puerto Rico	b	23.0	3000	25.5	19.6	(30)
Luquillo Puerto Rico	h	24.0	3000	45.5	25.6	(30)
Luquillo, Puerto Rico	c	26.0	3000	29.3	21.6	(30)
Dukuduku, Sudáfrica	h	27.0	nd	40.4	23.5	(85)
Lacetilla, Honduras	h	32.0	3280	36.0	23.7	(41)

* h = *P. caribaea* var. *hondurensis*, b = *P. caribaea* var. *bahamensis*, c = *P. caribaea* var. *caribaea*.

† No disponible.

‡ En estudios en donde se comparan procedencias o sitios múltiples, se proporciona la información sobre la mejor procedencia o sitio.

§ Altura de los árboles dominantes solamente.

los 15 a 25 años, y una altura máxima de 30 a 40 m en buenos sitios se alcanza eventualmente. Se pueden esperar unos diámetros a la altura del pecho (d.a.p.) máximos de 0.5 a 1.5 m, dependiendo de la calidad del sitio.

Los incrementos en volumen anuales al presente en rodales naturales previamente cosechados por selección en Nicaragua varían desde cerca de 2 a 8 m³ por hectárea por año. Los rodales naturales sin manejar en Honduras, situados en suelos demasiado pobres para la agricultura, producen al presente de 2.5 a 3.0 m³ por hectárea por año. Con un buen manejo, se pueden esperar unos rendimientos de 6 a 11 m³ por hectárea por año (29). Los incrementos en rodales similares en Cuba y las Bahamas pueden ser tan bajos como de 1.4 m³ por hectárea por año (10). La mayoría de los rodales naturales están compuestos de árboles viejos que han pasado por muchos años de supresión y crecimiento lento. Las plantaciones por lo general poseen una ventaja en cuanto al rendimiento sobre los rodales naturales existentes debido a las menores edades, una densidad óptima y una mejor calidad del sitio en general. Unos rendimientos en las plantaciones (volumen total de los rollizos, incluyendo la corteza) de más de 15 m³ por hectárea por año se pueden esperar por lo usual en sitios apropiados. Los rendimientos proyectados para plantaciones a los 15 años en los “mejores” sitios, basados en

muchas pruebas, fueron de 35, 27, 32, 24 y 32 m³ por hectárea por año para Costa Rica, Jamaica, Puerto Rico, Trinidad y Tobago y Venezuela, respectivamente (53). Unos rendimientos mucho mayores (de hasta 52 m³ por hectárea por año) han sido reportados en parcelas pequeñas (tabla 2). Se han preparado tablas de rendimiento que muestran los rendimientos a varias edades, tasas de crecimiento (clases de sitio) y densidades (49). También se han desarrollado modelos para predecir el rendimiento en función del peso de la biomasa de la madera del tallo producida (56).

Debido a las cortas excesivas y los incendios frecuentes, las áreas basales del pino caribeño en su área de distribución natural tienden a ser muy bajas, a menudo de 5 m² por hectárea o menos (un área basal de 25 m² por hectárea se considera como normal para rodales de pino naturales, maduros y de densidad óptima en Honduras) (29).

Se han construido curvas de crecimiento para diferentes clases de sitio (índices de sitios) en plantaciones en Surinam (93), Trinidad y Tobago (49), México (28) y Puerto Rico (47). No se ha establecido una convención todavía para la edad de índice de sitio. Se han desarrollado modelos de volumen y tablas calculando los volúmenes con o sin corteza para un dado diámetro máximo para árboles creciendo en plantaciones en varias localidades (tabla 3). Se ha publicado

Tabla 2.— Incrementos excepcionales en el volumen para plantaciones de pino caribeño en varias partes del mundo

Localidad	Edad	Volumen total	Incremento anual promedio en volumen incluyendo la corteza	Referencia
	Años	m ³ /ha	m ³ /ha/años	
Jari, Brasil	6.0	182 *	30.3 *	(98)
Afaka, Nigeria	9.0	135	15.0	(4)
Curua, Brasil	12.0	317 *	26.4 *	(50)
La Yeguada, Panamá	12.0	292	24.3	(35)
Puerto Rico (compuesto de 7 parcelas)	12.0	263 *	21.9 *	
Guzmán, Puerto Rico	12.3	646	52.5	(96)
Utua, Puerto Rico	12.5	580	46.4	(96)
Lares, Puerto Rico	18.0	867	48.2	(52)
Puerto Rico (compuesto de 6 parcelas)	19.0	351 *	18.4 *	(47)
Caracoles, Puerto Rico	20.0	782	39.1	(52)
Toolara, Australia	21.0	450	21.4	(6)
Trinidad, Trinidad y Tobago	25.0	501 *	20.0 *	(65)

*Volumen e incremento en el volumen interior a la corteza (del 49 al 68 por ciento del volumen, exterior a la corteza).

Tabla 3.— Modelos de volumen y tablas desarrolladas para el pino caribeño, Pinus caribaea, en varias partes del mundo

Area en donde desarrollado*	Volúmenes predichos dentro de estos límites†	Referencia
Australia	EC hasta 5 diámetros al tope; sólo modelos	(90)
Cuba	IC y EC hasta 1 diámetro al tope; de 6 a 28 cm en d.a.p.	(17)
Cuba	IC y EC hasta 2 diámetros al tope; de 6 a 30 cm en d.a.p.	(68)
República Dominicana	EC hasta 1 diámetro al tope; de 4 a 50 cm en d.a.p.	(78)
Guatemala	IC y EC hasta 4 diámetros al tope; de 26 a 80 cm en d.a.p.	(76)
Jamaica	IC (límites no dados)	(48)
Jamaica	EC hasta 1 diámetro al tope; de 13 a 51 cm en d.a.p.	(50)
Malasia	IC y EC hasta 1 diámetro al tope; de 8 a 28 cm en d.a.p.	(80)
Panamá	IC y EC hasta 3 diámetros al tope; de 9 a 35 cm en d.a.p.	(89)
Puerto Rico	IC hasta 1 diámetro al tope; de 10 a 46 cm en d.a.p.	(47)
Surinam	IC y EC hasta 4 diámetros al tope; de 4 a 42 cm en d.a.p.	(92)
Tanzania	IC y EC hasta 4 diámetros al tope; de 6 a 50 cm en d.a.p.	(1)
Tanzania	EC hasta 1 diámetro al tope; de 5 a 50 cm en d.a.p.	(13)
Uganda	EC hasta 1 diámetro al tope; de 10 a 32 cm en d.a.p.	(50)

* A excepción de las referencias cubanas, *P. caribaea* var. *caribaea*, todos fueron desarrollados para *P. caribaea* var. *hondurensis*.

† IC = interior a la corteza, EC=exterior a la corteza, d.a.p. = diámetro a la altura del pecho.

una tabla (50) que da la proporción del volumen de la madera del volumen total del rollizo de árboles pino caribeño de tamaño variado en Uganda. La madera varió entre un 49 por ciento del total en árboles de 10 cm en d.a.p. y 4 m de alto y un 68 por ciento del total en árboles de 32 cm en d.a.p. y 20 m de alto. El grosor de la corteza en árboles de plantación en Trinidad promedió 1.2, 1.7, 2.1 y 2.3 cm para árboles en las clases de d.a.p. de 0 a 10, 11 a 20, 21 a 30 y 31 a 40 cm, respectivamente (49).

La edad de los árboles de pino caribeño se puede aproximar mediante el conteo de los anillos, que son muy evidentes. En un estudio cubano, el conteo de los anillos correspondió con la edad de la plantación (67). Sin embargo, en otro estudio cubano, el coeficiente de edad (la edad real/número de anillos) para el pino caribeño fue de 0.8 (36).

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen rápidamente una raíz pivotante con muchas raíces laterales. La forma del sistema radical adulto se encuentra controlado en gran medida por el medio ambiente. Los sistemas radicales profundos con raíces pivotantes largas son producidos en suelos arenosos profundos, y los sistemas radicales laterales y superficiales son producidos en arcillas con subsuelos pobremente aireados. El injerto radical es, evidentemente, un suceso común. Los tocones en Puerto Rico permanecen vivos por varios años y forman un callo sobre el área cortada. Estos tocones se ven aparentemente provistos de nutrientes a través de sus uniones radicales con los árboles cercanos (observación personal del autor).

Las raíces de los pinos se encuentran normalmente asociadas con ectomicorrizas. Los hongos micorrizales aumentan la absorción de agua y nutrientes en el árbol y pueden ofrecer cierta protección contra patógenos radicales. A pesar de que las plántulas de pino pueden crecer sin hongos micorrizales normalmente en un medio constantemente abonado, la supervivencia en los suelos naturales es imposible en ausencia del simbiote. Muchos intentos de establecer pinos en Puerto Rico, en donde no existen pinos indígenas, no tuvieron éxito hasta que se importaron plántulas inoculadas e inóculo de áreas con pinares (14). La inoculación de las plántulas de pino caribeño artificialmente con *Pisolithus arrhizus* resultó en un 31 por ciento más de altura en las plántulas a los 11 meses de edad que en las plántulas inoculadas con material del suelo de bosques de pino conteniendo el hongo *Telephora terrestris* (27). El hongo simbiótico *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch. ha sido identificado en asociación con pinos caribeños en Brasil, Puerto Rico, Australia y México (63).

Reacción a la Competencia.—A la edad de entre 18 y 20 años, las mejores parcelas en un estudio de espaciamiento sin entresacado en Puerto Rico tuvieron una supervivencia del 70 por ciento. Los tres espaciamientos más estrechos (1.5 por 1.5 m, 2.1 por 2.1 m y 3 por 3 m) rindieron el volumen total de rollizo mayor pero produjeron diámetros menores que los espaciamientos más amplios (52). Al igual que con la mayoría de especies, la densidad arbórea o el área basal influyen grandemente la tasa de crecimiento en diámetro de los individuos en el rodal. Unas áreas basales de entre 20 y 60 m² por hectárea son comunes en las plantaciones y se han reportado unas áreas basales de hasta 90 m² por hectárea (47). La mortalidad es muy poca hasta que se alcanza un área basal de 70 m² por hectárea. Se sugiere el entresacado para alcanzar un área basal de 34 m² por hectárea para mantener un crecimiento rápido en el diámetro (8). Para la

producción de pulpa de madera en una rotación de 10 años se recomienda el manejo para un rodal inicial de 800 a 900 árboles por hectárea. Para una combinación de pulpa de madera y maderos aserrables, se recomienda un entresacado intenso a los 6 a 8 años. Para la producción exclusiva de maderos aserrables, deberán establecerse unas densidades de 200 a 700 árboles por hectárea, dependiendo del diámetro mínimo aceptable (19). El entresacado pre-comercial resulta en un mayor volumen total producido y una mayor retribución económica que los repetidos entresacados comerciales (8).

Agentes Dañinos.—Los escarabajos de la corteza del pino *Dendroctonus frontalis* Zimmerman y *D. mexicanus* Hopk. son plagas serias del pino caribeño en la América Central (10). Son endémicos como parásitos secundarios y a menudo también atacan árboles saludables. *Ips calligraphus* Germar e *I. avulsus* Eich en la América Central y el Caribe son un poco menos destructivos en los rodales saludables. Los ataques a gran escala son desencadenados por el estrés asociado con el daño por huracanes, sequías e incendios o en los rodales de pino de una densidad excesiva. Un daño menos extenso puede resultar del ataque por áfidos (Adelgidae y Aphididae), gorgojos (Curculionidae), escarabajos buprestidos (Buprestidae), ácaros (Tetranychidae), hormigas defoliadoras (*Atta* spp., Formicidae), termitas (Isoptera) y falenas (Lepidoptera) (10).

El pino caribeño no es susceptible al ataque por el escarabajo del polvo de salvadera (*Lyctus* spp.) (18). La resistencia de la madera a las termitas de la madera seca (*Cryptotermes brevis* Walker) está relacionada a su contenido de resina. El duramen saturado de resina es muy resistente, mientras que la madera con un contenido bajo de resina es sólo moderadamente resistente (55). La madera del pino caribeño tiene una resistencia baja a la polilla del mar (*Teredo* spp.).

Las nuevas plántulas de vivero del pino caribeño son moderadamente susceptibles al mal del vivero. La enfermedad es causada por los hongos *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk., *Rhizoctonia solanti* (Kuhn), *Pithium* spp. y *Fusarium* spp. La incidencia del mal del vivero se puede reducir mediante el evitar demasiada materia orgánica "cruda", la humedad excesiva, el pH o alcalinidad altos y la alta densidad de la siembra (10). Se reportan unas pérdidas de árboles en plantaciones alrededor del mundo debido a los hongos patógenos de las raíces *Armillaria mellea* (Vahl) Kummer, *Phytophthora cinnamomi* Rands., *Fomes annosus* (Fr.) Cooke y *Cylindrocladium* spp. (12, 15, 44, 87).

En una prueba involucrando ocho especies de árboles que fueron cortados para traviesas de ferrocarril y almacenados a campo abierto en Cuba, la madera del pino caribeño fue la más susceptible a la pudrición. Los hongos *Schizophyllum commune* Fr., *Corioloopsis fulvocinerea* Murr., *Dacryopinax spathularia* (Schw.) Martin, *Auricularia* sp. y *Corioloopsis occidentalis* (Klotzsch.) Murr. fueron detectados en las piezas utilizadas en la prueba.

USOS

La albura del pino caribeño es amarilla clara, contrastando con el duramen de color de pardo dorado a pardo rojizo. Los anillos son evidentes y claramente delimitados. Pueden también haber anillos falsos (comunicación personal de Clark Lantz, Dasonomía Cooperativa, Departamento de Agricultura

de los Estados Unidos, Servicio Forestal Federal, Atlanta, GA). La textura de la madera es de mediana a un tanto tosca y la fibra es recta. La madera tiene un lustre mediano y la madera de compresión está con frecuencia presente.

La densidad es un determinante crítico de la calidad de la madera. La densidad del pino caribeño varía con la proporción de la albura y el duramen, la cantidad de madera juvenil hacia el centro y el porcentaje de resina depositado en la madera. La densidad del pino caribeño varía de menos de 0.3 g por cm³ hasta más de 1.0 g por cm³ en material saturado de resina (77). Las densidades de la madera en la madera comercial varían por lo común entre 0.4 y 0.7 g por cm³. En la madera no saturada de resina, la tasa de crecimiento es el mayor determinante de la densidad de la madera. La variedad *hondurensis*, de más rápido crecimiento, tiende a tener una densidad menor que las variedades *caribaea* y *bahamensis* (77). Las densidades de la madera en los árboles de plantación de rápido crecimiento en Brasil varían entre 0.35 y 0.41 g por cm³ (97). La procedencia, el sitio y las diferencias genéticas entre árboles pueden tener una influencia considerable sobre la densidad de la madera (9, 46, 70).

La madera de pino caribeño creciendo naturalmente con un contenido de humedad del 12 por ciento tuvo una resistencia al doblado de 1,173 kg por cm², un módulo de elasticidad de 157,000 kg por cm² y una fortaleza máxima a la compresión de 600 kg por cm² (95). Estos valores son comparables a aquellos para el pino *P. elliottii* Engelm. El análisis de la madera de baja densidad, cultivada en plantaciones, deberá resultar en valores considerablemente menores.

La madera de plantación de baja densidad se seca al aire rápidamente con un mínimo de degradación, pero el material más denso se seca al aire con lentitud, con una tendencia a rajaduras en los extremos en las piezas gruesas. La contracción durante el proceso de verde a secado al horno es de 6.3 por ciento radial, 7.8 por ciento tangencial y 12.9 por ciento volumétrica (21).

Muy pocas dificultades se han encontrado durante el trabajo a máquina de la madera del pino caribeño, a excepción de la madera saturada de resina, que puede engomar el filo de la maquinaria y las superficies para el desliz de la misma (77). La mayor uniformidad en los anillos anuales y un número reducido de nudos resultan en una mayor facilidad en el trabajo con esta especie que con muchas coníferas templadas tales como *P. elliottii* (77, 81).

Existen muchos usos para la madera del pino caribeño. La madera aserrada es el uso principal; sin embargo, debido a la alta variabilidad en la fortaleza, la madera aserrada deberá ser usada sólo en la construcción de productos sujetos a bajo estrés, tales como forros, tabiques, soleras, pisos y cubiertas (77). Entre otros usos se encuentran cajas, postes tratados, pértigas, muebles de bajo costo y juguetes. Debido a su durabilidad, la madera saturada de resina es aún popular para cubiertas de botes. Se reporta que la madera es adecuada para triplex, tablas de lana de madera y cemento y tableros de partículas (20, 40, 77, 99).

La viruta del pino caribeño es adecuada para varios tipos de pulpa, excepto para pulpa de disolución (77). La viruta para pulpa se produce en Brasil, Australia, la América Central y África a partir de esta especie.

La madera del pino caribeño se usa de manera limitada para leña, leña para iniciar fuegos, para la manufactura de

carbón y como antorchas. El valor calórico en bruto (en base al peso en seco) del pino caribeño es de 20,298 kJ/kg (39). El valor variaría de manera considerable de acuerdo al contenido de resina de la madera muestreada. En la América Central se extrae resina de esta especie (75). El tanino extraído de la corteza del pino caribeño es adecuado para curtir cuero. Se obtiene un rendimiento del 5 al 10 por ciento de la corteza molida, dependiendo del método de extracción usado, la edad del árbol y la variedad de la especie (61, 62). La corteza de árboles de 15 años de edad en varios países alrededor de la Cuenca del Caribe varió entre el 13 y 21 por ciento del volumen al d.a.p. (52).

El pino caribeño se usa como una especie ornamental y como un árbol de sombra, en parte debido a su rápido crecimiento y a su adaptabilidad en la mayoría de tipos de suelo, incluyendo el relleno parcialmente compactado. Algunos consideran la constante caída de las agujas foliares como una molestia. La especie también se planta extensamente para estabilizar y restaurar sitios erosionados y agotados de nutrientes. Es particularmente eficaz para la protección de cuencas y vertientes perturbadas.

Una plantación de pino caribeño se comparó con un bosque secundario de especies frondosas de edad similar en Puerto Rico (22). Ambos tipos produjeron una cantidad similar de materia orgánica. La plantación de pino generó más hojarasca y menos raíces finas que el bosque secundario de especies frondosas. El número de especies de plantas aumentó bajo los árboles en las plantaciones de pino caribeño casi al mismo nivel encontrado en los bosques secundarios de especies frondosas con árboles dominantes de una edad similar (57).

GENETICA

Los taxónomos reconocen tres variedades de pino caribeño: *P. caribaea* var. *caribaea* de Cuba y la Isla de Pinos, *P. caribaea* var. *hondurensis* de la América Central y *P. caribaea* var. *bahamensis* de las Bahamas y las Islas Caicos. Estas variedades difieren un tanto unas de otras en el número de agujas por fascículo, el tamaño de los conos y la anatomía del ala de la semilla (10). Existen diferencias significativas entre las procedencias de por lo menos la variedad centroamericana en cuanto a la densidad de la madera libre de extractivos (46). Esta especie y todas las especies de pino tienen $2N = 24$ cromosomas (66).

Unas pruebas de progenie en huertos de semillas selectos en Queensland, Australia, mostraron un mejora considerable en la forma. La progenie de material selecto (Mountain Pine Ridge, fuente de Belice) produjo 3.5 veces más maderos rectos de más de 6 m en promedio que los árboles de Poptúm, Guatemala, obtenidos de semillas no sujetas al proceso de selección. En la progenie del material de Belice, el diámetro y el ángulo de las ramas no se vieron afectados, los líderes múltiples se vieron ligeramente disminuidos y la resistencia al daño por el viento disminuyó (26). En Cuba se reporta una heredabilidad promedio del 67 por ciento para el rendimiento de resina (7). Las heredabilidades en el sentido estrecho para 26 familias de polinización abierta en una prueba de progenie de 11 años de edad en Australia resultaron en $h^2 = 0.55$ para la densidad de la madera y $h^2 = 0.55$ para el porcentaje de madera de otoño. El grosor de los anillos ($h^2 = 0.23$) y la madera de compresión ($h^2 = 0.10$) mostraron poco control genético relativamente (25).

Los híbridos naturales ocurren entre *P. caribaea* var. *hondurensis* y *P. oocarpa* Schiede y *P. oocarpa* var. *ochoterenai* en las áreas en donde su distribución coincide en la América Central. Se reporta que los híbridos poseen mejor forma y más rápido crecimiento que cualquiera de las dos especies progenitoras (75, 86). Se han producido híbridos artificiales con *P. elliottii*, *P. patula* Schl. & Cham. y *P. oocarpa*. Los híbridos de la primera generación (F1) de *P. caribaea* var. *hondurensis* y *P. elliottii* exceden esta última en crecimiento en el sur de Queensland y se recomiendan para plantar en sitios pantanosos. El híbrido F2, que es considerablemente más barato de producir, crece más lentamente que el híbrido F1, pero siempre más rápidamente que *P. elliottii* (25). El híbrido *P. caribaea* X *patula* se reportó como excediendo al progenitor de más rápido crecimiento (el pino caribeño) en altura a los 5.5 años de edad. La supervivencia fue excelente, y la densidad de la madera fue aceptable (24, 25).

LITERATURA CITADA

- Ackhurst, P.W.; Micski, J. 1971. Tanzania standard volume table for *Pinus caribaea*. Dar es Salaam, Tanzania: Ministry of Natural Resources and Tourism, Forest Division. 29 p.
- Acosta, Rafael; Hernández, Daniel; Alvarez, Arnaldo [y otros]. 1976. El manejo del *Pinus caribaea* var. *caribaea* a raíz desnuda en los suelos rojos montañosos (Guane), de la estación experimental forestal de Viñales, Pinar del Río, Cuba. *Revista Forestal Baracoa*. 6(1/2): 3-13.
- Acosta Romero R. 1976. Desarrollo de 6 especies de pino con distintos, espaciamientos, en suelos rojos montañosos esqueléticos de Viñales. *Revista Forestal Baracoa*. 6(3/4): 3-12.
- Adegbehin, J.O.; Nokoe, S.; Okojie, J.A.; Otegbeye, G.O. 1988. Trials and growth of *Pinus caribaea* in northern Nigeria. *Pakistan Journal of Forestry*. 38(1): 1-13.
- Alvarez, A.; Stephan, G.; González, A.; Blanco, J. 1987. Alternativas para el mejoramiento genético de los rendimientos de resina en *Pinus caribaea* var. *caribaea*. I. El mejoramiento genético de los rendimientos de resina. *Revista Forestal Baracoa*. 17(1): 55-63.
- Anderson, T.M.; Bacon, G.J.; Shea, G.M. 1981. Thinning strategies for Honduras Caribbean pine in plantations: an analysis of precommercial and commercial thinnings. Tech. Pap. 25. Brisbane, Queensland, Australia: Department of Forestry, Queensland. 17 p.
- Barns, R.D.; Gibson, G.L.; Bardey, M.A. 1980. Variation and genotype-environment interaction in international provenance trials of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and implications for population improvement strategy. En: Proceedings of the IUFRO symposium and workshop on genetic improvement and productivity of fast growing tree species; 1980 August 25-30, Aguas de São Pedro, Brazil. 20 p.
- Barrett, Wilfredo H.G.; Golfari, Lamberto. 1962. Descripción de dos nuevas variedades del "pino del Caribe". *Caribbean Forester*. 23(2): 59-71.
- Bauer, Jan. 1982. Especies con potencial para la reforestación en Honduras: resúmenes. Tegucigalpa, Honduras: Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal. 42 p.
- Bega, R.U.; Henderson, F.F. 1962. Variation of monobasidiospore isolates of *Fomes annosus* [Resumen]. *Phytopathology*. 52(1): 3.
- Borota, J. 1971. A preliminary volume table for *Pinus caribaea*. Silv. Res. Note 17. Dar es Salaam, Tanzania: Ministry of Natural Resources and Tourism, Forest Division. 7 p.
- Briscoe, Charles B. 1959. Early results of mycorrhizal inoculation of pine in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 20(3/4): 73-77.
- Browne, F.G. 1968. Pests and diseases of forest plantation trees. Oxford, England: Oxford University Press. 1,330 p.
- Burley, J.; Palmer, E.R. 1979. Pulp and wood densitometric properties of *Pinus caribaea* from Fiji. Occas. Pap. 6. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry. 66 p.
- Burley, J.; Wright, H.J.; Matos, E. 1972. A volume table for *Pinus caribaea* var. *caribaea*. *Commonwealth Forestry Review*. 51(2): 137-142.
- Cause, M.L.; Rudder, E.J.; Kynaston, W.T. 1989. Queensland timbers: their nomenclature, density and lyctid susceptibility. Tech. Pamph. 2. Indooroopilly, Queensland, Australia: Timber Research and Extension Branch, Department of Forestry, Queensland. 126 p.
- Cuevas, Elvira; Brown, Sandra; Lugo, Ariel E. 1991. Above- and belowground organic matter storage and production in a tropical pine plantation and a paired broadleaf secondary forest. *Plant and Soil*. 135: 257-268.
- Chaves Salas, E.; Vincent, L. 1990. Relación productividad/densidad de suelo en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. and Golf. en las sabanas al sur del estado Mongas, Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana*. 5(90): 49-82.
- Chittenden, A.E.; Flaws, L.J.; Hamilton, H.R.; Hawkens, A.J. 1972. Particle boards from *Pinus caribaea* from Fiji. Rep. L29. London: Tropical Products Institute. 12 p.
- Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 466 p.
- De Nacimiento, J.; Arias, J. 1983. Estudio del tronco en los piños cubanos. *Revista Forestal Baracoa*. 13(2): 7-26.
- De Nacimiento, J.; Gonzalez, O.; Benitez, H.; [y otros]. 1983. Tabla preliminar de rendimiento para *Pinus caribaea*: Pinar del Río. *Revista Forestal Baracoa*. 13(2): 103-124.
- Department of Forestry, Queensland. 1979. Research report: 1977. Res. Rep. 1. Brisbane, Queensland, Australia: Department of Forestry, Queensland. 96 p.
- Department of Forestry, Queensland. 1983. Research report: 1983. Res. Rep. 4. Brisbane, Queensland, Australia: Department of Forestry, Queensland. 80 p.
- Department of Forestry, Queensland. 1987. Research report: 1985. Res. Rep. 5. Brisbane, Queensland, Australia: Department of Forestry, Queensland. 100 p.
- Department of Forestry, Queensland. 1989. Research report: 1986 and 1987. Res. Rep. 6. Brisbane, Queensland, Australia: Department of Forestry, Queensland. 135 p.
- Ferrer, Anairad; Cabrera, Teresa; Herrera, Sara. 1987. Perspectivas para la utilización de las micorrizas ectotrofas en el cultivo de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. *Revista Forestal Baracoa*. 17(2): 97-107.

28. Fierros, Aurelio; Ramírez, Hugo. 1990. Índice de sitio para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en "La Sabana", Oaxaca, México. En: Salazar, Rodolfo, ed. Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: 441-457.
29. Food and Agriculture Organization. 1968. Survey of pine forests: Honduras. FAO/SF: 26-HON 50. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 80 p.
30. Francis, John K. 1989. The Luquillo Experimental Forest Arboretum. Res. Note SO-358. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 8 p.
31. Francis, John K.; Liogier, Henri A. 1991. Naturalized exotic tree species in Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-82. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 13 p.
32. Franco, Wilfredo; Acosta, Jorge. 1985. Avances en la clasificación de suelos con fines de plantación de *Pinus caribaea* en Chaguaramas, Edo, Monagas, Venezuela. Revista Forestal Latinoamericana. 3(85): 37-51.
33. Geary, T.F.; Briscoe, C.B. 1972. Tree species for plantations in the granitic uplands of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-14. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 8 p.
34. Geary, T.F.; Zambrana, J.A. 1972. Must Honduras pine be weeded frequently in Puerto Rico. Res. Pap. ITF-16. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 16 p.
35. Gewald, N.J. 1980. Datos de crecimiento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la reserva forestal La Yeguada, Panamá. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Memorandum archivado en el U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico.
36. González Randón, O.A.; Eremeev, A. 1976. Cálculo de los coeficientes de edad para seis especies maderables de Cuba. Revista Forestal Baracoa. 6(3/4): 44-48.
37. Greaves, A. 1980. Review of the *Pinus caribaea* Mor. and *Pinus oocarpa* Schiede international provenance trials, 1978. Occas. Pap. 12. Oxford, England: University of Oxford, Commonwealth Forestry Institute. 89 p.
38. Guerra Rivero, Celia. 1979. Estudio preliminar sobre la acción de los hongos descompositores de la madera, en traviesas pertenecientes a ocho especies maderables. Revista Forestal Baracoa. 9(1/2): 25-47.
39. Harker, A.P.; Sandels, A.; Burley, J. 1982. Caloric values for wood and bark and a bibliography for fuelwood. Rep. G162. London: Tropical Products Institute. 20 p.
40. Hawken, A.J.; Robinson, A.P. 1978. Technical evaluation of woodwool/cement slabs made from *Pinus caribaea* grown in Fiji. Rep. L48. London: Tropical Products Institute. 28 p.
41. Hazlett, D.L.; Montesinos, J.L. 1980. El crecimiento de 27 especies maderables en plantaciones de Lancetillas. Artículo Científico 1. Siguatepeque, Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales y Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal. 9 p.
42. Henry, P.W.T. 1974. The pine forests of the Bahamas. Land Res. Study 16. Surbiton, Surrey, England: Overseas Development Administration, Land Resources Division. 178 p.
43. Hernández, Daniel; Acosta, Rafael; Ancizar, Alfredo; Gómez, José R. 1976. Desarrollo del *Pinus caribaea* var. *caribaea* plantado en diferentes preparaciones profundadas del suelo. Revista Forestal Baracoa. 6(1/2): 14-23.
44. Hodges, C.S.; May, L.C. 1972. A root disease of pine, araucaria and eucalyptus in Brazil caused by a new species of *Cylindrocladium*. Phytopathology. 62: 898-901.
45. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology, San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
46. Houkal, D.J. 1981. Geographic variation in the specific gravity of the timber of *Pinus oocarpa* and *P. caribaea* from Honduras. Artículo Científico 4. Siguatepeque, Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales. 11 p.
47. Hussain, Mohammed Zakir. 1987. Growth studies of plantations of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Puerto Rico. New Haven, CT: Yale University. 118 p. Disertación doctoral.
48. Johnson, M.S.; Alder, D.; Jefferson, M.E. 1981. Inventory of Caribbean pine in central and eastern Jamaica. Rep. 81. Surbiton, Surrey, England: Overseas Development Administration. [s.p.].
49. Lackhan, Narine P. 1976. *Pinus caribaea* (var. *hondurensis*) in Trinidad and Tobago. Port of Spain, Trinidad and Tobago: Ministry of Agriculture, Lands, and Fisheries; Forestry Division. 35 p.
50. Lamb, A.F.A. 1973. *Pinus caribaea*. Fast growing timber trees of the lowland Tropics 6. Oxford, England: University of Oxford, Commonwealth Forestry Institute. 254 p. Vol. 1.
51. Lantz, Clark W. 1983. *Pinus caribaea* cone maturation in Puerto Rico. En: Proceedings of the 17th Southern forest tree improvement conference; 1983 June 7-9; Athens, GA. [Lugar de su publicación desconocido]: Southern Forest Tree Improvement Committee: 30-33.
52. Liegel, L.H.; Balmer, W.E.; Ryan, G.W. 1985. Honduras pine spacing trial results in Puerto Rico. Southern Journal of Applied Forestry. 9(2): 69-75.
53. Liegel, Leon H. 1991. Growth and site relationships of *Pinus caribaea* across the Caribbean Basin. Gen. Tech. Rep. SO-83. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 70 p.
54. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O.; Wadsworth, Frank H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1,024 p. Vol. 2.
55. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. Agric. Handb. 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
56. Lugo, Ariel E.; Brown, Sandra; Chapman, Jonathan. 1988. An analytical review of production rates and stemwood biomass of tropical forest plantations. Forest Ecology and Management. 23: 179-200.
57. Lugo, Ariel E.; Liegel, Leon H. 1987. Comparison of plantations and natural forests in Puerto Rico. En: People and the tropical forest. Washington, DC: United States Man and the Biosphere (MAB) Program: 41-44.
58. Maghembe, Jumanne A. 1979. Effect of weeding and some soil characteristics on the survival and growth of *Pinus caribaea* in plantations at Ruvu. Record 8. Dar es Salaam, Tanzania: University of Dar es Salaam, Division of Forestry. 12 p.

59. Maghembe, Jumanne A.; Lulandala, Luther L.L. 1980. Effect of different potting mixtures and nutrient treatments on the survival and growth of *Pinus caribaea* seedlings. Record 16. Dar es Salaam, Tanzania: University of Dar es Salaam, Division of Forestry. 20 p.
60. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10: 11-30.
61. Martínez, F.; Menéndez, J.M.; González, R.; Harewood, Ch. 1983. Obtención de taninos a partir de corteza de dos especies de pinos cubanos. Revista Forestal Baracoa. 13(1): 51-64.
62. Martínez, F.; Mercadet, Alicia; Vargas, L.M. 1987. Estimación del contenido de taninos en la corteza de 13 especies de pinos que crecen en topes de collantes. Revista Forestal Baracoa. 17(1): 35-44.
63. Marx, Donald H. 1977. Tree host range and world distribution of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius*. Canadian Journal of Microbiology. 23(3): 217-223.
64. McWilliam, J.R. 1955. Caribbean pine (*Pinus caribaea*): some notes on its development and characteristics in Central America. Res. Note 4. Brisbane, Queensland, Australia: Queensland Forest Service. 42 p.
65. Miller, A.D.S. 1969. Provisional yield tables for *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Trinidad. Port of Spain, Trinidad and Tobago: Government Press. 11 p.
66. Mirov, N.T. 1967. The genus *Pinus*. New York: The Ronald Press Company. 602 p.
67. Napier, Ian. 1982. La poda de raíz del *Pinus oocarpa* y el *Pinus caribaea* en los viveros de Honduras. Artículo Científico 5. Tegucigalpa, Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal. 15 p.
68. Ong, S.H. 1978. A study in the variation in some structural features and some wood properties of *Pinus caribaea*. Oxford, England: Oxford University. 286 p. Tesis de M.S.
69. Ortiz, Edgar. 1990. Utilización del índice de densidad de rodal (IDR) en la planificación y ejecución de aclareos en plantaciones forestales con especies de uso múltiple. En: Salazar, Rodolfo, ed. Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: 329-349.
70. Parresol, Bernard R.; Dobelbower, Kevin R.; Dell, Tommy R. 1987. Honduran pine yield system. Final Report on file at U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, PR. [s.p.].
71. Paul, D.K. [s.f.]. Fiji: its potential for the establishment of a wood-using industry based on locally established pine plantations. 88 p. Memorandum archivado en el U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, PR.
72. Peña, Aila; Castillo, Eunice. 1981. Estudio sobre secado artificial de conos de la especie *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Revista Forestal Baracoa. 11(1): 15-25.
73. Perry, Jesse P., Jr. 1991. The pines of Mexico and Central America. Portland, OR: Timber Press. 231 p.
74. Peters, Roland. 1977. Tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala. Documento de Trabajo 17. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Instituto Nacional Forestal (Proyecto PNUD/FAO/GUA/72/006). 162 p.
75. Plumtre, R.A. 1984. *Pinus caribaea*: wood properties. Trop. For. Pap. 17. Oxford, England: University of Oxford, Commonwealth Forestry Institute. 148 p. Vol. 2.
76. Reynoso, Franklin A.; García, Rigoberto. 1985. Tabla de volumen estandar y de factor de forma para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. ISA-Nota Técnica 12. Santiago, República Dominicana: Instituto Superior de Agricultura. 7 p.
77. Salazar, Rodolfo. 1982. Comportamiento juvenil de nueve procedencias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barrett y Goljari en Costa Rica. Turrialba. 32(4): 387-397.
78. Sandrasegaran, K. 1968. A general volume table for *Pinus caribaea* Mor. Malayan Forester. 31(1): 20-27.
79. Scott, M.H. 1952. The quality of the wood of young trees of *Pinus caribaea* grown in South Africa. Journal of the South African Forestry Association. 22: 38-47.
80. Shea, G.M.; Armstrong, P.A. 1978. Factors affecting survival of open-root plantings of Caribbean pine—coastal Queensland. Tech. Pap. 8. Brisbane, Queensland, Australia: Department of Forestry, Queensland. 18 p.
81. Slee, M.U. 1967. The vegetative reproduction of Caribbean pine in Queensland. Res. Note 20. Brisbane, Australia: Department of Forestry, Queensland. 19 p.
82. Smith, Earl E. 1954. The forests of Cuba. Pub. 2. Petersham, MA: Maria Moors Cabot Foundation. 98 p.
83. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 750 p.
84. Styles, B.T.; Stead, J.W.; Rolph, K.J. 1982. Studies of variation in Central American pines putative hybridization between *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and *P. oocarpa* II. Turrialba. 32(3): 229-242.
85. Titze, J.F.; Palzer, C.R. 1969. Host list of *Phytophthora cinnamomi* Rands, with special reference to Western Australia. Tech. Note 1. Kelmscott, WA, Australia: Forest Research Institute. 58 p.
86. Troensagaard, Jan. 1981. Siembra directa. En: Actas de las terceras jornadas de reforestación. Tegucigalpa, Honduras: Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal: 132-148.
87. Ugalde, Luis A. 1983. Tablas de volumen para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la reserva forestal la Yeguada, Panamá. Turrialba. 33(3): 277-286.
88. van Altena, A.C. 1971. The performance of two tropical pines in the coastal and plateau regions of North Eastern Queensland. Res. Pap. 1. Brisbane, Queensland, Australia: Department of Forestry, Queensland. 44 p.
89. van Altena, A.C. 1979. Growth comparisons of slash pine and Honduras Caribbean pine in Toolara. Res. Note 28. Brisbane, Queensland, Australia: Department of Forestry, Queensland. 5 p.
90. Vanclay, J.K.; Shepherd, P.J. 1983. Compendium of volume equations for plantation species used by the Queensland Department of Forestry. Tech. Pap. 36. Brisbane, Queensland, Australia: Department of Forestry, Queensland. 21 p.
91. Venator, C.R. 1972. Effect of gibberellic acid on germination of low-vigor Honduras pine seeds. Forest Science. 18(4): 331.
92. Voorhoeve, A.G. [s.f.]. Volume tables: *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Paramaribo, Surinam: Surinam Forest Service. 32 p.
93. Voorhoeve, A.G.; Schulz, J.P. 1968. Permanent yield/thinning plots—a “must” in forest plantations. Paramaribo, Surinam: Surinam Forest Service. 22 p.
94. Voorhoeve, A.G.; Weelden, A.W.H. van [s.f.]. Nursery practice of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Surinam. Paramaribo, Surinam: Surinam Forest Service. 20 p.

95. Wangaard, Fredrick F.; Stern, William L.; Goodrich, Stanley. 1955. Properties and uses of tropical woods, V. *Tropical Woods*. 103: 1-139.
96. Whitmore, J.L.; Liegel, L.H. 1980. Spacing trial of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Res. Pap. SO-162. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 9 p.
97. Woessner, R.A. [s.f.]. Wood density up to age nine of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* grown at Jari. Belém, Pará, Brasil: Jari Floristal. 9 p. Memorandum archivado en el U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, PR.
98. Woessner, R.A. 1981. Growth, form and wood density at six years of the CFI *Pinus caribaea* provenance trial at Jari. Belém, Pará, Brasil: Jari Floristal. 9 p. Memorandum archivado en el U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, PR.
99. Wong, W.C. 1975. The production of particleboard from *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Malayan Forester*. 37(2): 80-88.
100. Wood, P.J. 1966. Survival of *Pinus caribaea* planting stock in polyethylene tubes at Rubya, Tanzania. *Silvic. Res. Note 1*. Dar es Salaam, Tanzania: Ministry of Natural Resources and Tourism, Forest Division. 2 p.

Pinus patula Schiede & Deppe

Pino pátula, ocote

Pinaceae

Familia de los pinos

Andrew J. R. Gillespie

Pinus patula Schiede & Deppe, conocido como pino pátula, pino china u ocote en español (7, 31), y patula pine, spreading-leaved pine o Mexican weeping pine en inglés (19, 31), es uno de los cuatro pinos de conos cerrados (división *Oocarpae*, *sensu* Little & Critchfield) nativos a la América Central. Estos árboles pueden alcanzar de 20 a 40 m de altura, son notables por su corteza papirácea, escamosa y de color rojizo en la parte superior del tallo y en las ramas y por sus conos serotinos persistentes y de gran tamaño (fig.1) (20, 21). Aunque posee una distribución natural muy restringida, el pino pátula ha tenido mucho éxito en plantaciones industriales a través de los trópicos y subtrópicos, destacándose por su buena forma, crecimiento acelerado y gran tamaño (4, 31). Existe cierto desacuerdo sobre si una especie identificada inicialmente como *Pinus tecunumanii* (Schwerdtf.) Eguluz & Perry es en realidad una subespecie, *Pinus patula* Schiede & Deppe ssp. *tecunumanii* (Eguluz & Perry) Styles (22, 27,



Figura 1.—Pino pátula, *Pinus patula*, creciendo en Puerto Rico.

28). La segunda nomenclatura, incluyendo cualquier información silvicultural sobre *P. patula* ssp. *tecunumanii* cuando se encuentre disponible, será usada en este artículo.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El pino pátula ocurre de manera natural en los estados mejicanos de Querétaro, Hidalgo, México, Puebla y Veracruz (21) (fig. 2). La subespecie *tecunumanii* se encuentra distribuida de manera natural desde el sur de México hasta el oeste de Nicaragua (5). De manera colectiva el pino pátula se encuentra en bolsones dispersos dentro de las latitudes 13° a 24° N. y las longitudes 85° y 100° W. El pino pátula ha sido plantado extensamente fuera de su área de distribución a través de los trópicos y zonas templadas desde la década de 1940, incluyendo el sur de África, el subcontinente de la India, la América del Sur y Australia (16, 31). El pino pátula ha tenido éxito en estos lugares y muy probablemente se ha naturalizado en por lo menos algunos de ellos; por ejemplo, en la India y el sur de África. Hoy en día crece con éxito en muchos sitios que se encuentran hasta la latitud 40° Sur y Norte.

Clima

En su área de distribución natural, el pino pátula se encuentra por lo general en las regiones de cálidas a frescas, a menudo en valles elevados montanos y húmedos (12, 20, 31). La precipitación anual promedio varía entre 500 y 2000

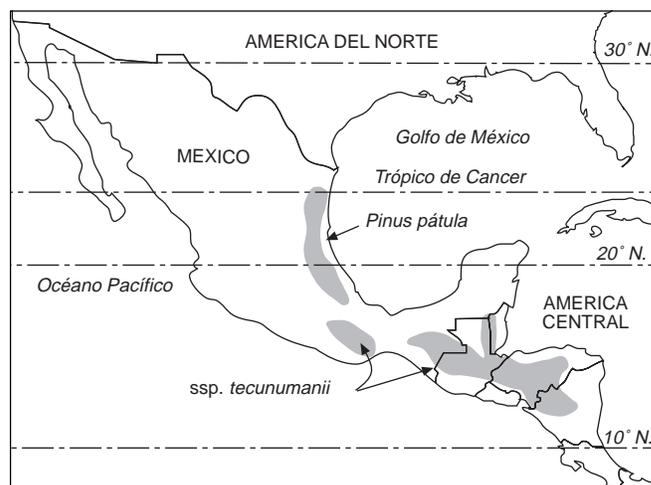


Figura 2.—Distribución natural del pino pátula, *Pinus patula*, y *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* en México y la América Central.

mm por año (20), la mayoría de la lluvia ocurriendo en el verano (de junio a octubre) y una temporada seca de cero a 3 meses de duración ocurriendo entre diciembre y febrero (31). Las temperaturas anuales promedio varían entre 12 y 18 °C, con temperaturas máximas y mínimas promedio en los meses más calientes y más fríos de 20 a 29 °C y 6 a 12 °C, respectivamente. El pino pátula prospera como una especie exótica en áreas en donde no ocurren heladas y donde la precipitación es de por lo menos 750 mm, ocurriendo durante el verano en su mayor parte, a la vez que en áreas sujetas a una precipitación con una distribución con dos máximos, de tipo monzonal, con la mayoría de la lluvia ocurriendo en la temporada más fría (31) y en sitios ubicados dentro de las bandas de neblina a altas elevaciones (24). El pino pátula tal vez no prosperaría en sitios en donde los períodos secos exceden los 3 meses de duración y los suelos son de poca profundidad o demasiado friables como para retener la humedad, o en donde las temperaturas mensuales máximas y mínimas promedio se encuentran fuera del intervalo de cero a 28 °C (31). *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* es nativa a áreas ligeramente más húmedas, con una precipitación anual promedio entre 1200 y 2400 mm (11) y una temperatura anual promedio entre 15 y 23 °C.

Suelos y Topografía

El pino pátula crece con éxito en una gran variedad de suelos, prefiriendo los suelos ácidos profundos y húmedos, usualmente de margas arenosas (20) a arcillas arenosas (31) y a elevaciones que van de 1,400 a 3,200 m sobre el nivel promedio del mar (30). *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* crece de manera natural hasta un límite inferior de 1,000 m y prefiere suelos ácidos (pH de 4.5 a 5.5) (12, 30). El pino pátula crece mejor en barrancas y en llanuras con suelos húmedos, margosos y profundos, y es reemplazado por otras especies de pino en suelos poco profundos y deficientes en nutrientes (31). Como una especie exótica, el pino pátula se ha cultivado con éxito en suelos volcánicos jóvenes, a la vez que en suelos viejos, lixiviados y estériles —de hecho, en cualquier suelo suficientemente ácido y húmedo durante todo el año. El pino pátula ha sido cultivado a menores elevaciones, pero los árboles por lo usual culminan su crecimiento vertical tempranamente (31) y se vuelven toscos y de lento desarrollo (4). *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* crece bien a poca elevación, hasta cerca del nivel del mar (4). Sin embargo, el crecimiento óptimo ocurre probablemente entre 1,000 y 2,000 m (31).

Cobertura Forestal Asociada

El pino pátula se puede encontrar ocasionalmente en rodales densos y puros (31), pero ocurre con mayor frecuencia en asociación con otros pinos, tales como *P. teocote* Schlecht & Cham., *P. greggii* Engelm., *P. montezumae* Lamb., *P. pseudostrobus* Lindl. y *P. lawsonii* Roehl. Además, se asocia con otras especies coníferas, tales como *Taxus globosa* Schlecht, *Podocarpus reichei* Buchh. & Gray, *Abies religiosa* (H.B.K.) Schelcht & Cham. y *Cupressus* spp., a la vez que especies latifoliadas tales como *Fagus* spp., *Tilia* spp., *Cercis* spp., *Acer* spp., *Liquidambar* spp., *Quercus* spp. y *Alnus* spp. (31). *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* se encuentra a menudo asociada con varias especies de pino, incluyendo *P. oocarpa* Schiede, *P. ayacahuite* Ehrenb., *P. maximinoi* H. E. Moore, *P.*

pseudostrobus Lindl., *Abies guatemalensis* Rehder, *Cupressus lusitanica* Mill., *Quercus* spp. y *Liquidambar styraciflua* L. (12, 28).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores masculinas y femeninas ocurren separadamente en la misma planta. Los conos masculinos (estaminados) son de color amarillo y ocurren abundantemente en racimos en vástagos nuevos (20), usualmente en la región inferior de la copa (31). Los conos femeninos (pistilados) son de color purpúreo, tienen espinas deciduas y aparecen de manera solitaria o en grupos, por lo general lateralmente pero rara vez en posición sub-terminal (20), y en la región superior de la copa (31). A través de su área de distribución natural, el pino pátula florece entre enero y abril, pero con el período de la florescencia en cualquiera de los sitios siendo mucho menor de 4 meses (31). En las plantaciones la florescencia ocurre por lo general en un brote primaveral (3), pero pueden haber dos florescencias (en primavera y al final del verano) (31). Cuando cultivadas en el vivero, las flores han ocurrido en plantas de tan sólo 2 años de edad; las flores en las plantaciones en el campo son comunes a los 3 años de edad y la producción abundante de conos anual es común de los 8 a 10 años de edad (31). La producción de flores masculinas o la sincronización de las flores masculinas y femeninas puede ser pobre a las elevaciones menores, lo que puede resultar en una fertilización pobre de las semillas y una producción baja de las mismas (3, 17, 31). La producción disminuida de flores masculinas a poca elevación en Colombia se estimuló mediante el abono con nitrógeno y boro (17).

Los conos maduros son cónicos y largos, ahusándose hacia el ápice, por lo general sésiles pero rara vez sub-sésiles, con un reflejo asimétrico, ligeramente curvos, de un color lustroso que va de gris a marrón, apareciendo en grupos de tres a seis, con una longitud de 4 a 12 cm y un ancho de 2.5 a 4 cm (31, 20). Las escamas de los conos son duras, de 2 cm de largo por 1 cm de ancho, una apófisis romboide, planas y ligeramente protuberantes, de color pardo oscuro y con espinas deciduas (31, 20). Los conos maduran después de entre 22 y 30 meses, persistiendo después por hasta 2 años en una condición serotina con una pérdida mínima en la viabilidad, antes de abrirse lenta y simétricamente. En Madagascar, los rodales de semillas con una provisión de 500 a 700 árboles por hectárea producen de 1.0 a 1.5 toneladas de conos por hectárea. Los conos pesan cerca de 50 g cada uno, por lo que se traduce a un promedio de 40 conos por árbol (31). Las semillas son de tamaño pequeño (3 mm), de color de marrón claro a negro y con alas de color marrón de 13 mm de largo (20).

Producción de Semillas y su Diseminación.—La producción de semillas varía considerablemente, probablemente debido a la variación en la producción de polen y las condiciones climáticas durante el período de fertilización. Unos cálculos procedentes del sur de África indican un promedio de 200 semillas por cono maduro, de las cuales de 25 a 80 semillas fueron fertilizadas y por lo tanto viables (31). El peso de las semillas reportado de México, el sur de África y Australia varió entre 97,000 y 166,000 semillas por

kilogramo (de 0.0103 a 0.006 gramos por semilla). Por lo general, las semillas se recolectan mediante la recolección de los conos cerrados, ya sea al trepar, podar o cortar el árbol (31). Los conos se abren con facilidad con calor, usando el sol directo o el calor de un horno. Puede ser difícil el re-abrir conos que se han abierto para luego cerrarse de nuevo (31). Las semillas se almacenan con facilidad hasta por un año a temperatura ambiente en contenedores abiertos, por varios años cuando secadas y selladas en jarros herméticos (31) y hasta por 21 años en almacenamiento en frío (15). La producción de semillas no ha sido satisfactoria en huertos de semillas a elevaciones de menos de 1,500 m en Sudáfrica (31) y de menos de 2,000 m en Colombia (18).

Desarrollo de las Plántulas.—Se reporta una capacidad germinativa del 75 al 90 por ciento para el pino pátula (31). En Zimbabwe, la energía germinativa promedió un 13 por ciento después de 14 días, subiendo al 90 por ciento después de 27 días (31). Otros períodos para la germinación reportados del sur de África varían entre 15 y 70 días (31). Se sabe que el pino pátula se regenera natural y prolíficamente, con hasta 25,000 tallos por hectárea en la etapa de plántula, reduciéndose a entre 1,500 y 2,000 tallos por hectárea a una edad media (20, 31). Sin embargo, la regeneración natural no es el método preferido en países que usan el pino pátula en plantaciones industriales; las ganancias en crecimiento obtenidas al plantar provisiones de vivero se consideran por lo general como una inversión que vale la pena económicamente (31).

Varios pre-tratamientos han sido descritos para superar la etapa inactiva y para preparar las semillas de pino pátula para la siembra, incluyendo el baño en agua, el baño en agua oxigenada y la estratificación (31). Sin embargo, el consenso parece ser que el pre-tratamiento por lo general no es ni necesario ni deseable (31, 30). Las plántulas crecen mejor en suelos ligeramente acidicos con buen drenaje. Los semilleros elevados a 15 cm y llenados con 7 a 8 cm de una mezcla de 50:50 de suelo forestal cribado y arena, de 2 a 3 cm de suelo forestal sin cribar y 5 cm de piedra fragmentada y ripio se utilizan en el África del Este (31). Las semillas deberán ser sembradas en la superficie o bajo no más de 6 mm de suelo, preferiblemente irrigadas con un rocío fino par evitar el movimiento excesivo de las semillas. Las semillas se pueden sembrar en macetas o en semilleros y requieren por lo general de 6 a 12 meses en el vivero antes de alcanzar un tamaño adecuado para el trasplante al campo (de 15 a 20 cm). La South African Pulp and Paper Industries (Industrias Sudafricanas de Papel y Pulpa) ubicaron su vivero de 600 a 1,200 m más abajo de los sitios en donde los árboles serían plantados. A estas elevaciones más bajas y más cálidas se pueden producir árboles listos para el trasplante a los 6 a 12 meses (31, 30). Las plántulas podrán necesitar de sombra parcial cuando se cultivan en áreas con sol intenso, como en el África Ecuatorial. Las plántulas de pino pátula son susceptibles a una variedad de hongos que causan el mal de vivero en los almácigos, incluyendo a *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, los cuales pueden ser controlados con fungicidas apropiados (31). El pino pátula se beneficiará de la infusión con un inóculo apropiado de ectomicorriza asociada con los pinos, como *Pisolithus* o *Rhizopogon* (29); los fracasos iniciales de pino pátula en el sur de África se atribuyen a la falta de inoculación de las plántulas con micorriza (31).

El sistema radical es menos robusto que en otros pinos; se prefieren contenedores individuales para el cultivo de las

plántulas. No deberá permitirse que las plántulas cultivadas en contenedores crezcan mucho más allá de 20 cm en altura. Las plántulas que alcanzan tamaño muy grande en contenedores pueden sufrir de un daño en las raíces a largo plazo (9, 31). Los tamaños más frecuentes para contenedores individuales varían entre 10 y 20 cm de alto y entre 6 y 10 cm de diámetro. Las plántulas cultivadas en semilleros deberán ser alzadas con extremo cuidado (31) y la poda de las raíces podrá ser necesaria para poner las plántulas en un estado inactivo (“acondicionamiento”) antes del trasplante al campo (8, 9).

Las plántulas se plantan a un espaciamiento que varía entre 2.40 y 2.75 m, preferiblemente justo antes del comienzo de la temporada lluviosa (en climas estacionales) para dar a las plántulas el máximo de tiempo para establecerse antes de la siguiente temporada seca. El plantado profundo (plantado del collar radical 10 cm bajo la superficie) se usa en áreas más secas o en áreas con suelos friables que tienden a sostener menos humedad. Las raíces pivotantes largas deberán ser recortadas de ser necesario para evitar la torcedura de las raíces o los sistemas radicales en “J”. Los requisitos para la preparación del sitio para el trasplante varían, siendo más necesarios en sitios más secos, en donde otras plantas competirán por la humedad. La siembra directa de semillas ha tenido éxito en sitios húmedos y limpios, pero el crecimiento más rápido obtenido de provisiones de vivero ha sido por lo general considerado como una buena inversión (14, 31). El crecimiento en altura durante el primer año promedia de 0.9 a 1.5 m (24).

Reproducción Vegetativa.—Puede ser que la reproducción vegetativa del pino pátula sea posible, pero no ha sido reportada en la literatura. Los rebrotes al cortar el tronco y los rebrotes basales (rebrotes que se originan del collar radical de árboles establecidos) son comunes en *P. patula* ssp. *tecunumanii* pero no en el pino pátula (26).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El pino pátula es probablemente uno de los pinos tropicales de mayor tamaño y más rápido crecimiento. Los árboles maduros tienen por lo general de 20 a 30 m de altura, ocasionalmente 40 m, y pueden alcanzar hasta 1 m de diámetro. La población de *P. patula* ssp. *tecunumanii* puede ser dividida entre procedencias de alta y baja elevación, con los árboles de baja elevación creciendo hasta alcanzar un tamaño similar al del pino pátula, y los árboles de altas elevaciones alcanzando 50 m de altura y 1.5 m de diámetro (10). El pino pátula tiende a tener una buena forma, con hasta el 50 por ciento del tronco libre de ramas. El crecimiento en altura culmina a los 25 años, aproximadamente (20, 31).

Los incrementos anuales en volumen promedio reportados en la literatura varían en extremo, dependiendo de la calidad del sitio y el manejo del rodal. En sitios buenos careciendo de una temporada excesivamente seca, los rodales bien manejados pueden rendir incrementos en bruto anuales promedio de 35 m³ por ha por año e incrementos utilizables anuales promedio de 27 m³ por ha por año en una rotación de 30 años si no se necesitan maderos grandes (>40 cm). Los maderos grandes requieren tanto de rotaciones mayores (35-40 años) como de una densidad del rodal más baja para obtener árboles de más de 50 cm de diámetro. En sitios con temporadas secas de más de 3 meses, los rendimientos en

bruto son probablemente de alrededor de 20 m³ por ha por año o menos. El incremento anual promedio en las plantaciones alcanza su máximo por lo general alrededor de los 14 a 18 años de edad. El rendimiento depende del uso final de la madera; las opciones para el entresacado podrán dejar un área basal residual de 15 a 40 m² por ha y afectarán grandemente la distribución temporal y diamétrica de los rendimientos (31). Existen tablas de volumen y rendimiento disponibles para el pino pátula (1, 2, 6, 13, 25, 31). En la figura 3 se ilustran los rendimientos cumulativos promedio bajo varios regímenes de manejo en Sudáfrica. No se encontraron tablas de volumen o rendimiento en la literatura para *P. patula* ssp. *tecunumanii*, pero las pruebas de procedencia indican que la subespecie (particularmente en las procedencias de altas elevaciones) puede desempeñarse mejor que el pino pátula (10). Cuatro procedencias de *P. patula* ssp. *tecunumanii* incluidas en una prueba internacional de procedencia para *P. oocarpa* patrocinada por el Instituto de Dasonomía de Oxford (Oxford Forestry Institute) al inicio de la década de 1970 (22) se desempeñaron consistentemente mejor que *P. oocarpa* (5).

Comportamiento Radical.—El pino pátula forma una raíz pivotante con raíces laterales bien distribuidas y aumenta con facilidad la profundidad de las raíces en busca de humedad cuando las condiciones del suelo lo permiten (31). Forma relaciones con ectomicorrizas cuando el inóculo se encuentra presente en el suelo y requiere de micorrizas para un crecimiento saludable (29, 31). El pino pátula por lo normal no forma contrafuertes (31).

Reacción a la Competencia.—El pino pátula es intolerante a la sombra y sensible a la competencia por el agua durante sequías prolongadas. Cuando se planea plantarlo en áreas de vegetación alta o potencialmente secas, la preparación del sitio deberá incluir un cierto grado de corta de la vegetación. La necesidad de remover las malas hierbas y el momento de hacerlo variarán dependiendo del sitio; el pino pátula es sensible a la competencia durante sus primeros años. El desyerbado, tanto mecánico como químico, ha tenido éxito en el sur de Africa (31). Debido al rápido crecimiento del pino pátula, las plántulas plantadas con un espaciamiento

de 2.4 m pueden a menudo ocupar un sitio en su totalidad después de 2 años, necesitando de un entresacado pre-comercial a la edad de alrededor de 6 años, pero eliminando la necesidad de limpiezas periódicas subsiguientes (31).

Agentes Dañinos.—El pino pátula es susceptible al daño por el viento, lo que resulta en la quiebra de la parte superior del árbol o de ramas en vez del desarraigo. Es también susceptible al daño por sequías cuando se planta en sitios sujetos a temporadas secas prolongadas (> 3 meses) en suelos poco profundos o suelos que no retienen la humedad. Los árboles tienen una corteza delgada y por lo tanto son muy susceptibles al daño por el fuego (chamuscamiento). Siendo un pino tropical, el pino pátula tiene una resistencia a la heladas hasta cierto punto, siendo capaz de resistir heladas y nevadas breves, siempre que el árbol se encuentre en un estado inactivo. *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* parece tener una menor resistencia a las heladas que el pino pátula, pero una mayor resistencia a las mismas que *P. oocarpa* (26).

El pino pátula es susceptible a una variedad de patógenos, incluyendo el hongo que causa el mal del vivero, y a enfermedades del follaje, tallo, conos, raíz y el duramen. Entre las enfermedades más serias se encuentran *Diplodea pinea*, que se comporta como un patógeno de las heridas y causa la muerte regresiva y el marchitamiento de los terminales, y las enfermedades de las raíces *Armillariella mellea* y *Heterobasidion annosum*. El pino pátula es también susceptible al ataque por una variedad de plagas de insectos, especialmente por ciertas familias del orden *Lepidoptera* (31) y por los áfidos negros (4). Sin embargo, por lo general, el pino pátula ha probado ser notablemente libre del daño por insectos y enfermedades a través de las áreas alrededor del mundo en donde ha sido plantado (31).

Los cerdos ferales y domésticos dañan los árboles al escarbar y alimentarse de las raíces. El pino pátula parece ser menos susceptible al daño por los cerdos que *P. patula* ssp. *tecunumanii* (26). Los animales de pasto pueden causar daño a las plantaciones al alimentarse de los nuevos vástagos (31).

USOS

El pino pátula ha sido plantado por lo general como una especie industrial de crecimiento acelerado y alto rendimiento. La madera es de menor densidad y fortaleza que muchas coníferas de áreas templadas, pero es adecuada para la construcción general. La madera es de blanca a blanca amarillenta, con un duramen rosáceo y posee a menudo un fuerte contraste entre la madera más temprana de color claro y la madera tardía más oscura. La fortaleza y la densidad de la madera aumentan de manera marcada del centro hacia afuera, de manera que la madera exterior es apropiada para trabajos estructurales generales, mientras que la madera juvenil interior es más apropiada para la manufactura de cajas y contenedores grandes, tablillas para el techado y ensambladura de bajo costo. La madera se puede tratar con facilidad, es relativamente no-resinosa y con poco olor, y es apropiada tanto para los tableros de partículas como pulpa (7, 31).

No existe literatura sobre las cualidades de la madera del pino pátula en su área de distribución natural. Las propiedades físicas y mecánicas del pino pátula cultivado en plantaciones en el sur de Africa son como sigue: un peso

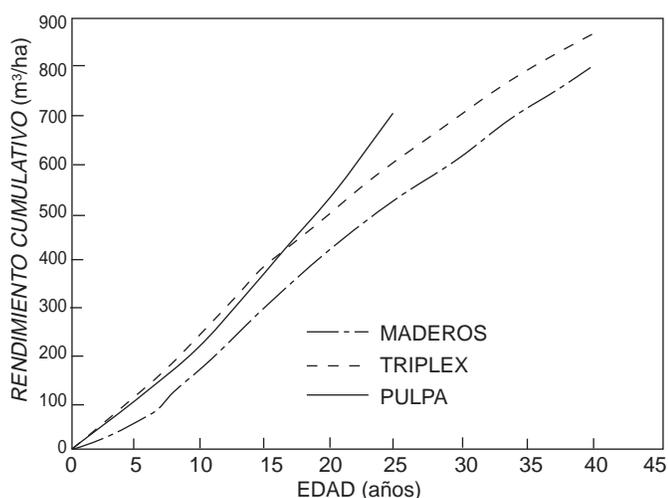


Figura 3.—Rendimientos esperados (maderos, triplex y pulpa, en m³/ha) para el pino pátula, *Pinus patula*, de sitios de calidad promedio en Sudáfrica, basados en regímenes de manejo estándares tales como se reportan en Wormald (apéndice II) (31).

específico de entre 0.40 a 0.52 a un contenido de humedad del 12 por ciento; módulo de ruptura, 41 a 83 Newtons por mm²; módulo de elasticidad, de 5,860 a 9,660 Newtons por mm²; compresión a lo largo del plano axial, de 29.4 a 44.8 Newtons por mm²; dureza lateral (método Janka), de 1,352 a 2,523 Newtons; hendidura radial y tangencial, de 8.0 a 10.5 mm y 12.2 y 13.3 mm, respectivamente, y la contracción radial, tangencial y volumétrica de 2.8 a 4.1 por ciento, de 3.9 a 8.8 por ciento y de 7.3 a 13.9 por ciento, respectivamente (7, 31).

GENETICA

Los sinónimos botánicos son *P. subpatula* Roehl. ex Gord., *P. oocarpa* var. *ochoterena* Martínez, *P. patula* var. *longipedunculata* (*longepedunculata*) Loock ex Martínez y *P. patula* var. *zebrina* Milano (ahora conocida como *P. patula* cv. "Zebrina"). Además, existe desacuerdo al presente sobre si el pino pátula anteriormente (pero incorrectamente) identificado como *P. tecunumanii* Schwerdt. es en realidad una especie diferente, *P. tecunumanii* (Schwerdt.) Eguiluz & Perry (11, 12), o si esta especie es en realidad una sub-especie del pino pátula, *P. patula* Schiede & Depp ssp. *tecunumanii* (Eguiluz & Perry) Styles (4, 28).

El pino pátula es al presente el objeto de una prueba internacional de procedencia comenzada en 1982 por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFA) de México (23).

LITERATURA CITADA

1. Adegbehin, J.O. 1982. Growth and yield of *Pinus patula* in some parts of eastern Africa with particular reference to Sao-Hill, southern Tanzania. Commonwealth Forestry Review. 61(1): 27-32.
2. Aguirre-Bravo, C.; Smith, F.W. 1986. Site index and volume equations for *Pinus patula* in Mexico. Commonwealth Forestry Review. 65(1): 51-60.
3. Barnes, R.D.; Mullin, L.J. 1974. Flowering phenology and productivity in clonal seed orchards of *Pinus patula*, *P. elliottii*, *P. taeda*, and *P. kesiya* in Rhodesia. Forest Research Pap. 3. Salisbury: Research Division, Rhodesia Forestry Commission. 81 p.
4. Barnes, R.D.; Styles, B.T. 1983. The closed-cone pines of Mexico and Central America. Commonwealth Forestry Review. 62(2): 81-84.
5. Birks, J.S.; Barnes, R.D. 1990. Provenance variation in *Pinus caribaea*, *P. oocarpa*, and *P. patula* ssp. *tecunumanii*. Tropical Forestry Pap. 21. Oxford, UK: Oxford Forestry Institute, Department of Plant Science. 40 p.
6. Córdoba, Alberto S. 1985. Predicting growth and yield for *Pinus patula* plantations: a case study from Colombia. Res. Rep. 101. Cali, Colombia: Cartón de Colombia S.A. 15 p.
7. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 466 p.
8. Donald, D.G.M. 1976. The use of open-rooted seedlings for afforestation in South Africa. South African Forestry Journal. 97: 1-11.
9. Donald, D.G.M. 1979. Nursery and establishment

- techniques as factors in productivity of man-made forests in southern Africa. South African Forestry Journal. 109: 19-25.
10. Dvorak, W.S. 1986. Provenance/progeny testing of *Pinus tecunumanii*. En: Conference proceedings; a conference of IUFRO working parties concerned with breeding theory, progeny testing, and seed orchards; 1986 October 13-17; Williamsburg, VA. Raleigh, NC: North Carolina State University: 299-309.
 11. Eguiluz-Piedra, T. 1986. Taxonomic relationships of *Pinus tecunumanii* from Guatemala. Commonwealth Forestry Review. 65(4): 303-313.
 12. Eguiluz-Piedra, Teobaldo.; Perry, Jesse. P., Jr. 1983. *Pinus tecunumanii*: una especie nueva de Guatemala. Ciencia Forestal. 8(41): 3-22.
 13. Grut, Mikael. 1967. Most profitable silvicultural programme for *Pinus patula*, and cost of improving timber by adopting other programmes. Forestry in South Africa. 8: 95-115. (Reimpreso como Comunicacion 13, University of Stellenbosch, Faculty of Forestry, Stellenbosch, Republic of South Africa, 1970).
 14. Gutiérrez, Millán; Ladrach, William. 1980. Resultados a tres años de la siembra directa de semillas de *Cupressus lusitanica* y *Pinus patula* en la finca los guaduales departamento del cauca. Informe de Investigación 60. Cali, Colombia: Cartón de Colombia S.A. 6 p.
 15. Krugman, Stanley L.; Jenkinson, James L. 1974. *Pinus*. En: Seeds of woody plants in the United States. Agric. Handb. 450. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture: 598-638.
 16. Ladrach, William E. 1985. Comparisons between provenances and sources of fourteen conifers in the Colombian Andes after five years. Res. Rep. 102. Cali, Colombia: Cartón de Colombia S.A. 13 p.
 17. Ladrach, William E. 1985. Stimulation of flowering in the *Pinus patula* seed orchard by the use of fertilization, subsoiling, and ringing of lower branches. Res. Rep. 103. Cali, Colombia: Cartón de Colombia S.A. 4 p.
 18. Lambeth, Clements C.; Vallejo, Carlos. 1988. Cone and seed production of *Pinus patula* in relation to elevation. Res. Rep. 119. Cali, Colombia: Cartón de Colombia S.A. 5 p.
 19. Little, Elbert L., Jr.; Critchfield, William B. 1969. Subdivisions of the genus *Pinus* (pines). Misc. Pub. 1144. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 51 p.
 20. Loock, E.E.M. 1977. The pines of Mexico and British Honduras: a report on a reconnaissance of Mexico and British Honduras during 1947. 2^a ed. Bull. 35 (rev.). Pretoria, Republic of South Africa: Department of Forestry. 244 p.
 21. Martínez, Maximino. 1948. Los pinos mexicanos. 2^a ed. [Lugar de su publicación desconocido], México: Ediciones Botas. 368 p.
 22. McCarter, P.S.; Birks, J.S. 1985. *Pinus patula* subspecies *tecunumanii*: the application of numerical techniques to some problems of its taxonomy. Commonwealth Forestry Review. 64(2): 117-132.
 23. Napier, Ian. 1987. International provenance trials of *Pinus patula*: some preliminary observations from Nepal. Forest Genetics Resources Information 15. Rome, Italy: The Food and Agriculture Organization of the United Nations. 95 p.

24. Poynton, R.J. 1960. Notes on exotic trees in South Africa. 2^a ed. Bull. 38 (rev.). Pretoria, Union of South Africa: Department of Forestry. 166 p.
25. Prevôt, M.J. 1971. Volume tables for *Pinus patula*, *Pinus elliottii* and *Pinus taeda* in the eastern districts of Rhodesia. Rhodesia Bulletin of Forestry Research 3. Salisbury: Rhodesia Forestry Commission. 69 p.
26. Snieszko, R.A; Mullin, L.J. 1987. Taxonomic implication of bush pig damage and basal shoots in *Pinus tecunumanii*. Commonwealth Forestry Review. 66(4): 313-316.
27. Styles, B.T. 1976. Studies of variation in Central American pines. I. The identity of *Pinus oocarpa* var. *ochoterenai* Martínez. Silvae Genética. 25: 109-118.
28. Styles, B.T. 1985. The identity of Schwerdtfeger's central American pine. Forest Genetics Resources Information 13. Rome, Italy: The Food and Agriculture Organization of the United Nations. 57 p.
29. Theron, J.M. 1983. Developments of mycorrhizal research and its effect on establishment. En: Proceedings of the Jubilee Symposia; 1982 September 23-24; Stellenbosch, Republic of South Africa. Stellenbosch, Republic of South Africa: Faculty of Forestry, University of Stellenbosch, Communication 98: 325-345. Vol. 1.
30. Webb, Derek. B.; Wood, Peter J.; Smith, Julie P.; Henmen, G. Sian. 1984. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. 2^a ed. Tropical Forestry Pap. 15 (rev.). Oxford, UK: Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute. 342 p.
31. Wormald, T.J. 1975. *Pinus patula*. Tropical Forestry 7. Oxford, UK: Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute. 212 p.

Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.

Guamúchil

Leguminosae
Mimosoideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las mimosas

John A. Parrotta

Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth. es un árbol de tamaño mediano y crecimiento rápido nativo a los trópicos americanos (fig. 1). Ha sido extensamente introducido a otras áreas con propósitos ornamentales y para la reforestación, y para la producción de leña, forraje y numerosos otros productos. Los árboles maduros tienen por lo común de 5 a 22 m de altura, con un tronco corto de 30 a 75 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.); una copa amplia y esparcida, y una corteza por lo general lisa y de color gris claro (22). Las ramitas delgadas y lánguidas presentan hojas compuestas bipinadas con cuatro hojillas oblongas y en la mayoría de los especímenes se pueden encontrar espinas apareadas en la base de las hojas (fig. 2, 23).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del guamúchil se extiende desde la latitud 3° a la 28° N. e incluye las cuevas cerca del Océano Pacífico en México y el sur de California, a través de toda la América Central hasta el norte de Colombia y Venezuela (fig. 3, 30). En México, el guamúchil crece también

de manera natural en la península de Yucatán y en un área que incluye partes de Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla y el norte de Veracruz (26). Fue introducido a las Filipinas temprano en la historia del comercio colonial y poco después a la India, en donde fue descrito por primera vez y nombrado botánicamente en 1795 (22, 26). El árbol se ha naturalizado y se planta en muchas áreas fuera de su distribución natural, incluyendo el sur de la Florida, Cuba, Jamaica, Puerto Rico, St. Croix, Hawaii, las Filipinas, la India y el este de Africa (14, 22, 26, 27, 35).

Clima

En el área de distribución natural del guamúchil, el clima es subtropical y tropical, de seco a semi-árido, con una precipitación anual promedio que fluctúa entre 500 y 1000 mm. La especie crece hoy en día en rodales naturales a lo largo de la costa norte de Puerto Rico, en donde la precipitación anual llega a 1775 mm. Ha sido plantada con éxito en áreas con una precipitación anual promedio con un límite inferior de hasta 400 mm y con una estación seca de un máximo de 4 a 5 meses (22, 31). La especie se considera por lo general como resistente al calor y la sequía (19). Se reporta que el guamúchil crece bien en regiones semi-áridas



Figura 1.—Un guamúchil, *Pithecellobium dulce*, creciendo a la orilla de una carretera cerca de Ponce, Puerto Rico.

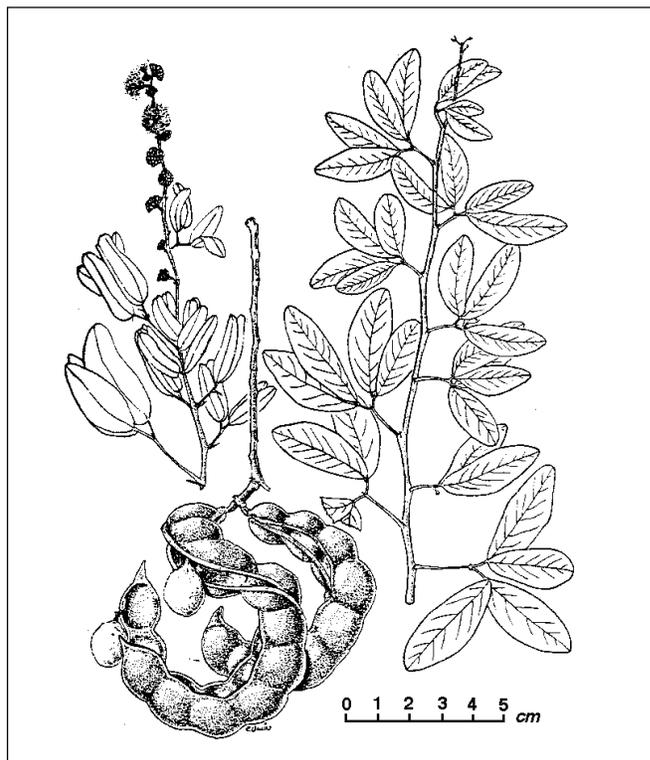


Figura 2.—Follaje, flores y frutas del guamúchil, *Pithecellobium dulce* (24).

en la India, caracterizadas por unas temperaturas mensuales promedio fluctuando entre 7 y 8 °C en el mes de enero y hasta de 40 a 42 °C en mayo y junio (31).

Suelos y Topografía

El guamúchil tolera una gran variedad de tipos de suelo, incluyendo arcillas, suelos rocosos de piedra caliza, arenas pobres en nutrientes y suelos con un nivel alto de agua subterránea salobre (9, 22, 30). En la India, el árbol se reporta creciendo bien en sitios salinos (10) y en tierras montañas pobres y severamente erosionadas (31).

En las áreas en donde es nativa, el guamúchil es común en matorrales o bosques secos en costas, llanos y laderas hasta una altitud de 1,800 m (22, 26). Los bosques espinosos de la llanura costera del Pacífico en México se caracterizan por sus suelos pobres y rocosos adyacentes a bosques de sabana tropical (6).

Cobertura Forestal Asociada

En los bosques espinosos o en los bosques caducifolios tropicales de su distribución natural del lado del Pacífico, el guamúchil crece por lo común en asociación con *Bursera* spp.; *Ipomoea* spp. arborecente, y leguminosas, incluyendo a *Acacia* spp., al igual que *Opuntia* spp., *Lemnaireocereus* sp. y otros cactus columnares. Se le encuentra también creciendo en bosques de pino y encina (*Quercus* spp.) secos (26).

En las regiones sureñas y occidentales de México, el guamúchil se encuentra a menudo asociado con *Prosopis pallida* (H. & B. ex Willd.) H.B.K., el primero dominando en sitios más húmedos, el segundo en sitios más secos (32). En los estados mejicanos de Jalisco y Colima, el guamúchil crece en el denso bosque espinoso costero en asociación con *Acacia cymbispina* Sprague & Riley, *Achatocarpus gracilis* H. Walt., *Bursera instabilis* McV. & Rzed., *Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd., *Celtis* sp., *Croton alamosanus* Rose, *Lemnaireocereus* sp., *Ruprechtia fusca* Fernald y *Ziziphus amole* (Sess. & Moc.) M.C. Johnst. (32). Se le encuentra también en bosques caducifolios tropicales en las regiones costeras de Chiapas (México) en asociación con *Achatocarpus nigricans* var. *inermis* Suesseng., *Alvaradoa amorphoides* Liebm., *Bursera excelsa* var. *favionalis* MC. V. & Rzed., *Capparis flexuosa* (L.) L., *C. indica* (L.) Fawc. & Rendle, *Coccoloba caracasana* Meisn., *C. floribunda* Lindau., *Randia armata* (Swartz) DC., *Jacquinia aurantiaca* Ait., *Maba purpusii* T.S. Brandeg, *Pithecellobium recordii* (Britt. & Rose) Standl., *Prosopis pallida*, *Rauwolfia hirsuta* Jacq., *Swietenia humilis* Zucc., *Trichilia hirta* L. y *T. trifolia* L. (32).



Figura 3.—El área sombreada representa la distribución americana aproximada del guamúchil, *Pithecellobium dulce*.

En bosques caducifolios tropicales y en las arboledas espinosas del Istmo de Tehuantepec, el guamúchil se encuentra por lo común asociado con *Acacia cornigera* (L.) Willd., *A. farnesiana* (L.) Willd., *A. pringlei* Rose, *A. cymbispina* Sprague & Riley, *Amphipterygium adstringens* (Schlecht.) Schiede, *Bauhinia albiflora* Britt. & Rose, *B. pauletia* Pers., *Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd., *C. eriostachys* Benth., *Caesaria nitida* Jacq., *Cordia curassavica* (Jacq.) Roem. & Schult., *Croton guatemalensis* Lotsy, *Diphysa floribunda* Peyr., *Haematoxylum brasiletto* Karst., *Jacquinia aurantiaca*, *Pereskia konzattii* Britt. & Rose, *Piptadenia flava* Benth., *Pithecellobium tortum* Mart., *Prosopis laevigata* (Willd.) M.C. Johnst. y *Randia aculeata* L. (6, 32). En bosques tropicales secos estacionalmente inundados en Costa Rica, el guamúchil se encuentra por lo común asociado con *Acacia costaricensis* Schenck, *Erythrina glauca* Willd., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Parkinsonia aculeata* L., *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl. y *Trichilia trifolia* L. (33). En Puerto Rico, el guamúchil se ha naturalizado en muchas regiones costeras y crece por lo común en asociación con *Prosopis juliflora* (Slo.) DC. a lo largo de los bordes de manglares. El guamúchil también crece a elevaciones un tanto mayores en áreas boscosas abiertas con *A. farnesiana*, *P. pallida* y *G. ulmifolia*.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El guamúchil puede producir flores por primera vez cuando el árbol tiene 2 años de edad (9). La florescencia ocurre por lo general entre diciembre y mayo, y la fruta se puede encontrar en los árboles con mayor frecuencia entre febrero y agosto, dependiendo de la localidad (23, 26). En Puerto Rico, la producción de frutas se ha observado a través de todo el año. Las flores aparecen en panículas en forma de racimos, blancuquecinos y con un cabillo corto, de 10 a 20 cm de largo y de 1.0 a 1.5 cm de diámetro, a menudo en inflorescencias terminales compuestas. Cada panícula está compuesta de 20 a 30 flores densamente vellosas (23). Las flores individuales son de color blanco con un cáliz de 1.5 mm de largo y una corola pubescente de 3.0 a 4.5 mm de largo (26).

Las frutas, las cuales maduran aproximadamente de 3 a 4 meses después de la florescencia, por lo usual entre marzo y agosto, son vainas lineares, curvas o enroscadas de hasta 20 cm de largo y entre 10 y 15 mm de ancho. Las vainas dehiscentes son de aspecto rollizo, con constricciones entre las semillas y con vellos cortos, con arilas blancas y carnosas cubriendo las semillas (26).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Por lo general, las vainas contienen de 5 a 12 semillas en forma de frijol, de color negro y brillantes, cada una de cerca de 1 cm de largo (22, 26). El número de semillas por kilogramo varía entre 6,000 y 26,000 (40).

Desarrollo de las Plántulas.—La regeneración natural del guamúchil es extremadamente buena en la mayoría de los sitios en donde existen rodales, y las plántulas se comportan como maleza en algunas áreas en donde ha sido introducido (14, 22, 30). Las semillas no requieren de escarificación o cualquier otro tratamiento previo para la

germinación (11). La germinación ocurre de 1 a 2 días después de la siembra (30). La germinación para las semillas frescas varía entre 20 y 70 por ciento (40). Las semillas retienen su viabilidad durante el almacenamiento por aproximadamente 6 meses (11, 30).

Se pueden producir propágulos a partir de semillas o estacas (11, 22). En Puerto Rico, las plántulas cultivadas en el vivero estuvieron listas para transplantarse al campo cuando su altura promedio alcanzó 40 cm, aproximadamente 3 meses después de la siembra.¹ El crecimiento promedio en altura durante los primeros 6 meses fue de 1.4 m en pruebas de campo efectuadas en Tailandia (16).

Reproducción Vegetativa.—El guamúchil rebrota vigorosamente al ser cortado, siendo éste un atributo que ha ayudado a popularizar su cultivo en hileras de setos y en plantaciones para leña (11, 30). La ramificación epicórmica es muy común, y los rebrotes basales llevan a menudo a la formación de árboles con tallos múltiples. El daño a las raíces causa la formación de raíces adventicias llenas de espinas (30). Se han producido plantitas mediante cultivos histológicos derivadas de protoplastos del mesofilo (34).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—En sitios favorables se reporta que el guamúchil alcanza una altura de 10 m en un período de 5 a 6 años (30). En pruebas de adaptabilidad efectuadas en un sitio subtropical seco (como definido en 18 en Guatemala, dentro de su área de distribución natural) se registraron alturas promedio de 0.8, 0.8 y 1.7 m a los 6, 13 y 21 meses de edad (8).

En pruebas en plantaciones abiertas a la lluvia efectuadas en un sitio montano empobrecido en la India central, la supervivencia inicial y las tasas de crecimiento se vieron estrechamente relacionadas a la posición de cuesta, con un crecimiento consistentemente mejor en las cuestas inferiores. A los 5 años de edad, la tasa de supervivencia varió entre el 25 y 100 por ciento, la altura arbórea promedio entre 0.9 y 3.0 m, y el d.a.p. promedio entre 1.8 y 4.4 cm (31).

Comportamiento Radical.—Durante la etapa de plántula, el guamúchil produce primero una raíz pivotante y luego raíces laterales. A medida que los árboles maduran desarrollan un sistema radical lateral extenso y poco profundo (11). Existen extensos reportes de una asociación simbiótica entre el guamúchil y una bacteria del género *Rhizobium*, permitiendo al árbol la fijación de nitrógeno bajo las condiciones apropiadas (2, 4).

Reacción a la Competencia.—A pesar de que se le ha descrito como una especie umbrófila (4), el guamúchil se clasifica con mayor exactitud como una especie moderadamente intolerante a la sombra, y es susceptible a la competencia por las malas hierbas durante la fase inicial de establecimiento (31). Sin embargo, una vez establecido, el árbol es extremadamente competitivo, a menudo excluyendo otras especies de árboles y eliminando con su sombra las plantas para el forraje en pastizales (30).

Agentes Dañinos.—En Hawái, las frutas y las semillas del guamúchil se reportan como susceptibles al ataque por las larvas de *Subpandesma anysa* Gn. (38). En Puerto Rico, el hemíptero *Umbonia crassicornis* Amyot & Serville ha sido

reportado como una plaga del guamúchil (25). Las larvas de *Indarbela* sp., que taladran la corteza, han sido reportadas atacando al árbol en la India (39). El lepidóptero *Polydesma umbricola* se considera como una plaga seria de la especie en la isla de Reunión en el Océano Indico (13).

En la India se han reportado cinco patógenos que manchan las hojas infectando el guamúchil: *Cercospora mimosae* Agarwal & Sharma, *Colletotrichum dematium* (Pers. ex Fr.), *C. pithecellobii* Roldan, *Phyllosticta ingae-dulcis* Died. y *P. pithecellobii* Shreemali (28). Se ha reportado en la India la pudrición del duramen causada por *Phellinus* sp. (20).

El árbol es susceptible a la quiebra de las ramas y el tronco, y el desarraigo con los vientos fuertes (11, 22). En Puerto Rico esta especie fue una de las más dañadas por el huracán Hugo en septiembre de 1989; además, en la Florida se ha reportado una recuperación pobre de los árboles dañados por los huracanes a la orilla de caminos (23). La especie se considera por lo general como susceptible al daño por las heladas, aunque podría haber una variación genética considerable con respecto a la tolerancia a las bajas temperaturas. En la India, las plántulas producidas a partir de semillas importadas de Sonora (México) resultaron ser tolerantes a las heladas ligeras, a diferencia de aquellas producidas a partir de semillas locales (11, 37).

USOS

El guamúchil se cultiva extensamente en América Latina y en partes de Asia y África con el objeto de reclamar tierras empobrecidas y degradadas, como una especie ornamental a la orilla de caminos, en plantaciones para leña y para formar rompevientos, y en hileras de setos para la formación de forraje para ganado, rico en proteínas (14, 17, 21, 22). En sitios costeros arenosos en el sur de la India, el árbol a veces se inter-plantó con *Casuarina equisetifolia* Forst. & Forst. como una precaución contra los patógenos fungales de la casuarina (11, 37).

La albura, de color de blanco a amarillento, y el duramen, de color de amarillento a pardo-rojizo (14), son quebradizos, de textura fina y moderadamente duros, con un peso específico de 0.64 g por cm³ (11, 22). A pesar de que no es fácil de trabajar, la madera es durable y se usa para artesones, cajas, jabas, ruedas para carretas, construcción general, postes y combustible (2). La madera tiene un olor desagradable cuando recién cortada. Como combustible, para lo cual se usa extensamente, produce un fuego con bastante humo y tiene un contenido calórico de 5.2 a 5.6 kcal por g (11, 22).

En México y la India, es común el encontrar las frutas a la venta en los mercados de los pueblos por sus arilas dulces, ácidas y carnosas, las cuales se consumen crudas o asadas o se usan en bebidas parecidas a la limonada (1, 2, 22, 24, 26). Las semillas se consumen en el Asia del Sudeste (12). La especie se conoce también como una buena fuente de alimento para las abejas de miel (9).

El guamúchil se usa extensamente en México y en su área de introducción en Asia como una fuente de taninos, tintes, numerosos productos medicinales y de madera (15, 36). Entre los indios Huastecos del norte de Veracruz y San Luis Potosí (México), ciertos productos del árbol se usan para tratar dolores de muelas, llagas en las encías y úlceras bucales (1). La corteza se usa a veces medicinalmente como un

¹Información archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR 00928-5000.

antipirético (5), a pesar de que tiene propiedades irritantes que pueden causar infecciones en los ojos e inflamación de los párpados (12). Unas concentraciones de tanino de 18 y 10 por ciento se han reportado de la corteza y las hojas, respectivamente (24). La goma transparente y pardo-rojiza exudada por el tronco es una buena fuente de mucílago soluble en agua (2, 24). Un aceite de color verdusco extraído de las semillas, con un alto contenido de ácido mirístico y palmítico, se puede usar para el consumo humano o procesar para uso en la manufactura de jabones (3, 22). La costra comprimida residual es rica en proteína (30 por ciento) y se puede usar como alimento para ganado (30). Un extracto de las ramitas del guamúchil se ha reportado como un freno efectivo contra el virus mosaico del tabaco en la India (29).

GENETICA

El género *Pithecellobium* contiene aproximadamente de 100 a 200 especies de arbustos y árboles pequeños distribuidos más que nada en la América y Asia tropicales (2). *Pithecellobium unguis-cati* (L.) Benth. es un arbusto o árbol pequeño relacionado, con una distribución natural que se extiende del sur de la Florida al norte de la América del Sur (23). Los sinónimos botánicos de *P. dulce* incluyen *Pithecolobium dulce* Benth. (14), *Mimosa dulcis* Roxb. e *Inga dulcis* Willd. (26, 37). El nombre genérico se deriva del griego para "arete de mono", refiriéndose a las vainas enroscadas de algunas especies; el nombre de la especie en latín (dulce) describe la pulpa comestible que rodea la semilla (22). La especie tiene un número diploide (2N) de cromosomas, para un total de 26 (7).

LITERATURA CITADA

1. Alcorn, J.B. 1984. Huastec Mayan ethnobotany. Austin, TX: University of Texas Press. 982 p.
2. Allen, O.N.; Allen, E.K. 1981. The Leguminosae: a sourcebook of characteristics, uses, and nodulation. Madison, WS: University of Wisconsin Press. 812 p.
3. Banerjee, A.; Jain, M. 1988. Studies of *Pithecellobium dulce* seed oil. *Fitoterapia*. 59(5): 405.
4. Basak, M.K.; Goyal, S.K. 1980. Studies on tree legumes. 2. Further additions to the list of nodulating tree legumes. *Plant and Soil*. 56(1): 33-37.
5. Benthall, A.P. 1933. The trees of Calcutta and its neighborhood. Calcutta: Thacker Spink & Co. 513 p.
6. Breedlove, D.E. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico). En: Graham, A., ed. *Vegetation and vegetational history of northern Latin America*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Co.: 149-165.
7. Brewbaker, J.L.; Halliday, J.; Lyman, J. 1983. Economically important nitrogen fixing tree species. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 1: 35-40.
8. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central: Informe técnico 79. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de

- Investigación y Enseñanza. 691 p.
9. Crane, E.; Walker, P.; Day, R. 1984. *Directory of important world honey sources*. London: International Bee Research Association. 384 p.
10. Chaturvedi, A.N. 1985. Biomass production on saline alkaline soils. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 3: 7-8.
11. Chaturvedi, A.N. 1985. Firewood farming on degraded lands in the Gangetic Plain. *U.P. Forest Bull.* 50. Lucknow, India: Uttar Pradesh Forest Department. 52 p.
12. Dassanayake, M.D., ed. 1980. *Revised handbook to the flora of Ceylon*. New Delhi: Amerind Publishing Co. 508 p.
13. Etienne, J.; Viette, P. 1973. *Polydesma umbricola* (Lep. Noctuidae). Identification and biology. *Boletín de la Societe Entomologique de France*. 78: 98-107.
14. Gamble, J.S. 1922. *A manual of Indian timbers*. London: Sampson Low, Marston & Co. 866 p.
15. Gonzales, E.V.; Manas, A.E.; Mule, E.I.; [y otros]. 1974. Tannin-extract production from local Philippine materials; their utilization for tanning hides and skins. *Forpride Digest*. 3(3/4): 10-22.
16. Gutteridge, R.C.; Akkasaeng, R. 1985. Evaluation of nitrogen fixing trees in northeast Thailand. *Nitrogen Fixing Tree Research Report*. 3: 46-47.
17. Hernandez, S. 1981. Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovecharse como forraje. *Ciencia Forestal*. 6(29): 31-39.
18. Holdridge, L.H. 1967. *Life zone ecology*. Ed. rev. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
19. Hughes, C.E.; Styles, B.T. 1984. Exploration and seed collection of multi-purpose dry zone trees in Central America. *International Tree Crops Journal*. 3(1): 1-31.
20. Jamaluddin; Soni K.K.; Dadwal, V.S. 1985. Some observations on heart rot in hard wood species of Madhya Pradesh. *Journal of Tropical Forestry*. 1(2): 152-155.
21. Kundu, H.; Panda, N.C.; Sahu, B.K. 1983. Leaves of *Inga dulcis* (Manila tamarind; *Pithecellobium duke*) as a fodder for goats. *Indian Journal of Animal Sciences*. 53(6): 669-671.
22. Little, E.L., Jr. 1983. *Common fuelwood crops: a handbook for their identification*. Morgantown, WV: Communi-Tech Associates. 354 p.
23. Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.W. 1964. *Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
24. Martínez, M. 1936. *Plantas útiles de México*. 2a ed. Ciudad de México, México: Ediciones Botas. 400 p.
25. Martorell, L.F.; Garcia-Tuduri, J.C. 1973. Notes on the accidental introduction of *Umbonia crassicornis* (Amyot & Serville)—(Hemiptera: Membracidae) into Puerto Rico and its control. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 57(4): 307-313.
26. McVaugh, R. 1983. *Flora Novo-Galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western Mexico*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press. 786 p. Vol. 5.
27. Morton, J.F. 1976. Pestiferous spread of many ornamental and fruit species in south Florida. *Proceedings, Florida State Horticultural Society*. 89: 348-353.

28. Mukerji, K.G.; Bhasin, J. 1986. Plant diseases of India. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Co. 468 p.
29. Murty, N.S.; Nagarajan, K. 1986. Role of plant extracts in the control of TMV infection in nursery and fieldgrown tobacco. *Indian Phytopathology*. 39(1): 98-100.
30. National Academy of Sciences. 1980. Firewood crops: shrub and tree species for energy production. Washington, DC: National Academy of Sciences. 237 p.
31. Relwani, L.L.; Lahane, B.N.; Gandhe, A.M. 1988. Performance of nitrogen-fixing MPTS on mountainous wastelands in low rainfall areas. En: Withington, D.; MacDicken, K.G.; Sastry, C.B.; Adams, N.R., eds. Multipurpose tree species for small farm use: proceedings of workshop; 1987 November 2-5; Pattaya, Thailand. Morrilton, AR: Winrock International Institute for Agricultural Development; Ottawa: International Development Research Centre of Canada: 105-113.
32. Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Ciudad de México, México: Editorial Limusa. 432 p.
33. Sawyer, J.O.; Lindsey, A.A. 1971. Vegetation of the life zones in Costa Rica. Indianapolis, IN: Indiana Academy of Science. 214 p.
34. Saxena, P.K.; Gill, R. 1987. Plant regeneration from mesophyll protoplasts of the tree legume *Pithecellobium dulce* Benth. *Plant Science, Irish Republic*. 53(3): 257-262.
35. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 750 p.
36. Tejwani, K.G. 1988. Small farmers, multipurpose trees, and research in India. En: Withington, D.; MacDicken, K.G.; Sastry, C.B.; Adams, N.R., eds. Multipurpose tree species for small farm use: proceedings of a workshop; 1987 November 2-5; Pattaya, Thailand. Morrilton, AR: Winrock International Institute for Agricultural Development; Ottawa: International Development Research Centre of Canada: 13-25.
37. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, England: Clarendon Press. 1195 p. 3 vol.
38. United States Department of Agriculture. 1977. Hawaii pest report. *Cooperative Plant Pest Report*. 2(29): 548.
39. Verma, A.N.; Khurana, A.D. 1974. Further new host records of *Indarbela* sp. (Lepidoptera: Metarbelidae). *Harayana Agricultural University Journal of Research*. 4(3): 253-254.
40. Von Carlowitz, P.G. 1986. Multipurpose tree and shrub seed directory. Nairobi: International Council for Research in Agroforestry. 265 p.

Previamente publicado en inglés: Parrotta, John A. 1991. *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. Guamúchil, Madras thorn. SO-ITF-SM-40. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.

Pouteria multiflora (A. DC.) Eyma

Jácana

Sapotaceae

Familia de las sapodillas

John A. Parrotta y John K. Francis

Pouteria multiflora (A. DC.) Eyma, conocido comunmente como jácana y bully-tree (inglés), a la vez que por otros varios nombres, es un árbol siempreverde de tamaño mediano o grande, con una copa esparcida de hojas grandes y elípticas, y con una corteza llena de fisuras, un poco áspera y de color pardo (fig.1). Original a las Antillas Mayores y Menores, el jácana se cultiva a veces por su fruto comestible. Su madera se usa más que todo para la construcción y la manufactura de muebles y postes.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El jácana es nativo a Jamaica, la isla de Española, Puerto Rico, las Antillas Menores y Trinidad y Tobago entre los 10°



Figura 1.—Arbol de jácana, *Pouteria multiflora*, en el Bosque Experimental de Luquillo, Puerto Rico.

y 20° de latitud Norte (10) (fig.2). El jácana, al igual que otras especies que dan frutas con semillas grandes, probablemente fue introducido a muchas de estas islas por los habitantes precolombinos de estas áreas. En Puerto Rico el jácana crece en los bosques secundarios húmedos y muy húmedos avanzados, y en las fincas abandonadas. En Puerto de España, Trinidad, se cultiva en jardines caseros por su fruto comestible (14).

Clima

El jácana está confinado en su mayor parte a los bosques húmedos y muy húmedos en donde la precipitación anual promedio es de entre 1400 a 3000 mm. En los terrenos altos en su área de distribución natural, la lluvia está distribuida bastante uniformemente a través del año, mientras que en áreas montanas y montanas bajas puede haber una temporada seca muy marcada que dura de 2 a 4 meses. Las temperaturas mensuales promedio varían entre 22 °C en enero y 27 °C en julio en las Antillas Menores y Mayores. Las condiciones para las heladas no ocurren en el área de distribución natural del jácana.

Suelos y Topografía

El jácana crece por lo general en los suelos derivados de piedra caliza y de rocas ígneas. En los sitios en donde ocurre, la textura del suelo más común es arcillosa, a pesar de que otras texturas, incluyendo francos arenosos, proveen a su vez un hábitat apropiado. El pH del suelo varía entre 4.5 y 7.0. En Puerto Rico, esta especie crece en sitios costeros húmedos y en sitios montanos bajos hasta una altitud de 770 m (10, 13). El crecimiento del jácana no parece ser afectado por su posición en cuevas. En las plantaciones de 6 a 8 años establecidas en el bosque de Toro Negro en Puerto Rico, los

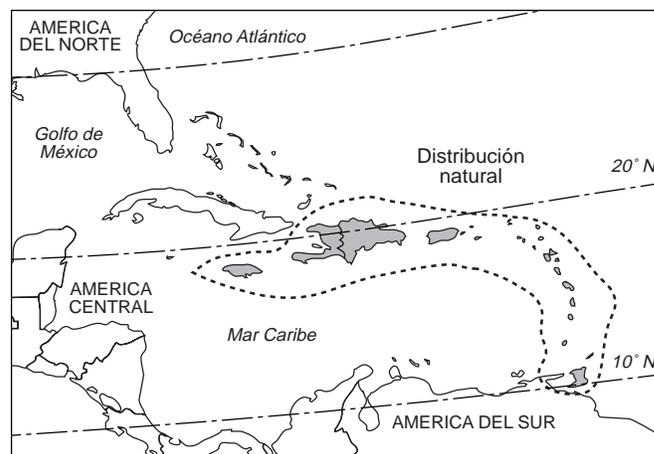


Figura 2.—El área sombreada indica la distribución natural del jácana, *Pouteria multiflora*.

incrementos anuales promedio en el diámetro del tallo fueron casi idénticos para árboles en posiciones de cuesta, cresta y valle; el crecimiento vertical fue un poco mayor para árboles en valles que para aquellos en cuestas y crestas (12). En Jamaica, el jácana ocurre de manera natural en áreas boscosas con suelos derivados de piedra caliza (1). En Dominica, el jácana crece en cuestas montañosas a una altitud de entre 280 y 430 m sobre el nivel del mar (3). En Martinica y Guadalupe se le puede encontrar creciendo entre 300 y 700 m de altitud (7). En Puerto Rico, el crecimiento del jácana se catalogó como pobre en plantaciones establecidas durante los años treinta en suelos serpentinos y en suelos arcillosos ácidos erosionados, rocosos y con tendencia a sufrir sequías. En los sitios degradados, los árboles tendieron a ser achaparrados y cloróticos (12).¹

Cobertura Forestal Asociada

En Puerto Rico el jácana se puede encontrar en bosques secundarios maduros tanto húmedos como muy húmedos, y en fincas abandonadas. En rodales en plantaciones viejas (de 50 a 55 años) en el Bosque Experimental de Luquillo, el jácana crece en asociación con *Casearia* spp., *Cordia sulcata* DC., *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Inga fagifolia* (L.) Willd., *Petitia domingensis* Jacq., *Prestoea montana* (R. Grah.) Nichols., *Swietenia macrophylla* King, *Syzygium jambos* (L.) Alst., y *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton (observación personal del autor).

El jácana ocurre en densidades poblacionales bajas, generalmente en posiciones suprimidas, en bosques dominados por *Dacryodes excelsa* Vahl y *Sloanea* spp. en las islas de St. Kitts, St. Vincent, Dominica y Granada (3).

En Trinidad el jácana ocurre raramente y se limita a los bosques montañosos del norte, en donde ocurre como una especie subdominante o del estrato inferior (14).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El jácana comienza a florecer una vez la copa está bien desarrollada, lo que sucede por lo general a los 20 a 30 años de edad. La fenología de la florescencia varía considerablemente dentro del área de distribución natural y se ve influenciada probablemente por las temporadas lluviosas. En Puerto Rico el jácana florece durante todo el año, a pesar de que los árboles individuales florecen por temporadas solamente. En las islas de Guadalupe y Martinica, la especie florece entre octubre y enero, y de nuevo entre junio y julio (7).

Las flores aparecen en racimos pequeños en pedúnculos verdes con vellos diminutos de aproximadamente 1 cm de largo. Las flores individuales consisten de cuatro sépalos verdes, anchos y redondeados, de aproximadamente 6 mm de largo; una corola tubular de seis lóbulos de 10 mm de largo y 6 mm de ancho, de color blanco a rosado; seis

estambres y seis estamenodos; y un pistilo con un ovario de cuatro a cinco células, de color pardo y veloso, y un estilo robusto de 6 mm de largo (10). Los principales agentes polinizadores parecen ser los insectos.

Las frutas del jácana son unas bayas lisas y ovoides de un color amarillo anaranjado, de hasta 5 cm de largo y 3 cm de ancho, con una pulpa comestible de color amarillo o anaranjado y una semilla ovoide dura de color pardo de aproximadamente 2.2 a 6.4 cm de largo y 1.3 cm de ancho (fig. 3) (10, 14). A pesar de que los frutos contienen típicamente una sola semilla, los frutos con semillas múltiples son comunes en Puerto Rico.¹ El peso promedio para una muestra de 416 frutas frescas en Puerto Rico fue de 68 g. Los frutos maduran a través de todo el año en Puerto Rico (10), mientras que en los lugares de clima más seco en las Indias Occidentales, como en Trinidad, los frutos maduran en febrero durante el comienzo de la temporada seca (14).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Los pesos de las semillas del jácana son muy variables y parecen tener una relación inversa con el número de semillas por fruto. Una muestra fresca de semillas procedente de frutos con un promedio de 2.0 semillas, tuvo un peso promedio de 12.0 g¹ mientras que una muestra de 69 semillas procedentes de frutos con una sola semilla cada uno tuvo un peso promedio de 23.2 g por semilla (observación personal de los autores). Por lo tanto habrán de 40 a 85 semillas por kilogramo, dependiendo de la fuente de las semillas. Un árbol de buen tamaño puede producir de 200 a 300 frutos por año. Las semillas son recalcitrantes, es decir, no resisten el secado. A pesar de que las semillas son dispersadas de manera limitada por la gravedad, los portadores primarios de las semillas a grandes distancias son los seres humanos y, hasta cierto punto, las aves frugívoras, los murciélagos y, posiblemente, las ratas y el ganado.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en el

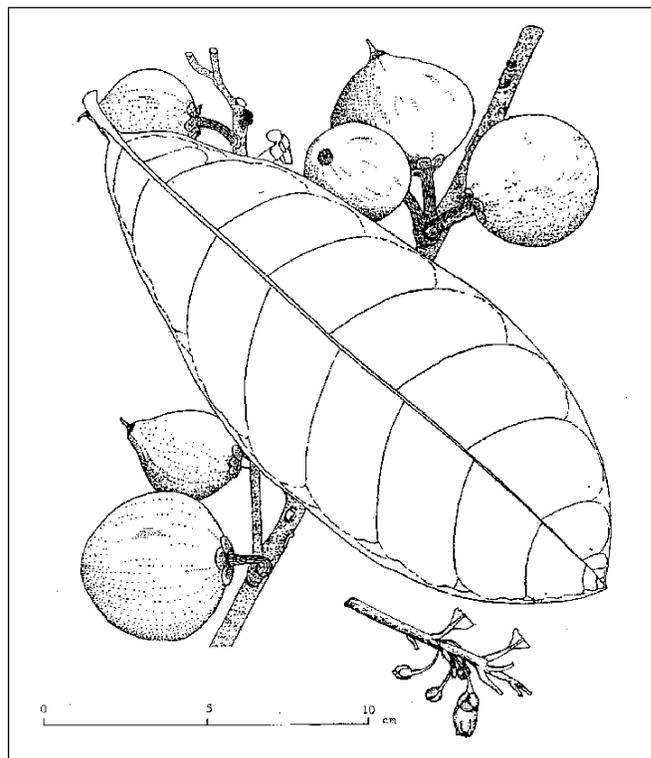


Figura 3.—Follaje y fruto de jácana, *Pouteria multiflora* (10).

¹ U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. [s.f.]. Datos de campo inéditos sobre *Pouteria multiflora* (A. DC.) Eyma. Archivados en: Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

jácana es hipogea y ocurre entre 3 a 10 semanas después de la siembra. Los porcentajes de germinación son usualmente altos para las semillas frescas, oscilando entre 50 y 100 por ciento¹ (observación personal de los autores). Las semillas del jácana pierden rápidamente su viabilidad cuando se almacenan a temperatura ambiente, por lo general menos de un mes después de la recolección.¹ La producción de líderes múltiples es común en el jácana y se observó en aproximadamente el 20 por ciento de las plántulas poco después de la germinación en pruebas en viveros en Puerto Rico (observación personal de los autores).

Unas pruebas en viveros en Puerto Rico llevadas a cabo durante la década de 1940 mostraron que los porcentajes de germinación no difieren entre las semillas sembradas a la sombra y las semillas sembradas al sol. El crecimiento vertical de las plántulas fue ligeramente mayor a la sombra que bajo el sol, aunque las plántulas bajo sol fueron más leñosas y tuvieron un mejor crecimiento diametral. Las estaturas promedio de las plántulas sembradas en la sombra fueron de 18.2, 19.6, 33.1 y 51.0 cm después de 1, 2, 4 y 6 meses, respectivamente, después de la siembra. Las estaturas correspondientes para plántulas sin sombra fueron de 14.8, 15.9, 22.2 y 39.4 cm.¹ En pruebas de vivero recientes bajo condiciones sombreadas, se registraron unas estaturas promedio para las plántulas de 28.5 ± 2.6 (error estándar) cm y 41.2 ± 5.8 (error estándar) 9 y 15 semanas después de sembradas en una mezcla comercial de tierra (observación personal de los autores). Las plántulas alcanzan un tamaño adecuado para el trasplante, o sea 40 cm de altura en este caso, aproximadamente 5 meses después de la siembra.

Las plantaciones se pueden establecer mediante el uso de plántulas en contenedores o mediante la siembra directa de semillas. Ambas técnicas han sido usadas con éxito en los bosques nacionales y estatales de Puerto Rico (15, 16, 17). En muchas localidades, entre 1 a 3 años después de la plantación, los porcentajes promedio de supervivencia y altura promedio de las plántulas no fueron significativamente diferentes para las plantaciones establecidas por ambos métodos. La supervivencia de las plántulas y la altura de las mismas promediaron un 60 por ciento y 28 cm, respectivamente después de 1 año de plantadas, y 56 por ciento y 35 cm después de 3 años de plantadas. Se han reportado unos buenos porcentajes de supervivencia en pruebas utilizando plántulas silvestres trasplantadas a lugares con condiciones favorables (12).

La regeneración natural del jácana es abundante bajo los árboles maternos en Puerto Rico, a pesar de que muy rara vez sobreviven más allá de la etapa de brinzal.

Reproducción Vegetativa.—A pesar de que los troncos del jácana rebrotan muy bien en su parte inferior al ser cortados, es difícil de propagar de manera vegetativa. Las estacas de aproximadamente 40 cm de largo procedentes de plántulas de 1 m de alto, recolectadas del estrato inferior del bosque fueron sujetas a pruebas relativas a su capacidad de arraigarse en pruebas de vivero en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. Este experimento incluyó estacas con y sin hojas, la mitad de las cuales fueron tratadas con un compuesto conteniendo ácido 3-Indol butírico (AIB) y 1 Naftalenacetamida (NAA). Cada tratamiento se aplicó a grupos de 25 estacas, para un total de 4 grupos. Las estacas se sembraron a la sombra en el vivero a un ángulo de 45° por un período de 8 meses. A pesar de que un tercio de las estacas en cada grupo sobrevivió al final del período experimental,

las únicas estacas que arraigaron fueron aquellas sin hojas y tratadas con el compuesto radical. El 20 por ciento de las estacas arraigaron con este tratamiento. El uso de aparatos de rocío y para calentar las camas en el vivero tal vez incrementarían los buenos resultados.

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Los árboles maduros alcanzan por lo usual unas alturas de entre 12 a 28 m con un d.a.p. de 60 a 90 cm (19). El árbol de jácana más grande medido en Puerto Rico fue de 25.8 m de alto y con un d.a.p. de 1.4 m.²

En los sitios favorables, los árboles de 5 años de edad alcanzan alturas de 3 a 6 m y unos d.a.p. de 2.5 a 5.0 cm (12). En Puerto Rico, se reportó un mejor crecimiento en la Sierra de Luquillo que en la Cordillera Central (Toro Negro). En este último bosque, los incrementos anuales promedio de diámetro y altura en rodales de plantaciones de 6 a 8 años de edad fueron de 0.45 cm y 0.27 m respectivamente (12). En 2 rodales de plantaciones de 50 a 55 años de edad inspeccionados en el Bosque Experimental de Luquillo, los diámetros a la altura del pecho y las alturas promedio fueron de 29 ± 3 y 18 ± 3 cm, y de 12 ± 1 y 11 ± 1 m, respectivamente. Los d.a.p. y las alturas promedio en un rodal en una plantación de 43 años establecida en un sitio degradado en St. Just, Puerto Rico, fueron de 16 ± 1 cm y 12 ± 1 m (observación personal de los autores). De este modo, en el caso de estas plantaciones viejas, el incremento anual promedio en el d.a.p. y la altura osciló entre 0.34 y 0.55 cm y entre 0.21 y 0.28 m, respectivamente.

En un inventario de los bosques secundarios puertorriqueños hecho en 1980, resultando en una lista de árboles en orden de importancia (en base al área basal ocupada por las 173 especies muestreadas), el jácana ocupó el número 47 en dicha lista (4). Aproximadamente 8,200 m² de área basal, o el 0.52 por ciento del total, se calculó para el jácana en estos bosques secundarios, la mayor parte de esa área encontrándose en las clases diamétricas intermedias (de 20 a 40 cm). En la isla de St. Vincent, el jácana ocupó el número 17 en importancia (de la 39 especies de árboles registradas) en una inspección de bosques secundarios jóvenes hecha en 1984. El jácana ocupó el 2.1 por ciento del área basal total; el 93 por ciento de los árboles medidos estaban en la etapa de árbol joven con unos d.a.p. de entre 2.5 y 12.5 cm (5).

En dos parcelas de un radio de 10 m en unas plantaciones de 50 a 55 años de edad en el Bosque Experimental de Luquillo, el jácana tuvo un área basal total de 15.5 y 21.1 m² por hectárea, o el 38.5 y 34.3 por ciento del área basal total del rodal (observación personal de los autores).

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen unas raíces pivotantes prominentes con un gran número de raíces laterales. Los árboles de mayor edad tienen raíces profundas y extensas. Unas raíces laterales de mayor tamaño emergen sobre el suelo en sitios arcillosos. Unos contrafuertes pequeños son evidentes en los árboles de mayor edad.

²Francis, John K.; Alemañy, Salvador. 1992. The champion trees of Puerto Rico. Manuscrito inédito. Archivado en: Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000. 13 p.

Reacción a la Competencia.—El jácana tolera bien la sombra. Las plántulas pueden sobrevivir de 10 a 20 años en el estrato inferior. Si un lugar ralo o vacío se desarrolla en el dosel, las plántulas con más fortaleza crecerán hasta alcanzar la etapa de brinzal y árboles pequeños. Si después de esto el dosel del bosque permanece ralo, o si se desarrolla una brecha, los árboles proceden a ocupar posiciones de copa intermedias o codominantes, en donde pueden producir semillas y reproducirse. El crecimiento no tiene lugar lo suficientemente rápido como para que las plántulas de jácana lleguen a ocupar brechas grandes en el dosel antes de que especies intolerantes a la sombra y con mayores tasas de crecimiento dominen esos sitios.

El crecimiento temprano rápido y vigoroso ha sido observado en plantaciones establecidas en condiciones sombreadas, como en el estrato inferior de rodales de bosques secundarios (12). Un crecimiento y una forma excelente se han reportado para árboles en plantaciones de seis años de edad establecidas en bosques mantenidos altos con cortas uniformes en Puerto Rico (13). Las plantas establecidas por la siembra directa de semillas y las plántulas criadas en viveros aguantan bastante bien la competencia con la maleza (12). Los árboles jóvenes creciendo a campo abierto tienden a desarrollar unas copas abiertas y una susceptibilidad a ser volcados por el viento (12).

Agentes Dañinos.—En Puerto Rico se ha reportado daño debido a la termita *Nasutitermes costalis* (Holmgren) y a la herbivoría por el ortóptero *Diapherodes* sp. (Phasmatidae) (18). Aparte de estos dos agentes dañinos, el jácana se ve inusualmente libre de daño por insectos y enfermedades (12).

Los árboles grandes son moderadamente susceptibles a que se quiebren sus ramas y troncos bajo vientos huracanados, pero son muy resistentes a ser volcados por el viento. Los árboles con troncos quebrados y que pierden su parte superior se recobran rápidamente (observación personal de los autores).

Un inventario de maderaje en bosques secundarios puertorriqueños encontró que el 77 por ciento del jácana de tamaño aserrable tuvo algún nivel de daño o degradación. La mayor fuente de la degradación fue la forma; la pudrición del duramen se encontró en muy pocos (2.5 por ciento del volumen) de los tallos (2).

USOS

El duramen del jácana, de color pardo rojizo claro, no se distingue fácilmente de la albura de color pardo claro. Tiene una textura uniformemente fina, una fibra recta, y un lustre de mediano a bajo. Es muy duro, firme, fuerte y muy pesado. Las densidades de la madera verde, secada al aire (con una humedad del 15 por ciento), y secada al horno son de 1.19, 0.95 y 0.78 g/cm³, respectivamente (11; observación personal de los autores). En Puerto Rico, la madera de jácana se seca con lentitud y con una degradación considerable, y requiere de aproximadamente 7 meses para secarse a un nivel de humedad del 17 por ciento. El encogimiento durante el secado hasta el 15 por ciento de humedad es de un 3.6 por ciento radial y 5.4 por ciento tangencial (11). La madera es difícil de trabajar debido a su alta densidad, dureza y contenido de sílice, y a pesar de que se taladra con facilidad, se raja fácilmente con tornillos o clavos (11). Las propiedades de la

madera con respecto al modelado, torneado, enmechado y lijado son buenas (10). El jácana es susceptible a la termita de la madera seca de las Indias Occidentales, *Cryptotermes brevis* (Walker) (21). Al presente, la madera se usa en el Caribe para la construcción pesada, armazones para casas, puentes, postes y otros usos que requieren de una madera fuerte y dura. Es adecuada para muebles, implementos agrícolas, pisos y la construcción de botes (11) y se usa por lo común como combustible (6).

Las frutas comestibles son de una textura que va de cremosa a pastosa, con un sabor delicado y placentero. Se consumen con frecuencia, pero no se explotan comercialmente excepto en la isla de Trinidad, en donde se le puede encontrar en los mercados (14).

GENETICA

Existen aproximadamente 325 árboles y arbustos en el género *Pouteria*, de los cuales cerca de 200 son naturales al neotrópico (20). Entre los sinónimos botánicos de *P. multiflora* se encuentran *Lucuma multiflora* A. DC., *Vitellaria multiflora* (A. DC.) Radlk., *Radlkofarella multiflora* (A. DC.) Pierre (20), *R. guadelupensis* Pierre (7, 8), *L. dussiana* Pierre, *L. martinicensis* Pierre, *P. dussiana* (Pierre) Stehle, y *P. martinicensis* (Pierre) Stehle (8).

Otras tres especies de *Pouteria* ocurren en Puerto Rico (9). Estas son: *P. dictyoneura* (Griseb.) Radlk. ssp. *fuertesii* (Urban) Cronq., que se encuentra en pocas cantidades en los bosques de cerros de piedra caliza; *P. hotteana* (Urban & Ekman) Baehni, que se encuentra también en pocas cantidades en las cuevas sureñas de las montañas al oeste, a poca o mediana altitud; *P. sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn, que se siembra a poca altitud con baja frecuencia por su fruta y sombra, pero que no se considera naturalizada. *Pouteria dictyoneura* y *P. hotteana* son también naturales a la isla de Española y Cuba, mientras que *P. sapota* es natural a otras regiones de las Indias Occidentales y desde México hasta el norte de Sudamérica.

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Anderson, Robert L.; Birdsey, Richard A.; Berry, Patrick J. 1982. Incidence of damage and cull in Puerto Rico's timber resource, 1980. Resour. Bull. S0-88. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 13 p.
3. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward & Leeward Islands. Oxford, UK: Clarendon Press. 192 p.
4. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. S0-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
5. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L.; Nicholls, Calvin F. 1986. The forest resources of St. Vincent, West Indies. Res. Pap. S0-229. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 25 p.

6. Cook, O.F.; Collins, G.N. 1903. Economic plants of Puerto Rico. Part 2: Contributions from the U.S. National Herbarium. Washington, DC: Smithsonian Institution. 269 p. Vol. 8.
7. Fournet, Jacques. 1978. Flore illustree des phanerogames de Guadeloupe et de Martinique. Paris: Institut de la Recherche Agronomique. 1,654 p.
8. Howard, Richard A. 1989. Flora of the Lesser Antilles: Leeward and Windward Islands. Part 3: Dicotyledoneae. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 658 p.
9. Liogier, Henri Alain; Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
10. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
11. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
12. Marrero, José. 1947. A survey of the forest plantations in the Caribbean National Forest. Ann Arbor, MI: University of Michigan, School of Forestry and Conservation. 167 p. Tesis de M.S.
13. Marrero, José. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest—past experience as a guide for the future. Caribbean Forester. 9(2): 85-148.
14. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
15. Martínez Oramas, J. 1939. Supervisor's annual planting record. Río Piedras, PR: Caribbean National Forest, Puerto Rico Insular Forests and Puerto Rico Reconstruction Administration; calendar year 1938. [s.p.].
16. Martínez Oramas, J. 1940. Supervisor's annual planting record. Río Piedras, PR: Caribbean National Forest, Puerto Rico Insular Forests and Puerto Rico Reconstruction Administration; calendar year 1939. [s.p.].
17. Martínez Oramas, J. 1941. Supervisor's annual planting record. Río Piedras, PR: Caribbean National Forest, Puerto Rico Insular Forests and Puerto Rico Reconstruction Administration; calendar year 1941. [s.p.].
18. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Department of Entomology. 303 p.
19. Murphy, Louis S. 1916. Forests of Porto Rico, past, present, and future, and their physical and economic environments. Bull. 354. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 99 p.
20. Pennington, T.D. 1992. The genera of *Sapotaceae*. Kew, UK; Bronx, NY: Royal Botanic Gardens; New York Botanical Garden. 295 p.
21. Wolcott, G.N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.

Prestoea montana (R. Graham) Nichols.

Palmae Familia de las palmas

Ariel E. Lugo, John K. Francis y Jorge L. Frangi

Prestoea montana (R. Graham) Nichols., conocida comúnmente como palma de sierra, manacla, palma boba (en español), sierra palm, mountain palm (en inglés) y palmiste-montagne (en francés) (14, 16), es una palma de tamaño de pequeño a mediano (fig. 1) que se encuentra en las montañas de las Antillas que reciben una alta precipitación. Esta palma puede alcanzar un valor de gran importancia en los bosques caribeños (tabla 1). La palma de sierra es una especie principal en las vertientes de agua críticas de varias de las islas del Caribe y es una productora de abundante fruta, la cual es importante para un número de especies silvestres. Crece a elevaciones que van desde 60 hasta 1,000 m (18).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La distribución natural de la palma de sierra se extiende desde el este de Cuba a través de la isla de Española, Puerto



Figura 1.—Una palma de sierra, *Prestoea montana*, que había sido plantada como ornamento en un área con una alta precipitación en Puerto Rico.

Palma de sierra

Rico y las Antillas Menores, incluyendo a Saba, St. Martin, St. Kitts, Nevis, Montserrat, Guadeloupe, Dominica, Martinique, St. Lucia, St. Vincent, Grenada (14, 17) y Tobago (16) (fig. 2). No existen reportes de que la especie haya sido plantada fuera de su distribución natural.

Clima

La palma de sierra crece en cuatro de las zonas de vida subtropicales de Holdridge (13): los bosques húmedos, muy húmedos, montano bajo muy húmedos y montano bajo pluviales. La palma se encuentra también en la transición de la zona forestal subtropical montana baja a la subtropical pluvial (18). Estas zonas de vida tienen una precipitación anual de entre 2000 y 6000 mm. La precipitación en el Caribe es estacional, con los meses más secos entre enero y abril y los meses más húmedos el resto del año. El máximo en la precipitación ocurre en mayo en las elevaciones bajas y en octubre en las elevaciones altas. A pesar de que la precipitación puede ser muy variable de mes a mes, como promedio, ningún mes recibe menos de 100 mm (5). En las bajas elevaciones en la zona forestal subtropical húmeda en donde crece la palma, la precipitación anual es de más de 2200 mm. En estas elevaciones bajas la temperatura mensual promedio varía entre 23 y 27 °C. Es más común el encontrar palmas de sierra a más de 350 m de elevación, en donde la precipitación anual promedio excede los 3000 mm y la temperatura mensual promedio varía entre 21 y 23 °C. La temperatura mensual promedio varía entre 19 y 22 °C a una elevación de 700 m y de 17 a 19.5 °C a los 1,000 m (5).

Suelos y Topografía

La palma de sierra se encuentra con mayor frecuencia en las pendientes agudas, a la margen de los riachuelos y en las planicies inundables montañosas con suelos inestables. Se

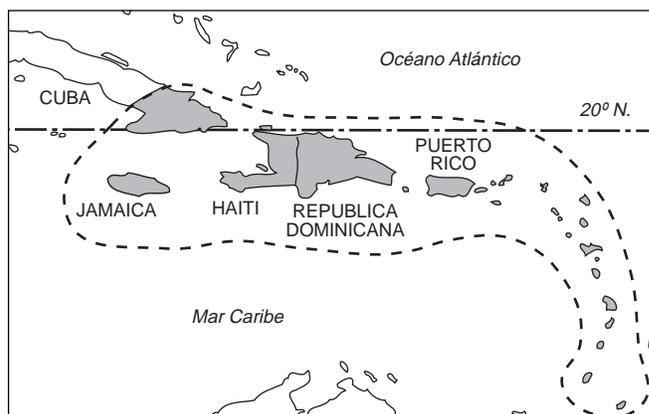


Figura 2.—Distribución natural de la palma de sierra, *Prestoea montana*, en el Caribe, indicada por las áreas sombreadas.

Tabla 1.—Densidad, área basal y dominancia de palmas del género *Prestoea* (*Euterpe*) en las islas del este del Caribe y Puerto Rico; la información procede en su mayor parte de Beard (2); la tabla ha sido modificada de la de Lugo y otros (18)*

Tipo de bosque y localidad	Bosque			Palmas				
	Área muestreada	Especies	Densidad	Área basal	Densidad	Área basal	Valor de importancia	Diámetro de la clase dominante
	ha	Número	Tallos/ha	m ² /ha	Tallos/ha	m ² /ha	Porcentaje	cm
Formación del bosque pluvial								
<i>Dacryodes-Sloanea</i>								
Dominica	4.047	60	381	49.5	3	0.1	0.5 †	nd‡
St. Lucia	4.047	41	299	26.0	89	1.5	18.0 †	nd
St. Vincent	4.047	39	308	34.5	59	3.1	14.0 §	38.8-48.5
Puerto Rico (28)	4.047	nd	776	28.2	251	3.4	22.0	nd
Puerto Rico (25)	1.570	54	870	nd	99	nd	11.0	nd
<i>Dacryodes-Licania</i>								
Grenada	4.047	23	422	50.8	49	2.3	8.5 ¶	nd
Bosques Clímax								
St. Kitts	0.405	18	578	64.5	183	8.4	23.0	19.4-29.1
Nevis	0.405	19	496	40.6	245	11.4	39.0	19.4-29.1
Nevis	0.405	18	476	31.1	234	10.8	42.0	nd
Bosque ruinado								
St. Kitts	0.405	19	790	75.2	430	19.7	41.0	19.4-29.1
Formación boscosa montana baja pluvial								
<i>Amanoa-Licania-Oxythece</i>								
Dominica	4.047	56	523	47.0	16	0.6	2.0 †	nd
<i>Licania-Oxythece</i>								
St. Lucia	4.047	37	297	237.3	51	0.9	10.0	nd
Formación de matorral montano								
<i>Amanoa</i>								
Dominica	4.047	31	646	29.2	44	1.4	4.0	nd
<i>Richeria-Podocarpus</i>								
Dominica	0.405	25	820	32.6	44	0.8	4.0 †	nd
Especies mixtas								
St. Lucia	0.405	21	714	20.3	284	4.8	32.0	9.7-19.4
Nevis	0.405	12	526	19.9	296	13.6	63.0	nd
Grenada	0.405	16	462	28.4	49	1.0	7.0 **	nd
Puerto Rico (28)	4.047	nd	834	31.6	219	2.9	18.0	nd
Puerto Rico (9)	0.253	27	3,059	42.4	1206	19.9	37.5	nd
Matorral de Palmas								
St. Vincent	0.405	17	620	24.6	444	9.6	56.0 ††	9.7-19.4
Puerto Rico 1946 (31)	0.400	33	1,772	31.9	1016	20.0	60.0	nd
Puerto Rico 1975 (31)	0.400	34	1,470	31.8	866	17.0	56.0	nd
Puerto Rico ††	804.000	35	2206 (1,484)	34.5 (21.7)	710	20.6	46.0	5-10
Puerto Rico a los 400 m (3)	0.100	9	400	17.6	250	7.6	53	10-20
Puerto Rico a los 700 m (3)	0.100	8	870	23.8	680	13.9	68	10-20
Puerto Rico a los 1000 m (3)	0.100	8	1700	43.2	1300	39.4	84	10-20

* El valor de importancia (dominancia) está basado en la suma de la densidad relativa y el área basal relativa, el diámetro arbóreo mínimo es de 10 cm y, a menos que se indique de otra manera, la especie es *P. montana* (*Euterpe globosa*); se proporciona también información sobre el bosque y el tamaño de las palmas dominantes (cuando se encuentren disponibles) para propósitos comparativos.

† Más que nada *E. dominicana*.

‡ No disponible.

§ Más que nada una especie sin identificar del género *Euterpe*.

¶ Más que nada *E. hagleyi*.

** Una especie sin identificar de *Euterpe* también encontrada.

†† Birdsey y Jiménez (4) incluyen todos los árboles >5 cm en d.a.p.; los valores para los árboles >10 cm en d.a.p. se proporcionan en paréntesis.

encuentra también presente en los terrenos con topografía moderada, concentrada a veces en las confluencias del drenaje. La elevación óptima para la palma de sierra parece ser de aproximadamente 700 m (3, 9, 18). Los suelos son de textura variable, con o sin cascajo o peñas grandes, de húmedos a muy húmedos, con frecuencia anóxicos y a veces anegados. La tabla 2 ilustra la variabilidad de las propiedades químicas y físicas para seis bosques dominados por la palma de sierra en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico.

Cobertura Forestal Asociada

En la Sierra de Luquillo en Puerto Rico, la palma de sierra alcanza dominancia en los bosques de palmas o matorrales de palma (bosque subtropical montano bajo muy húmedo y subtropical montano bajo pluvial y su transición a subtropical pluvial). Cuando la palma de sierra se reporta creciendo en otros tipos de bosques tales como el bosque colorado (*Cyrilla racemiflora* L.), tabonuco o nebuloso, se encuentra invariablemente creciendo a lo largo de corrientes de agua, en áreas de drenaje, en micrositos con depresiones y/o en suelos anegados.

En una planicie inundable de 700 m de elevación, los socios principales de la palma de sierra son (en orden de importancia) *Calycogonium squamulosum* Cogn., *Croton poecilanthus* Urban, *Eugenia eggersii* Kiaersk., *Micropholis chrysophylloides* Pierre y *M. garciniaefolia* Pierre (9). En los matorrales de palma en pendientes agudas a la misma elevación, los socios principales de la palma de sierra, además de las especies previamente listadas, son *Cecropia schreberiana* Miq. y *Drypetes glauca* Vahl (18). En el bosque colorado (bosque subtropical montano bajo muy húmedo), la palma de sierra está también asociada con *Calycogonium squamulosum*, *Croton poecilanthus*, *Cyrilla racemiflora*, *M. chrysophylloides*, *M. garciniaefolia* y *Ocotea moschata* (Meisn.) Mez (29). Este tipo de bosque ocurre en valles y en pendientes graduales a más de 600 m de elevación. En los bosques tabonuco (bosque subtropical muy húmedo) la palma de sierra está asociada con *Cecropia schreberiana*, el tabonuco (*Dacryodes excelsa* Vahl), *Inga fagifolia* (L.) Willd., *Miconia tetrandra* (Sw.) D. Don, *Micropholis garciniaefolia*, *Ormosia krugii* Urban y *Sloanea berteriana* Choisy (29, 31). Este tipo de bosque se encuentra al pie de los cerros y en las pendientes a menos de 600 m de elevación (16). Las palmas en este bosque pueden crecer altas en las áreas abiertas a lo largo de drenajes, pero el crecimiento se ve suprimido bajo la cubierta del dosel forestal más alto. En el bosque enano nebuloso, las palmas de sierra se ven achaparradas y se

encuentran solamente a lo largo de drenajes.

En otras islas del Caribe se han registrado otras especies adicionales asociadas a la palma de sierra. En los bosques secundarios maduros de St. Vincent se han listado, *C. schreberiana*, *Eugenia sintenisii* Kiaersk., *Ficus citrifolia* Mill., *I. vera* Willd. y el tabonuco (32). Beard (2) describió un rodal primario en Grenada consistiendo de *D. excelsa*, *Licania ternatensis* Hook. f., *M. chrysophylloides*, *Maytenus grenadensis* Urban, *S. caribaea* Krug & Urban, la palma de sierra y un número de otras especies de menor abundancia. La tabla 1 contiene un resumen de información cuantitativa para los rodales en el Caribe en donde se ha reportado la palma de sierra.

Un gran número de epífitas vasculares y no vasculares se asocian con la palma de sierra (22). Algunas de estas especies tienden a ocurrir solamente con la palma. Estas epífitas crecen en proporción al diámetro y la altura de la palma, la aspereza del tallo y la capacidad de retención de humedad de la masa orgánica formada en la superficie de los tallos de las palmas por los musgos y otras plantas epífitas. El crecimiento de estas masas se ve influenciado por la intensidad del flujo en el tallo (9). Este crecimiento puede resultar en la acumulación de grandes cantidades de humus orgánico rico en fósforo sobre la superficie del tallo de la palma de sierra (9).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las palmas de sierra dominantes y codominantes creciendo a campo abierto son las únicas que florecen. Estos árboles tienen por lo usual 6 m o más de altura y por lo menos 50 años de edad. La producción de flores y fruto procede a través de casi todo el año (17, 19), pero alcanza un máximo en las bajas elevaciones (300 a 500 m) entre junio y septiembre (1). A más de 700 m, la inflorescencia frutal máxima ocurrió entre agosto y febrero (19). Estos períodos de actividad floral y frutal parecen variar de año a año (19). La polinización por las moscas, abejas y escarabajos se considera como el medio principal para la polinización de este género (8).

La especie es monoica (1). Las flores, de color de blanco a magenta, aparecen en agrupaciones con una sola ramificación, de 32 a 100 cm de largo y que crecen a partir del tronco entre las cicatrices foliares. De una a varias agrupaciones podrán estar en flor a la vez. La relación sexual

Tabla 2.—Características del suelo en bosques dominados por las palmas en el Bosque Experimental de Luquillo, Puerto Rico (adaptado de 3, 9, 18)

Tipo de bosque	Elevación	Densidad	Profundidad	Materia orgánica	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
	<i>m</i>	<i>g/cm³</i>	<i>m</i>	----- <i>Mg/ha</i> -----		----- <i>kg/ha</i> -----			
Matorral de palmas	400	0.66	0.3	277	nd*	nd	nd	nd	nd
	700	0.74	0.3	339	nd	nd	nd	nd	nd
	750	nd	0.4-0.5	118-247	6.4-9.8	1.3-1.8	2.6-11.7	6.5-24.1	8-33
	750	nd	0.3-0.8	184-486	9.2-16.8	0.6-2.7	15.7-30.2	11.0-27.2	48-94
	1,000	0.31	0.2	281	nd	nd	nd	nd	nd
Planicie inundable	750	nd	1.0	272	nd	0.7	nd	nd	nd

* No disponible.

de las flores entre los individuos en la Sierra de Luquillo es variable. Algunos individuos producen solamente unas pocas flores femeninas (4 por ciento), mientras que otras producen hasta un 30 por ciento de flores femeninas; el promedio fue de 20 por ciento. El porcentaje de flores femeninas en las palmas de sierra tuvo una relación inversa al porcentaje de cobertura del dosel forestal.¹

A la madurez, las frutas son negras, con una pulpa delgada, de 10 a 13 mm de diámetro y contienen una semilla de 9 a 10 mm de diámetro (14, 16). La diferencia de tiempo entre la florescencia y la maduración de la fruta es de aproximadamente 8 a 9 meses (1). Una muestra de 50 árboles produjo un promedio de 2 inflorescencias por año. Unos conteos en 10 de estas inflorescencias indicó un promedio de 2,500 frutas por inflorescencia (1). En otro estudio en la Sierra de Luquillo, las palmas de sierra produjeron un promedio de 9,573 semillas en un período de 2.5 años. Sin embargo, estos resultados fueron variables; algunos individuos produjeron solamente 110 semillas, mientras que otros produjeron hasta 29,577. La producción de semillas en la palma de sierra se correlacionó de manera inversa con el porcentaje de cobertura del dosel.¹

La caída anual de la fruta puede alcanzar 560 kg por hectárea en los rodales de palma productivos en las planicies inundables (19). Existe evidencia de una amplia variabilidad interanual en la producción de fruta y la ocurrencia de años de frutificación (19). En base al área, existe una mayor producción de fruta en los bosques de palma en las planicies inundables que en los bosques tabonuco (tabla 3), tanto en cuanto a la masa de frutas como al número de frutas producido. Las frutas son más pesadas y más abundantes en las más altas elevaciones (tabla 3). Como resultado de esto, hay más frutas en la superficie del suelo forestal en las elevaciones más altas que en las elevaciones más bajas. El peso de las frutas cambia en función del tiempo (19). En el bosque tabonuco en las elevaciones bajas, el peso de la fruta varía sobre un período de 3 años desde menos de 0.1 g hasta casi 0.8 g por fruta. En el bosque en planicies inundables a elevaciones altas, sobre el mismo período de tiempo, el peso de la fruta varió entre 0.1 g por fruta y 1.3 g por fruta (19). No es claro si estas diferencias se deben a la elevación o a las diferencias fisiológicas intrínsecas de la palma de sierra en las planicies inundables y en los bosques tabonuco.

Producción de Semillas y su Diseminación.—El peso seco promedio de las semillas de la palma de sierra se reporta como de 0.60 g por semilla (7). Sin embargo, la variación temporal tan grande en el peso de la fruta puede ser también variable. Bannister (1) reportó un peso promedio de las semillas de 0.07 g., Lugo y Frangi (19) reportaron una variación entre el peso de las frutas dañadas y las verdes (tabla 3). La densidad de las frutas en el suelo varía grandemente (tabla 3), con los valores más altos encontrándose directamente bajo las palmas.

Desarrollo de las Plántulas.—Un estudio en la Sierra de Luquillo a una elevación de 350 m resultó en una germinación del 18 por ciento.² La estructura del dosel no tuvo ningún efecto sobre la germinación. La supervivencia de las plántulas fue del 83 por ciento. Sin embargo, el crecimiento de las plántulas se vió fuertemente relacionado

a la intensidad de la luz; entre mayor era la abertura del dosel, mayor era el crecimiento. El crecimiento de las plántulas fue también más variable bajo las intensidades de luz más altas que bajo las condiciones sombreadas. Bannister (1) estimó la vida media (el tiempo en meses requerido para que la mitad de las plántulas mueran) de la población de plántulas en 17 meses en el bosque tabonuco. Frangi y Lugo estimaron que 1,000 semillas produjeron 4.3 palmas de sierra maduras en el bosque tabonuco, pero solamente 1.6 en el bosque en planicie inundable. Ellos atribuyeron estas diferencias a las inundaciones y a la competencia con otras especies.³

Las palmas de sierra de mayor edad en el Bosque Experimental de Luquillo alcanzaron aproximadamente 100 años de edad en 1982, pero la clase de acuerdo a la edad dominante (más del 50 por ciento de los individuos) fue la de 52 a 68 años de edad (20). Las plántulas y las palmas suprimidas (siempre que sean jóvenes) aceleran sus tasas de crecimiento en gran medida cuando una perturbación abre el dosel y aumenta la intensidad lumínica disponible. Los individuos suprimidos de mayor edad no responden a un aumento de la intensidad lumínica (20).

Reproducción Vegetativa.—Las palmas de sierra no rebrotan y no se pueden arraigar por medios ordinarios. No existen reportes de propagación por cultivos histológicos.

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La formación periódica de cicatrices foliares en los tallos permite el análisis de la

Tabla 3.—Valores para la masa de frutas y semillas de *Prestoea montana* en el Bosque Experimental de Luquillo, basados en el resumen de Lugo y Frangi (19).

Parámetro de la fruta o la semilla*	Valor
Peso de la fruta	<i>g</i>
Planicie inundable a una elevación alta	
Verde	1.08
En la hojarasca	0.81 to 0.86
Dañada	0.59
Bosque tabonuco a baja elevación	0.52
Peso de la semilla	
Bosque tabonuco a baja elevación†	0.59
	0.07
Densidad de la fruta (sobre el terreno)	<i>Por m²</i>
Planicie inundable a una elevación alta	42
Bosque tabonuco a baja elevación	
Bajo las palmas	37 to 55
Bosque entero	1.41
	0.06 to 4.3
Caída de las frutas (anual)	<i>kg /ha</i>
Planicie a una elevación alta	560
Bosque tabonuco a una baja elevación	35

* La elevación alta corresponde a 750 m y la baja elevación a entre 300 y 500 m.

† Estos dos valores constituyen dos estimados independientes en la referencia 19.

¹F. Gregorrry y A. Sabat, comunicación personal con los autores.

²A. Sabat, J. Morales y D. Fernandez, comunicación personal con los autores.

³J.L. Frangi y A.E. Lugo, información inédita archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, P.O.Box 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

tasa de crecimiento de las palmas de sierra individuales (tabla 4). Las palmas producen un promedio de cuatro hojas por año, con una distancia promedio internodal de 4.2 cm. Estos valores pueden variar de manera significativa dependiendo del grado de supresión de luz al cual se ve sujeta la palma (20). La palma de sierra mantiene aproximadamente 11 hojas funcionales, a excepción de después de una caída anormal de las hojas debido a huracanes u otro tipo de tormentas con vientos fuertes. Esto significa que, con una producción de cuatro hojas por año, el ciclo es de 0.36 hojas por año o una longevidad foliar de 2.75 años.

La altura promedio de las palmas es menor en las elevaciones mayores dentro de su distribución (una altura de 11 m a 1,000 m de elevación) y promedia aproximadamente 19 m a una elevación de 400 a 700 m (3). El crecimiento en altura promedia 0.14 m por año, pero es más rápido cuando la palma está creciendo en un claro en el dosel. Se han observado unos valores de hasta 0.5 m por año (20). Una vez la palma alcanza el dosel, la tasa de crecimiento en altura disminuye. El período de rápido crecimiento ocurre por lo usual temprano durante la vida de la palma y, si no ocurre, el individuo permanece como un miembro suprimido del sotobosque, aún si el dosel se abre en el futuro (20).

El ciclo de producción y caída de hojas resulta en un retorno de 2.8 Mg de masa foliar por hectárea al suelo forestal (tabla 5). Este retorno de masa es equivalente al 14 por ciento de la productividad primaria neta sobre la superficie del rodal y es equivalente al 13 por ciento de la biomasa foliar del dosel. En términos de masa, el tiempo de residencia del dosel es de 7.5 años. Este valor es más alto que el reportado previamente para hojas individuales. La razón de esto es que las hojas de la palma de sierra de descomponen parcialmente antes de su caída y por lo tanto las mediciones de la hojarasca subestiman la producción de biomasa foliar. Al hacer una corrección en el factor de la descomposición sobre la superficie, el tiempo de residencia de la biomasa foliar es de aproximadamente 2 años, valor que es más cercano a la duración reportada de las hojas (9). Los tejidos en descomposición tuvieron las siguientes vidas medias (en días) en los bosques de palma en las planicies inundables: frondas de palma todavía adheridas al árbol progenitor, 188; hojas dicotiledoneas, 306; hojas de palma sobre el suelo del bosque,

Tabla 4.—Parámetros alométricos y de crecimiento de 32 individuos de palmas, *Prestoea montana*, en el Bosque Experimental de Luquillo (20)*

Parámetro	Valor promedio y unidades †
Diámetro a la altura del pecho	19.0 cm
Altura	9.1 m
Volumen del tallo	0.027 m ³
Volumen de la copa	63.3 m ³
Hojas funcionales	11
Cicatrices foliares	210
Distancia internodal	4.2 cm
Crecimiento en diámetro	0.02 cm/año
Crecimiento en área basal	0.58 cm ² /año
Crecimiento en altura	0.14 m/año
Producción de hojas	4.0 hojas/año

* Valores de 1982.

† Lugo y Rivera Batlle (20) reportan la variación alrededor de estos promedios.

462; tallos de palma, 576 (9).

Las hojas de la palma de sierra trasladan fósforo a otras partes de la palma de manera muy eficiente antes de su caída (9). Sin embargo, la exportación de fósforo (6.1 kg por hectárea por año) y materia orgánica (tabla 5) de las palmas de sierra es alta a pesar de los numerosos mecanismos para conservar fósforo (9, 11).

Frangi y Lugo reportaron unas ecuaciones para estimar la biomasa de la palma de sierra a partir de información sobre el diámetro y la altura (tabla 6). La tabla 5 contiene información sobre la distribución de nutrientes y biomasa en las palmas de sierra en un bosque en una planicie inundable. Si se considera la masa de las palmas como el 100 por ciento, las hojas, los tallos, las inflorescencias y las raíces comprenden el 34, 52, 2 y 12 por ciento, respectivamente. Para el mismo rodal y considerando la acumulación total de fósforo en los tejidos de la palma como el 100 por ciento, las hojas, los tallos, las inflorescencias y las raíces tuvieron los siguientes porcentajes: 43, 50, 3 y 3, respectivamente (los totales no suman 100 debido a las aproximaciones de los valores). Estos valores muestran que, de manera proporcional a la provisión total, los tejidos foliares concentran fósforo y no así los tejidos radicales.

Comportamiento Radical.—El sistema radical de la palma de sierra es un complejo de raíces finas; raíces puntales y raíces cortas, especializadas y aéreas. La biomasa radical es un 12 por ciento de la biomasa arbórea total en los bosques montanos bajos en planicies inundables (9). Se cree que la gruesa masa entrelazada de raíces en la superficie y a poca profundidad contribuye al reciclaje de nutrientes y reduce la

Tabla 5.—Parámetros de crecimiento y productividad para *Prestoea montana* en un bosque en planicie inundable a 750 m de elevación en el Bosque Experimental de Luquillo, Puerto Rico (9)*

Parámetro	Valor y unidad †
Biomasa	Mg/ha
Hojas	20.9
Tallos	31.9
Inflorescencia	1.0
Sobre la superficie	53.8
Raíces	7.5
Total	61.3
Acumulación de nutrientes (N,P,K,Ca,Mg‡)	kg/ha
Hojas	275, 20.8, 178, 74, 48
Tallos	266, 24.2, 331, 121, 67
Inflorescencia	1.5 (P)
Sobre la superficie	541, 47, 508, 195, 115
Raíces	1.5 (P)
Total	48.7 (P)
Hojarasca	Mg/ha
Hojas	2.8
Productividad primaria neta sobre la superficie	19.5 Mg/ha·yr
Exportación de materia orgánica	1.0 g/m ² ·yr

* La información corresponde a las palmas en el bosque y sólo los parámetros para la “productividad primaria neta sobre la superficie” y la “exportación” incluyen otras especies además de la palma de sierra.

† Los datos para los nutrientes provienen de Frangi y Lugo (10).

‡ N=nitrógeno, P=fósforo, K=potasio, Ca=calcio y Mg=magnesio; los valores se proveen en este orden.

erosión en capas (9, 12). La raíces puntales, de 1.0 a 1.5 cm de diámetro y a veces extendiéndose por varios metros sobre grandes peñas, anclan la palma. La porción aérea de las raíces puntales poseen pneumatorrizas que facilitan el intercambio de gases en los suelos pobremente aireados (12). Estas pneumatorrizas son anatómicamente y morfológicamente similares a aquéllas descritas para *Euterpe oleracea* Mart., encontrada en las tierras bajas pantanosas de Guyana por De Granville (6).

Reacción a la Competencia.—Los bosques de palma y las palmas exhiben los siguientes gradientes a medida que aumenta la elevación: una reducción de las brechas en el dosel; un aumento en el índice de complejidad de Holdridge (el producto del área basal, la densidad arbórea y el número de especies en parcelas de 0.1 hectáreas, dividido entre 1,000), y un aumento en el valor de importancia, el área basal y la densidad arbórea de la palma de sierra. La palma de sierra tolera la sombra y es una competidora excelente. Puede sobrevivir una sombra densa a todas las edades, pero la reacción de las plantas jóvenes es de crecer con mayor rapidez con la disponibilidad de suficiente luz. Para la producción de fruta, las palmas adultas requieren como mínimo de luz superior directa. Cuando la palma crece bajo luz plena, las distancias internodales foliares y el número de hojas producidas anualmente son mayores (20).

La palma de sierra invade las áreas de deslices de tierra y los bosques secundarios cuando existen fuentes de semillas cercanas. Esta palma mantiene rodales casi puros en áreas muy húmedas e inestables en donde otras especies tienen

Tabla 6.—Parámetros para la ecuación de regresión lineal ($y = ax + b$) para la biomasa de varios componentes de la palma (y , en kilogramos) y la altura de la misma (x , en metros)*

y	a	b	r^2
$x = \text{altura total}$			
Sobre la superficie	6.4	-10.0	0.96
Raíz	1.1	-1.1	0.83
Espiga	0.1	-0.1	0.68
Hojuela	0.8	1.9	0.77
Raquis	0.3	1.1	0.53 *
Hoja total	1.7	1.2	0.67
Base	0.6	-0.4	0.80
Tallo	5.1	-9.2	0.96
Tallo y base	4.7	-11.1	0.77
Inflorescencia	0.2	-0.8	0.45
Total	8.4	-10.2	0.96
$x = \text{altura del tallo}$			
Sobre la superficie	7.7	4.5	0.90
Raíz	1.4	-0.6	0.91
Espiga	0.1	0.2	0.58
Hojuela	0.8	4.0	0.60
Hoja total	1.7	6.1	0.50
Pié del árbol	0.8	0.9	0.81
Tallo	6.0	0.8	0.97
Tallo y pie del árbol	5.9	-1.6	0.85
Inflorescencia	0.3	-0.4	0.55
Total	9.7	6.8	0.94

* Todos los datos son significativos hasta $p = 0.01$, a excepción del dato para el raquis, en donde $p = 0.05$.

dificultad en sobrevivir las tormentas con vientos, los suelos poco profundos, el movimiento del suelo o las inundaciones. Sin embargo, la palma de sierra no tolera las condiciones anegadas en el suelo (18). Su capacidad para resistir los huracanes y los vientos fuertes está relacionada a sus delgados tallos, los cuales ofrecen una menor resistencia a los vientos, y a su capacidad para desprender sus hojas, evitando de esta manera el impacto mecánico de los vientos (10).

Como resultado de todas sus adaptaciones, la palma puede estar presente en los bosques maduros y los bosques bajo condiciones de estrés y en etapas sucesionales. Sin embargo, debido a su tolerancia a las condiciones adversas y a su longevidad, Bannister (1) clasificó la palma de sierra como una especie clímax. Beard (2) ubicó los matorrales de palmas en la categoría de bosques de tormentas y consideró a la palma como una especie sucesional debido a su colonización de áreas perturbadas, tales como las áreas de deslices de tierra y los sitios dañados por huracanes o erupciones volcánicas. Lugo y otros (18) sugirieron que la palma de sierra es una especie para tierras pantanosas que puede estar presente tanto en las comunidades maduras como jóvenes, dependiendo de las condiciones. Ellos concluyeron lo siguiente:

...dependiendo de la precipitación, la saturación del suelo, la topografía y la frecuencia de las perturbaciones, las pendientes agudas del Caribe pueden sostener una rica diversidad de bosques dominados por las palmas. Los rodales puros de palmas que persisten por largos períodos de tiempo reflejan las condiciones óptimas para la dominancia por las palmas. Las condiciones que favorecen los matorrales de palma en un estado estable son la saturación continua del suelo, la ausencia de aguas estancadas, las perturbaciones periódicas y los suelos poco profundos. A medida que la intensidad de estos factores mengua, las condiciones para la invasión de los árboles dicotiledóneos mejoran, mientras que aquellos que favorecen las palmas empeoran y se desarrolla una variedad de comunidades vegetales en donde la dominancia de las palmas va constantemente disminuyendo.

En favor de esta conclusión, Frangi y Lugo⁴ observaron los siguientes gradientes en la dominancia de la palma de sierra (expresados como porcentajes) en Puerto Rico: bosque tabonuco, 15; bosque colorado, 17; bosque en planicie inundable, 43; matorral de palmas, 57, y bosque nebuloso enano, 7.5. Ellos concluyeron que el período de tiempo en que el suelo permanece saturado podría explicar la diferencia en el valor de importancia de la palma de sierra, siendo favorecida la palma por la saturación periódica del suelo.

Las tasas de mortalidad de las palmas de sierra son variables de un año a otro (tabla 7). Los máximos en la mortalidad están asociadas con las perturbaciones periódicas en los bosques (18). En la Sierra de Luquillo, murieron más árboles en un sitio a sotavento que en un sitio a barlovento (tabla 7). Esta diferencia en la mortalidad se atribuyó a la más alta tasa de sucesión en el sitio a sotavento, en donde la competencia con los árboles dicotiledóneos fue mayor que en el sitio más húmedo a barlovento. Es también posible que la caída de árboles dicotiledóneos de tamaño mayor causó una

⁴ J.L. Frangi y A.E. Lugo, información inédita archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, P.O.Box 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

mortalidad secundaria en las palmas de sierra de menor estatura. Sin embargo, la palma retuvo su dominancia en ambos sitios. Las tasas anuales de crecimiento nuevo de palmas fueron de 4 palmas por hectárea en el bosque de palma a barlovento y de 6 a 12 palmas por hectárea en el bosque de palma a sotavento (18).

Agentes Dañinos.—La palma de sierra por lo general tiene pocos problemas con insectos y enfermedades. Sin embargo, se han observado infestaciones con el lepidóptero *Homaledra sabalella* (Chambers) (21). La termita *Nasutitermes costalis* (Holmgren) con frecuencia construye senderos cubiertos que suben por los troncos de las palmas de sierra para alimentarse de las hojas muertas, un proceso que no causa daño alguno a las palmas. *Cocotrypes carpophagus* Hornung (anteriormente *Coleoptera: Scolytidae*) ataca las frutas y las semillas de la palma de sierra después de su caída a la superficie del suelo forestal (22). Los ataques son más intensos en los climas más húmedos.

Los vientos fuertes y los huracanes son los principales factores físicos que dañan las palmas. La palma de sierra es relativamente resistente a sus efectos. Aproximadamente el 30 por ciento de las palmas en un terreno bajo en el este de Puerto Rico sufrió algún daño debido al Huracán Hugo en 1989. Sin embargo, la defoliación fue el daño más común observado y el 98 por ciento de las palmas estaban refoliándose 9 meses después (10). En un terreno elevado en la misma área en general, el 67 por ciento de las palmas se vió defoliado, el 11 por ciento se quebró y un 1 por ciento se volcó. De estos, solo los individuos que se quebraron o volcaron perecieron (30). Las palmas más altas, y aparentemente de mayor edad, tienen a veces unas grandes acumulaciones de epífitas y lianas (9, 22). Esta carga de biomasa aumenta la resistencia presentada a los vientos por las palmas individuales y aumenta la probabilidad de ser volcadas.

Tabla 7.—Parámetros para la mortalidad de los árboles adultos para la palma *Prestoea montana* en dos matorrales de palmas en el Bosque Experimental de Luquillo*

Intervalo de tiempo	Mortalidad anual de las palmas†	
	Densidad Árboles/ha	Área basal cm ² /ha
Bosque de palmas 1		
1946-1949	2.5	717
1949-1951	11.3	3,005
1951-1982	2.9	703
1982-1986	7.5	1,948
Bosque de palmas 2		
1946-1951	14.5	2,886
1951-1956	10.5	2,368
1956-1976	7.4	1,702
1976-1982	9.6	2,103
1982-1986	14.4	3,230

*El bosque de palmas 1 se encontraba en un sitio a barlovento y el bosque de palmas 2 en un sitio a sotavento, ambos a una elevación de aproximadamente 700 a 750 m.

† Datos de Lugo y otros (18).

USOS

El beneficio más importante proporcionado por la palma de sierra en los tiempos modernos probablemente sea que es una especie principal en esas áreas de las Antillas con una precipitación alta y por lo tanto protege las vertientes que son críticas para estas populosas islas. En el pasado, y de manera muy limitada hoy en día, las hojas de la palma de sierra y las vainas de las hojas se usaron para tejar chozas y cobertizos. De la madera exterior de los troncos de la palma de sierra se aserraban o tajaban unas tablas estrechas para forros y pisos (17). La parte interior de las yemas, conocidas como corazón de palma o repollo, ocasionalmente se come en ensaladas o como un vegetal. Cuando crudo, tiene un ligero sabor a repollo; cuando cocido, el sabor se asemeja mucho al de las alcachofas. Se requiere media hora de duro trabajo para extraer aproximadamente medio kilogramo de material tierno (observación personal de los autores). La extracción del material comestible mata la planta y pudo haber resultado en la reducción en los números de palmas en ciertas áreas.

La palma de sierra es también muy importante para la vida silvestre nativa. Las frutas de la palma de sierra son la fuente más importante de alimento para la cotorra de Puerto Rico, *Amazona vittata vittata* (Boddaert), una especie amenazada, constituyendo el 22 por ciento del alimento registrado en un estudio (26). Otras especies de aves, incluyendo la paloma escamada, *Columba squamosa* Bonnaterre, el pájaro carpintero de Puerto Rico, *Melanerpes portoricensis* (Daudin) y el tirano *Tyrannus dominicensis dominicensis* (Gmelin), se alimentan también de la fruta de la palma de sierra (33). La fruta de la palma de sierra es un alimento de muy buena calidad, promediando (en porcentaje): en proteína, 5; grasas, 15, y carbohidratos, 39 (19). Un 12 por ciento de la fruta es pericarpio y ésta es la porción de la fruta consumida por las cotorras. Los espádices (las estructuras que encierran las flores) por lo usual caen al suelo con la concavidad hacia arriba y se llenan de agua lluvia con rapidez. Estas reservas naturales probablemente proveen de abrevaderos para la vida silvestre y un hábitat reproductivo para los insectos acuáticos y los anfibios.

GENÉTICA

Las flores de la palma de sierra son polinizadas por las abejas de miel y por moscas de pequeño tamaño. Parece ser que ocurren tanto los auto-cruces como la polinización cruzada (1).

La palma de sierra se ha conocido en la literatura por el sinónimo *Euterpe globosa* Gaertn. (15). La palma de sierra es extremadamente variable y, después de mayores estudios, podría ser dividida en varias subespecies. Existen probablemente 28 especies en el género *Prestoea* (14). La palma de sierra probablemente siga el patrón de otros dos miembros del género que se sabe poseen N=18 cromosomas (24). El género *Prestoea* está estrechamente relacionada al género *Euterpe*; sin embargo, las características que las distinguen no han sido bien definidas (27).

LITERATURA CITADA

1. Bannister, Barbara A. 1970. Ecological life cycle of *Euterpe globosa* Gaertn. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert, eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 24270, (PRNC-138): B-299 to B-313.
2. Beard, John S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
3. Berrios Saez, Aurea; Pérez Castro, Julia. 1983. Palmares del Bosque Experimental de Luquillo. En: Lugo, Ariel E., ed. Los bosques de Puerto Rico. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service y Puerto Rico Department of Natural Resources: 45-56.
4. Birdsey, Richard A.; Jiménez, Diego. 1985. The forests of Toro Negro. Res. Pap. SO-222. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 29 p.
5. Brown, Sandra; Lugo, Ariel E.; Silander, Susan; Liegel, Leon. 1983. Research history and opportunities in the Luquillo Experimental Forest. Gen. Tech. Rep. SO-44. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 128 p.
6. De Granville, Jean Jacques. 1974. Aperçu sur la structure des pneumatophores de deux especes des sols hydromorphes en Guyane. Cahier ORSTOM, Ser. Biol. 2: 3-22.
7. Devoe, Nora Nancy. 1989. Differential seedling and regeneration in openings and beneath closed canopy in subtropical wet forest. New Haven, CT: Yale University. 307 p. Disertación doctoral.
8. Ervik, Finn; Feil, Jan P. 1997. Reproductive biology of the monocious understory palm *Prestoea schultzeana* in Amazonian Ecuador. Biotropica. 29: 309-317.
9. Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1985. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain forest. Ecological Monographs. 55(3): 351-369.
10. Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1991. Hurricane damage to a flood plain forest in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Biotropica. 23(4a): 324-335.
11. Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1992. Biomass and nutrient accumulation in 10-year old bryophyte communities inside a flood plain in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. Biotropica. 24: 106-112.
12. Frangi, Jorge L.; Ponce, Marta M. 1985. The root system of *Prestoea montana* and its ecological significance. Principes. 29(1): 13-19.
13. Holdridge, Leslie R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
14. Howard, Richard A. 1979. Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands. Vol. 3. Monocotyledonae. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 586 p.
15. Liogier, Henri Alain; Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
16. Little, Elbert L., Jr. 1970. Relationships of trees of the Luquillo Experimental Forest. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 24270 (PRNC-138): B-47 to B-580.
17. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
18. Lugo, Ariel E.; Bokkestijn, Albert; Scatena, Frederick N. 1995. Structure, succession, and soil chemistry of palm forests in the Luquillo Experimental Forest. En: Lugo, Ariel E.; Lowe, Carol, eds. Tropical forests: management and ecology. New York, NY: Springer Verlag: 142-177.
19. Lugo, Ariel E.; Frangi, Jorge L. 1993. Fruitfall in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. Biotropica. 25(1): 73-84.
20. Lugo, Ariel E.; Rivera Batlle, Carmen. 1987. Leaf production, growth rate, and age of the palm *Prestoea montana* in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. Journal of Tropical Ecology. 3: 151-161.
21. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agriculture Experimental Station, University of Puerto Rico. 303 p.
22. Pérez Castro, Julia. 1983. Distribución de epifitas sobre cuatro especies arboreas en un palmar. En: Lugo, Ariel E., ed. Los bosques de Puerto Rico. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, y Puerto Rico Department of Natural Resources: 57-67.
23. Perfecto, Ivette. 1988. Variation in attack rates among subpopulations of *Cocotrypes carpophagus* utilizing *Euterpe globosa* seeds at three locations in Puerto Rico. Tropical Ecology. 29: 114-120.
24. Read, R.W.; Moore, H.E., Jr. 1967. More chromosomes counts by mail. Principes. 11(3): 77.
25. Smith, Robert Ford. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican rain forest before and after short-term gamma irradiation. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 24270 (PRNC-138): Capítulo D-3.
26. Snyder, Noel F.R.; Wiley, James W.; Kepler, Cameron B. 1987. The parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican parrot. Los Angeles, CA: Western Foundation of Vertebrate Zoology. 384 p.
27. Uhl, Nathalie W.; Dransfield, John. 1987. Genera palmarum. Lawrence, KS: Allen Press. 609 p.
28. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. Caribbean Forester. 12: 93-114.
29. Wadsworth, Robert K. 1970. Point quarter sampling of forest type-site relations at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: TID-24270 (PRNC-138): B-97 to B-104.
30. Walker, Lawrence R. 1991. Tree damage and recovery from Hurricane Hugo in Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. Biotropica. 23 (4a): 379-385.
31. Weaver, Peter L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experimental Station. 24 p.
32. Weaver, Peter L.; Birdsey, Richard A.; Nicholls, Calvin F. 1988. Los recursos forestales de San Vicente, Indias Occidentales. Res. Pap. SO-244. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experimental Station. 27 p.
33. Wetmore, Alex. 1916. Birds of Puerto Rico. Bull. 326. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 140 p.

Previamente publicado en inglés: Lugo, Ariel E.; Francis, John K.; Frangi, Jorge L. 1998. *Prestoea montana* (R. Graham) Nichols. Sierra palm. SO-ITF-SM-82. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 9 p.

Leguminosae
Mimosoideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las mimosas

Roger G. Skolmen

Prosopis pallida (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.B.K., conocido como kiawe y algarroba, es una de las 44 especies de *Prosopis* reconocidas. El género tiene una taxonomía confusa.

Más de 60,700 hectáreas de bosques secos de kiawe en Hawaii descienden de un solo árbol plantado en 1828 en la esquina de una iglesia en Honolulu. En ese año, el padre Bachelot, el primer sacerdote católico en las islas hawaianas, plantó un árbol que obtuvo de una semilla que él mismo había traído de París y sembrado. Posteriormente, se determinó que el árbol era *Prosopis pallida*. En agosto de 1832 el árbol se observó produciendo frutos. Para el año de 1840, la progenie del árbol se había convertido en los principales árboles de sombra de Honolulu (fig. 1) y se estaban ya esparciendo a los llanos secos a sotavento en todas las islas (3, 8, 12).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El kiawe es nativo a las partes más secas de Perú, Colombia y Ecuador, especialmente cerca de la costa. Se ha naturalizado en Hawaii (10).

Clima

En Hawaii, el kiawe es más común en las áreas costeras a sotavento que tienen una precipitación anual de 250 a 760 mm y una temperatura anual promedio de 24 °C, con unos extremos de 13 y 35 °C. En un estudio en California (6), los árboles de kiawe de menos de 3 años de edad sobrevivieron una temperatura de -2 °C, pero perecieron a -6.1 °C. El kiawe



Figura 1.—Un árbol de kiawe, *Prosopis pallida*, ya de gran tamaño cuando fue fotografiado por primera vez en 1855 y que continúa creciendo en los terrenos de la Iglesia de Kawaiahaeo en Honolulu.

rara vez se encuentra a más de 150 m de elevación, debido a que la mayor precipitación y las temperaturas más bajas proporcionan a otras especies la ventaja competitiva. Sin embargo, en unas pocas localidades alcanza una elevación de 610 m. Se reporta que en su hábitat nativo crece desde el nivel del mar hasta los 300 m, bajo una precipitación anual de 250 a 1240 mm (11). En las islas de Lanai, Kahoolawe y Niihau, que se encuentran a sotavento de las islas mayores, el kiawe ocupa tanto las costas a barlovento como a sotavento de manera extensa. Se encuentra también presente como un arbusto en algunas costas a barlovento en todas las islas.

Muchos árboles viejos de kiawe han sido conservados como árboles de jardín y de parques durante las operaciones de desarrollo de terrenos y han crecido hasta alcanzar un gran tamaño con la irrigación. A pesar de ser una especie costera, el kiawe es defoliado por el viento con el rocío salino causado por las tormentas de invierno (3).

Suelos y Topografía

El kiawe crece bien en los suelos que se forman en las tierras costeras áridas o semiáridas del área a sotavento de Hawaii (fig. 2). Es también muy tolerante de los suelos salinos (11). Los suelos en donde crece en Hawaii son primariamente Inceptisoles, Molisoles y Vertisoles. Los Inceptisoles se encuentran en el gran grupo de los Eutrandedpts (latosoles pardo rojizos) que se desarrollan a partir de roca basáltica o ceniza. Los Molisoles son Haplustolls (latosoles con un bajo contenido húmico) desarrollados a partir de material basáltico y aluvios. Los Vertisoles son Chromusterts (arcillas de magnesio oscuras) desarrolladas a partir de aluvios y piedra caliza de coral y Torrerts desarrollados a partir de basaltos olivinos. Estos suelos son en su mayor parte de neutrales a moderadamente alcalinos en su reacción, frecuentemente de pedregosos a muy pedregosos y ocupan las tierras costeras de planas a moderadamente escarpadas. En las localidades más secas, tales como las pendientes al



Figura 2.—Árboles típicos de kiawe, *Prosopis pallida*, a la orilla de las carreteras cerca de Honolulu.

este de la isla de Lanai, el kiawe se encuentra confinado al fondo de las hondonadas. En otras partes se extiende sobre las cimas.

Cobertura Forestal Asociada

El kiawe se puede usualmente encontrar en asociación con los árboles exóticos *Leucaena leucocephala* (Lam.) DeWit, *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. y *Acacia farnesiana* (L.) Willd.). A veces se encuentra asociado con el árbol nativo *Erythrina sandwicensis* Degener., el arbusto nativo *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. y el arbusto introducido *Lantana camara* L.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—En Hawaii, el kiawe comienza a florecer entre los 3 y 4 años de edad. El árbol puede florecer en cualquier tiempo del año y frecuentemente florece dos veces al año. Por lo usual florece entre enero y marzo, pero en algunos años con veranos con una precipitación alta produce también una densa florescencia durante septiembre y octubre. Las numerosas y pequeñas flores perfectas aparecen en espigas de un color amarillo pálido de 7 a 10 cm de largo y aproximadamente 13 mm de diámetro. Los estilos sobresalen de la corola justo antes de que ésta se abra, pero una vez abierta el estilo y los 10 estambres tienen aproximadamente la misma longitud. Las flores son polinizadas por los insectos. El kiawe es una excelente fuente de néctar para miel (3).

Aproximadamente 6 meses después de la florescencia y la polinización, las vainas maduran y caen al suelo durante abril y julio o, durante los años normalmente secos, solamente durante el mes de julio. Las vainas son rectas o ligeramente curvas y de un color amarillento, de 7 a 20 cm de largo por 8 mm de ancho; hay un número de 350 vainas por kilogramo (18).

Producción de Semillas y su Diseminación.—A diferencia de otras leguminosas, las vainas no se abren para liberar sus semillas al ser secadas. En vez de esto, las semillas se liberan ya sea por la descomposición natural de las vainas o mediante el paso de las semillas a través del sistema digestivo de un animal. Entre 10 y 20 semillas por vaina de un color pardo claro se encuentran rodeadas por una pulpa pegajosa y azucarada. La extracción de las semillas de la pulpa es difícil. Sin embargo, es posible obtener las semillas al pasar las vainas a través de un molidor de carne comercial con unas perforaciones de 1 cm (5). Hay aproximadamente entre 28,500 y 32,000 semillas por kilogramo. Las semillas se pueden almacenar a temperatura ambiente, protegidas de los insectos, por un período de 9 meses con una mínima pérdida de su viabilidad (18). La germinación se ve ligeramente mejorada con la escarificación de las semillas con agua caliente antes de sembrarlas. La escarificación con ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos aumentó la germinación de un 64 por ciento (sin tratamiento) a un 88 por ciento (18).

Muchas semillas se ven destruidas por las plagas de insectos. En Hawaii, un escarabajo negro, *Mimosstes amicus*, taladra las vainas que han caído al suelo (17). En Puerto

Rico, un gorgojo ataca las semillas en el árbol, ocasionando que las semillas de las vainas verdes en el árbol tengan una tasa de germinación de solamente el 59 por ciento, las vainas amarillas en el árbol solamente el 40 por ciento y las vainas en el suelo de tan solo el 6 por ciento (19).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea. Las plántulas se encuentran por lo usual asociadas con el excremento de animales durante y después de períodos lluviosos. En este contexto sumamente fértil las plántulas crecen con rapidez, alcanzando una altura de 0.3 m en 3 a 4 meses. Incluso en la ausencia de animales de pasto el kiawe se reproduce prolíficamente en los lotes urbanos abandonados que contienen árboles de edad más avanzada. En esta situación, las plántulas pueden crecer a más de 1 m de alto durante el primer año si la precipitación es adecuada. La supervivencia de las plántulas depende primariamente de una precipitación adecuada durante 4 a 6 semanas después de la germinación. Las plántulas son también intolerantes a la sombra.

Reproducción Vegetativa.—Los tocones de kiawe a menudo rebrotan después de ser cortados. Algunos árboles carentes de espinas han sido propagados mediante acodos procedentes de las ramas maduras, pero solamente a una escala experimental. Los esquejes de kiawe pueden ser también arraigadas bajo rocío (5).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Los árboles de kiawe más viejos y de una edad conocida se encuentran en la entrada a la escuela Punahou en Honolulu. Esta área era un campo sin árboles en 1848. En 1918, los árboles en este sitio que tenían una edad de aproximadamente 70 años variaron entre 61 y 104 cm en d.a.p. y entre 20 y 26 m en altura total (9). Esta es un área relativamente muy húmeda para el kiawe, con una precipitación anual de 940 mm y una abundante provisión de agua subterránea, procedente de un nacimiento cercano.

En Waianae, en Oahu, un área con una precipitación anual de 510 mm, un trecho de árboles de kiawe de edad desconocida rindió 226.8 m³ por hectárea. En Maui, un área de 2.4 hectáreas con 380 mm de precipitación rindió 365.4 m³ por hectárea (9).

En Puerto Rico, en un sitio seco y cascajoso (con una precipitación de 760 mm), una plantación de 21 años de edad tuvo unos árboles de 25 a 36 cm en d.a.p. y de 4.6 a 7.6 m de alto (18).

En Honolulu, el árbol original, al ser medido en 1916 a los 88 años de edad, tuvo 99 cm de diámetro (8). Pero el árbol de kiawe campeón en Hawaii se encuentra en Puako, en la isla de Hawaii y mide 130 cm en d.a.p. y 27.7 m de alto (1).

En un estudio de producción de biomasa en otras especies de *Prosopis* spp. en el sur de California (5), varias especies, la mayoría de la América del Sur, se cultivaron por 3 años a un espaciamiento de 1.2 m y con tres niveles de irrigación. Estos árboles produjeron un promedio anual de 8.5 toneladas por hectárea de biomasa fresca. Otro estudio en Texas (19) determinó que los rodales naturales de *Prosopis* rindieron 19.3 toneladas por hectárea en terrenos elevados y profundos y 36.1 toneladas por hectárea en terrenos bajos y profundos.

En Puerto Rico, la siembra directa de semillas en las áreas secas (con una precipitación de 760 mm) rindió una supervivencia pobre, pero el plantado de plántulas produjo

una supervivencia del 67 por ciento a pesar de una sequía severa de 6 meses de duración (18).

En los sitios borrascosos o secos, el kiawe crece como un arbusto o como un árbol pequeño y retorcido de tan solo 3 a 5 m de alto. Cuando crece bajo unos fuertes vientos alisios el kiawe crece en capas y se le encuentra a lo largo de las pendientes como un arbusto redondeado.

Comportamiento Radical.—El género *Prosopis* es notable por su capacidad para arraigarse a una gran profundidad (10). Se encontró un árbol de *Prosopis velutina* en Arizona con unas raíces que se extendían 53 m hacia abajo (10). Las plántulas de kiawe producen unas raíces pivotantes fuertes y de rápido crecimiento que parecen ser capaces de extenderse a una gran profundidad y podrían compartir el arraigamiento profundo característico del género. La especie puede crecer en los sitios borrascosos y secos, lo que sugiere que sus raíces penetran profundamente para alcanzar la zona húmeda. Los árboles en dichos sitios son de un tamaño pequeño. Los árboles en las planicies costeras en donde el agua subterránea se encuentra disponible en abundancia a poca profundidad alcanzan un gran tamaño, pero poseen unas raíces superficiales y son susceptibles a ser volcados por el viento (3, 9).

Reacción a la Competencia.—El kiawe es un árbol intolerante de la sombra y se ve suprimido por la sombra de las plantas de más rápido crecimiento en los sitios con una precipitación alta. En los sitios secos los árboles exóticos, *Leucaena leucocephala* y *Pithecellobium dulce*, con las que comúnmente se asocia, permanecen de manera tan esparcida que el kiawe puede recibir una gran abundancia de luz solar.

No se practica ninguna silvicultura con el kiawe, pero las características de la especie indican que podría ser manejada como una cosecha de madera combustible. Puede fijar el nitrógeno, requiriendo de menos fertilizante que los árboles no leguminosos y rebrota al ser cortado, de manera que no se necesita replantarlo al inicio de cada rotación. Es un árbol con un fuste corto y retorcido incluso cuando se le cultiva con unos espaciamentos estrechos y parece no ser adecuado para el uso como un árbol maderero.

Agentes Dañinos.—Los árboles de kiawe son severamente defoliados por la oruga de *Melipotis indomita*, una especie introducida, pero sus hojas rebrotan rápidamente después de la defoliación (17). Son también a veces parcialmente defoliados por la oruga de la mariposa *Vaga blackburni*, un insecto que por lo usual causa un daño mayor a otras leguminosas (16). En California, el psílido *Alphalaroida* spp., causó un enroscamiento de las hojuelas tiernas en las plantas cultivadas en un invernadero (6). El barrenador del kiawe, *Placosternus crinicornis*, infesta los árboles bajo estrés y la leña recién cortada, taladrando bajo la corteza y penetrando la albura (17). Las abejas carpinteras parecen tener gran afinidad por la albura de los postes de cerca de kiawe.

El árbol crece en las áreas en donde el peligro de incendios es a menudo extremo. Por lo usual perece inmediatamente con los incendios y los árboles quemados casi nunca rebrotan.

USOS

El kiawe se usa más que nada como un árbol de cubierta para el control de la erosión en las tierras áridas. Tan recientemente como en 1915 se consideraba como el árbol

más valioso de Hawaii por una variedad de otras razones. Sus vainas y semillas son un nutritivo forraje. Las vainas por sí solas contienen un 9 por ciento de proteína y las semillas un 34 por ciento, uno de los niveles más altos para cualquier leguminosa. Pero debido a que la testa de las semillas no es digerible, las semillas deben ser molidas para permitir que los animales utilicen esa proteína. En 1935 Hawaii exportó más de 200 toneladas de miel de kiawe. Una pequeña industria apícola en Hawaii continúa dependiendo hoy en día del kiawe (3, 6, 9).

La madera es extremadamente dura y pesada. Se usa directamente para combustible y se le usa también para hacer carbón. El duramen es duradero y el kiawe se prefiere para los postes de cerca a pesar de su forma retorcida. El mesquite, una especie relacionada en los Estados Unidos, es la madera tradicionalmente usada para las macetas de calafate de los constructores de botes y, en Hawaii el kiawe es preferido para los flotadores de cemento.

GENETICA

La revisión de Burkart, aquí usada, asigna la designación *P. pallida* a la especie introducida a Hawaii (2). Puerto Rico y otras partes del Caribe tienen *P. juliflora* (Sw.) DC. (8), anteriormente conocida como *P. pallida*. Sin embargo, la información aquí presentada es útil aplicada también a *P. juliflora*. *Prosopis glandulosa*, el mesquite, incluido anteriormente también en *P. juliflora* y de cuatro a seis otras especies crecen como arbustos o árboles en una área extensa del suroeste de los Estados Unidos y el norte de México (2, 7, 10).

Debido a que la población de kiawe en Hawaii descende de un solo árbol originalmente, los cruces internos han sido extensos. Una característica de la población probablemente recesiva es la falta de espinas. A pesar de que la mayoría de los árboles de kiawe tiene unas espinas con unas fuertes púas de a menudo 2.5 cm de largo, se calcula que un 25 por ciento de los árboles maduros producen unas estípulas pequeñas y duras en vez de las púas largas y agudas en los nudos de las ramitas. Esta característica de falta de espinas ha sido observada por años y ya en 1937 Hawaii exportó semillas de árboles de kiawe sin espinas a Cuba, Arabia, Australia, Fiji y Sudáfrica (3). Se han efectuado cruces con el objeto de seleccionar el rasgo de carencia de espinas, pero hasta la fecha no han tenido éxito. Los árboles sin espinas se pueden propagar mediante el acodo de ramitas maduras (13). Algunas otras especies de *Prosopis* exhiben también la falta de espinas en algunos de los individuos de la población (10). La falta de espinas se puede observar en algunas de estas especies, o en todas, cuando tienen solamente de 3 a 4 meses de edad (4).

De acuerdo a un reporte, *Prosopis* spp. produce unas flores auto-incompatibles (15). Obviamente, esto no es cierto para *Prosopis pallida* o por lo menos para ese individuo de *P. pallida* introducido originalmente a Hawaii.

Otro reporte menciona que en 1920, la Estación Experimental en Honolulu del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos había importado semillas y se encontraba cultivando plántulas de un número de otras especies de *Prosopis* con el propósito de determinar por comparación la identidad del árbol común en Hawaii (14). No existen registros sobre la disposición de estas plántulas, pero existe la posibilidad de que hayan sido transplantadas al campo.

Sin embargo, se desconocen híbridos en Hawaii.

Además del kiawe, por lo menos cinco otras especies de *Prosopis* merecen ser consideradas para el uso en las tierras áridas para leña, forraje y cobertura (10). La industria de los viveros de árboles de sombra en Arizona está basada en una de estas especies, *Prosopis alba* (4).

LITERATURA CITADA

1. American Forestry Association. 1974. Champion trees of Hawaii. *American Forests*. 80(5): 26-35.
2. Burkhart, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Mimosoideae). *Journal of the Arnold Arboretum*. 57: 216-249, 450-525.
3. Degener, Otto. 1972. *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz. En: Flora Hawaiiensis. Publicación privada. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido].
4. Felker, P. 1979. Correspondencia personal. Kingsville, TX: Texas A & I University, College of Agriculture.
5. Felker, P. 1980. Screening *Prosopis* (mesquite) germplasm for biomass production and nitrogen fixation. En: Proceedings, International Congress for Study of Semi-arid and Arid Zones; Enero de 1980; La Serena, Chile. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]. 21 p.
6. Felker, P.; Cannell, G.H.; Clark, P.R. 1981. Variation in growth among 13 *Prosopis* (mesquite) species. *Experimental Agriculture*. 17: 209-218.
7. Hilu, Khidir W.; Boyd, Steve; Felker, Peter. 1982. Morphological diversity and taxonomy of California mesquites (*Prosopis*, Leguminosae). *Madroño*. 29(4): 237-254.
8. Judd, C.S. 1916. The first algaroba and royal palm in Hawaii. *Hawaiian Forester and Agriculturist*. 13(9): 330-335.
9. Judd, C.S. 1919. A volume table for algaroba. *Hawaiian Forester and Agriculturist*. 16(3): 64-66.
10. National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Report of Ad Hoc Panel of Advisory Committee on Technology Innovation. Washington, DC: National Academy of Sciences. 331 p.
11. National Academy of Sciences. 1980. Firewood crops. Shrub and tree species for energy production. Report of panel on firewood crops. Washington, DC: National Academy of Sciences. 237 p.
12. Nelson, R.E.; Wheeler, P.R. 1963. Forest resources of Hawaii—1961. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 48 p. En cooperación con Hawaii Department of Land and Natural Resources, Division of Forestry.
13. Pung, Ernest. 1979. Correspondencia personal. Hilo, HI: Hawaii Division of Forestry and Wildlife.
14. Rock, J.F. 1920. The leguminous trees of Hawaii. Honolulu, HI: Hawaiian Sugar Planters' Association Experiment Station. 234 p.
15. Simpson, B.B. 1977. Breeding systems of dominant perennial plants of two disjunct warm desert ecosystems. *Oecologia* (Berlin). 27: 203-226.
16. Stein, John D. 1981. Correspondencia personal. Berkeley, CA: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station.
17. Tamashiro, M.; Mitchell, W.C. 1976. Control of three species of caterpillars that attack monkey-pod trees. *Misc. Pub.* 123. Honolulu, HI: University of Hawaii Agricultural Experiment Station. 4 p.
18. Wadsworth, Frank H. 1981. Comunicación personal. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry.
19. Whisenant, S.G.; Burzlaff, D.F. 1978. Predicting green weight of mesquite (*Prosopis glandulosa* Torr.). *Journal of Range Management*. 31(5): 396-397.

Previamente publicado en inglés: Skolmen, Roger G. 1990. *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.B.K. Kiawe. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. *Silvics of North America: 2. Hardwoods*. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 583-586.

Prunus occidentalis Sw. Almendrán

Rosaceae Familia de las rosas

Salvador E. Alemañy-Merly

Prunus occidentalis Sw. se conoce como almendrán en Puerto Rico debido a que sus flores, hojas y semillas tienen un aroma que se asemeja al de las almendras. El almendrán se conoce también como pruan, "prune tree" (en Jamaica), almendro, membrillo (en la República Dominicana), amandier, á grandes feuilles (en Haití), cuajani, cuajani macho, almendro, almendro macho (en Cuba) y noyeau (en Guadeloupe y La Martinica) (1, 5, 23, 25). El almendrán es un árbol siempreverde de tamaño grande (fig. 1) que alcanza una altura de 24 m y un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de 66 cm. Posee también unos contrafuertes de gran tamaño. El almendrán es una especie maderera con un duramen de un vivo color pardo rojizo oscuro que es muy duro y duradero. Sus frutas son consumidas por las cotorras y las palomas silvestres.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El almendrán es una especie neotropical (fig. 2) de las montañas húmedas de las Indias Occidentales, México y de Guatemala a Panamá en la América Central y Venezuela en la América del Sur (1, 2, 6, 7, 10, 12, 19, 22, 23, 25, 27, 36). A pesar de tener una distribución amplia a nivel regional, la especie no es común hoy en día en su hábitat natural.

Clima

En Puerto Rico, los árboles de almendrán habitan tanto la zona de vida forestal subtropical húmeda como la subtropical muy húmeda (13, 18). La precipitación anual promedio varía entre 1100 y 2200 mm en la zona de vida forestal subtropical húmeda y entre 2000 y 4000 mm en la subtropical muy húmeda. Existe una estación seca que dura por lo general 3 meses, comenzando en enero y terminando en marzo o a mediados de abril. Los cambios de temperatura abruptos en estas dos zonas de vida son raros y las temperaturas mensuales promedio varían poco entre los meses más cálidos y más helados. Por lo general, las temperaturas anuales promedio varían entre 21.1 y 24.4 °C, con unas temperaturas mínimas promedio de entre 15.2 y 19.4 °C y unas temperaturas máximas promedio de 23.7 y 31.8 °C (8).

En la República Dominicana el almendrán se ha descrito como un componente del bosque mesofítico que tiene una precipitación anual promedio de entre 1125 y 1250 mm y dos períodos lluviosos, el primero de marzo a mayo y el segundo de julio a noviembre. La precipitación mínima tiene lugar de febrero a marzo. Las temperaturas diarias promedio varían entre 15 y 20 °C, con unas temperaturas mínimas de 12 a 13 °C y unas temperaturas máximas de 32 °C (9).

En Cuba, el almendrán se ha encontrado en los hábitats

húmedos a través de la isla en donde la precipitación anual promedio varía entre 1100 y 3125 mm. Existe por lo usual una temporada seca de 3 meses de duración, comenzando en enero y terminando en marzo, y dos estaciones lluviosas, con el período de menor precipitación ocurriendo de mayo a junio y el de mayor precipitación de septiembre a octubre. Las temperaturas diarias promedio varían entre 15.5 y 26.6 °C (32).

En Jamaica el almendrán ha sido reportado a una elevación de 450 m en el área de "Hog House Hill" de las montañas de John Crow. Esta área se encuentra en la ruta de los vientos alisios constantes del noreste. Por lo tanto recibe unas grandes cantidades de lluvia a través de todo el año, sin la presencia de una estación seca significativa. La precipitación anual promedio varía entre 2814 y 3780 mm (21).



Figura 1.—Un árbol maduro de almendrán, *Prunus occidentalis*, creciendo a una elevación de 700 m en la República Dominicana.

Suelos y Topografía

El almendrón crece de manera natural en Puerto Rico en los valles, cimas y pendientes, más que nada en la Cordillera Central y en la Sierra de Cayey, correspondiendo a la región fisiográfica de St. John Peneplain (3). Las elevaciones varían entre 450 y 900 m. La especie no ocurre en las planicies costeras o en los suelos derivados de formaciones de piedra caliza. Sin embargo, existe donde los suelos son margosos o arcillosos, derivados de rocas volcánicas básicas y plutónicas ígneas. Estos suelos son moderadamente permeables y bien drenados, con unos valores de pH que van de marcadamente a moderadamente ácidos.

El almendrón se plantó en 1945 durante una prueba de adaptabilidad en la Sierra de Luquillo a una elevación de 550 m (29) en el lado sureste cerca de Naguabo. El sitio tiene pendientes de un 40 por ciento y suelos derivados de roca granítica. Los suelos son ácidos y de una textura margosa a margosa arcillosa (33). En la República Dominicana el almendrón crece en la Cordillera Central en la cercanía de Jarabacoa y Constanza a unas elevaciones que varían entre 600 y 1,095 m en las laderas, cimas, valles elevados y en los suelos margosos arenosos cerca de los arroyos y los ríos (observación personal del autor). Un estudio (9) describe al almendrón como una especie primaria y como un elemento del crecimiento secundario en los valles húmedos de la "foresta udomesofítica" (el ecotono intermedio entre el bosque subtropical húmedo y muy húmedo). Esta área posee unos suelos neutrales con una elevación de alrededor de 300 m.

En Cuba, el almendrón se ha reportado en las áreas húmedas con diferentes orígenes geológicos. En la costa suroeste de la Sierra Maestra la especie se reportó como un componente del bosque desde el nivel del mar hasta una elevación de 520 m. En las pendientes al norte de la región el almendrón fue una de las especies más abundantes. La elevación en esta área varía entre 500 a 1000 m, con unos suelos derivados de diorita granítica. También se encuentra

en las pendientes sureñas a elevaciones desde 500 a 900 m, donde los suelos en los valles profundos, los valles en las tierras bajas y en las áreas adyacentes a las pendientes inferiores son aluvios derivados de rocas ígneas.

En la cobertura forestal del Cabo Cruz en la región de la Sierra Maestra, la especie se encuentra en las áreas con capas superficiales derivadas de depósitos de piedra caliza. En la provincia de Oriente el almendrón se ha reportado en los valles y las tierras altas de origen ígneo, tales como la Sierra de Nipe y la Sierra de Cristal, al igual que hacia el norte y el este del Valle de San Luis-Guantánamo, a una elevación de 150 a 550 m. En la costa sur entre Guantánamo y el Cabo Maisí la especie ha sido reportada en suelos derivados de piedra caliza en áreas entre los manglares a una elevación de 460 m. En los valles de suelos aluviales y a lo largo de las corrientes de agua el almendrón se ha listado entre las especies de las áreas elevadas de piedra caliza en la Sierra del Rosario. En los bosques de la región de la Montaña de la Trinidad, la especie se reportó en las pendientes inferiores formadas de piedra caliza a una elevación de 300 m, hasta las áreas a una elevación de 920 m formadas de rocas ígneas y metamórficas (32).

En Jamaica, la especie existe en las Montañas de John Crow en el lado noreste de la isla, a una elevación de aproximadamente 450 m. Esta área está formada de piedra caliza blanca, masiva y dura que se remonta a la época eocena (21). Se han observado árboles de almendrón en los valles centrales de piedra caliza en el área de la cima Colonels hacia el suroeste, a una elevación de aproximadamente 600 m.¹

¹Proctor, George R. 1994. Comunicación personal con el autor. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

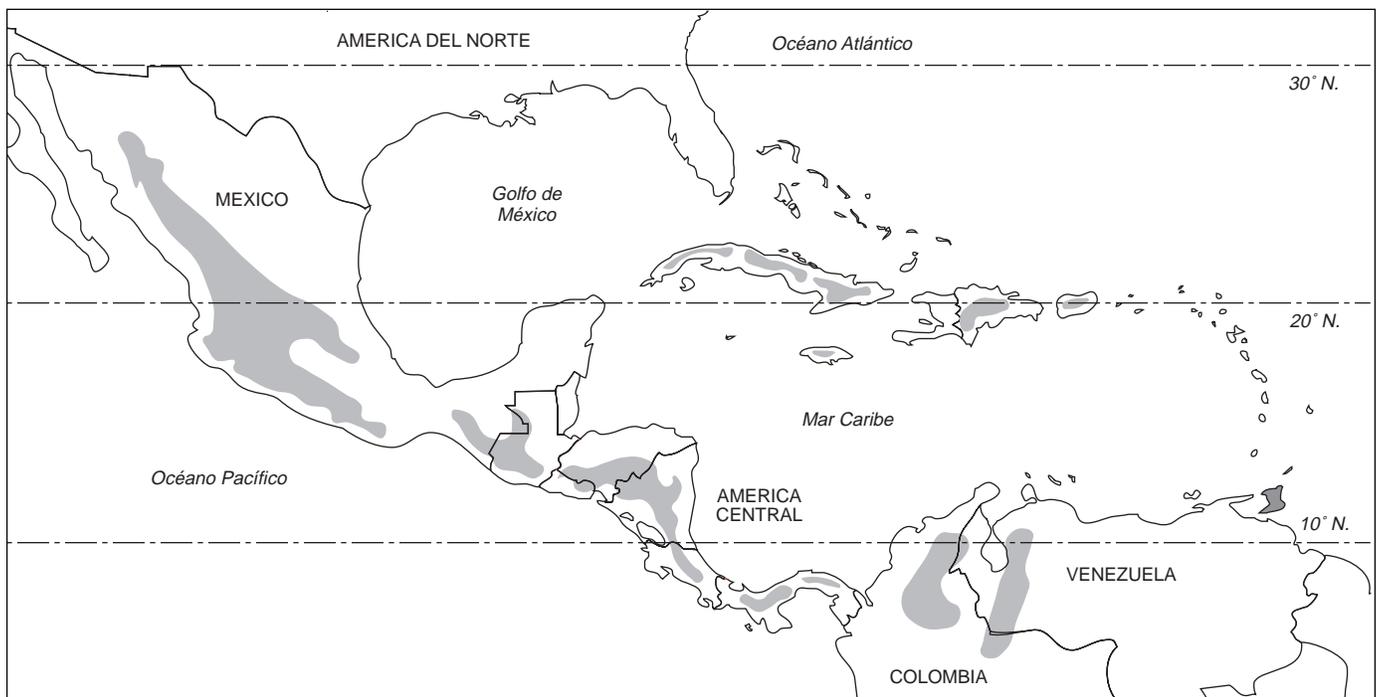


Figura 2.—El área sombreada representa la distribución natural del almendrón, *Prunus occidentalis*, en el Caribe y en la América Central y del Sur.

Cobertura Forestal Asociada

El almendrón probablemente fue un componente importante en los bosques originales de Puerto Rico, pero hoy en día, a pesar de no ser común, habita principalmente los bosques secundarios tempranos y avanzados de la Cordillera Central. La especie es un componente de los cafetales de sombra activos y abandonados de las montañas húmedas centrales. Ocurre en asociación con *Alchornea latifolia* Sw., *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Cecropia schreberiana* Miq., *Cedrela odorata* L., *Citrus aurantium* L., *C. sinensis* Osbeck, *Coffea arabica* L., *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch., *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook, *Ficus citrifolia* Mill., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Inga fagifolia* (L.) Willd., *I. vera* Willd., *Juglans jamaicensis* C. DC., *Ocotea leucoxydon* (Sw.) Mez, *Pouteria multiflora* (A. DC.), *Schefflera morototoni* (Aubl.) Decne. & Planch., *Sideroxylon portoricense* Urban y *Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze (observación personal del autor).

Dos plantaciones en existencia establecidas en el Bosque Experimental de Luquillo mostraron que el almendrón creció bien en la zona del bosque tabonuco (observación personal del autor), con especies tales como *Cecropia schreberiana*, *Cordia borinquensis* Urban, *Cyathea arborea* (L.) J.E. Smith, *Dacryodes excelsa* Vahl, *Guarea guidonia*, *O. moschata* (Meisn.) Mez, *O. portoricensis* Mez, *Prestoea montana* (R. Grah.) Nichols., *Sapium laurocerasus* Desf., *Schefflera morototoni* y *Spathodea campanulata* Beauv. (29). En el bosque mesofítico de la República Dominicana (9) la especie creció en asociación con *Capparis baduca* L., *Cecropia schreberiana*, *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Catalpa longissima* (Jacq.) Sims, *Chrysophyllum oliviforme* L., *Cordia alliodora* (R. & P.) Oken, *Clusia rosea* Jacq., *Cupania americana* L., *Drypetes alba* Poit., *Guarea guidonia*, *Swietenia mahagoni* Jacq., *Trichilia hirta* L. y *T. pallida* Sw.

Durante una visita a las montañas y los valles de Constanza y Jarabacoa en la República Dominicana, se encontró al almendrón coexistiendo con las mismas especies y en hábitats similares a los de Puerto Rico, pero a unas elevaciones mayores. En Cuba, el almendrón se ha reportado en las áreas forestales costeras con capas de piedra caliza hasta una elevación de 300 m, con especies tales como *Andira inermis*, *Bucida buceras* L., *Calophyllum calaba* Jacq. not L., *Canella winterana* (L.) Gaertn., *Cordia nitida* Vahl, *Erythroxylon* sp., *Guaiacum officinale* L., *Lonchocarpus longipes* Urban, *Picramnia pentandra* Sw., *Prunus myrtifolia* (L.) Urban., *Roystonea regia* (H.B.K.) O.F. Cook, *Sideroxylon salicifolium* (L.) Lam., *Swietenia mahagoni*, *Tabebuia* sp. y *Trophis racemosa* (L.) Urban.

En los bosques de tierras altas en suelos derivados de piedra caliza a una elevaciones de 300 a 500 m, el almendrón ha sido reportado creciendo junto con *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cedrela odorata*, *Erythroxylon* sp., *Genipa americana* L., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Hibiscus* sp., *Juglans jamaicensis*, *Licaria* sp., *O. coriacea* (Sw.) Britton, *Oxandra lanceolata* (Sw.) Baill., *Pithecellobium arboreum* (L.) Urban, *Prunus myrtifolia*, *Pseudolmedia spuria* (Sw.) Griseb. *Roystonea regia*, *Spondias mombin* L., *Trophis racemosa* y *Zanthoxylum martinicense* (Lam.)(DC). En los bosques semi-siempreverdes y de hojas anchas, el almendrón se encontró en los suelos derivados de rocas ígneas y metamórficas a unas elevaciones de 300 a 1,524 m. El almendrón creció junto con *Buchenavia tetraphylla* (Aublet) Howard, *Calyptranthes* sp., *Cecropia schreberiana*, *Coccoloba diversifolia* Jacq., *Cordia odorata*, *Cyrilla antillana* Mich., *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk., *Gutteria blainii* (Griseb.) Urban, *Juglans*

jamaicensis, *Laplacea* sp., *Magnolia cubensis* Urban, *Ocotea floribunda* (Sw.) Mez, *O. leucoxydon*, *Pinus occidentalis* Sw., *Protium cubense* (Rose) Urban, *Prunus myrtifolia* y *Sideroxylon salicifolium* (32).

En Jamaica, la especie se registró entre las plantas leñosas que crecían en el área de "Hog Hill House" de las montañas de John Crow a una elevación de 450 m (21). Entre las especies listadas se incluyeron a *Alchornea latifolia* Sw., *Andira inermis*, *Beilschmiedia pendula* (Sw.) Benth. & Hook. F., *Bunchosia jamaicensis* Urb. & Niedenzu, *Callophyllum calaba*, *Caesaria sylvestris* Sw., *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Citharexylum caudatum* L., *Coccoloba swartzii* Meisn., *Dendropanax arboreus*, *Erythroxylum areolatum* L., *Hibiscus elatus* Sw., *Pisonia subcordata* Sw., *Prunus myrtifolia*, *Sapium jamaicense* Sw. y *Turpinia occidentalis* (Sw.) G. Don.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—En Puerto Rico, el almendrón florece entre diciembre y febrero, presentando fruta de febrero a marzo, aunque la fenología puede variar con la localidad. En la República Dominicana se recolectaron frutas con pulpa en proceso de degradación natural durante el mes de marzo en las localidades de Constanza y Jarabacoa (observación personal del autor). En la Sierra del Rosario de Cuba la florescencia ocurre de octubre a diciembre y a veces se extiende hasta febrero. La producción de fruta procede de noviembre a diciembre, pero puede verse prolongada hasta junio o julio (34). En Cuba, las frutas usualmente maduran durante abril, mayo y junio (14). En Jamaica, la florescencia ha sido reportada de enero a abril y la producción de frutas entre enero y mayo (1).

Las flores bisexuales (17) son fragantes, polinizadas por los insectos y parecen ser unas productoras de abundante polen. Estas son racimos de alrededor de 4.5 a 10 cm de largo, de uno a cuatro por fascículo o ramificados a partir de la base en una posición axilar. El receptáculo es pubescente, con vellos ásperos y duros adentro, en la base del pistilo (19). El pistilo tiene un ovario de una célula y un estilo corto (25), con un pedúnculo de 4 a 7 mm de largo. El hipantio es estrecho en su base y ancho en su ápice, con cinco sépalos lobulados, cinco pétalos blancos y redondeados de 2 a 3 mm de largo y estambres en dos verticilos (19).

La fruta es una drupa ovalada o elipsoide, con un mesocarpio blando y carnoso, de color amarillo claro. En su madurez, el exocarpio es de un color pardo rojizo, volviéndose de pardo oscuro a casi negro y el endocarpio es de una crema amarillento, rodeando a una sola semilla. El pericarpio es de 16 a 25 mm de largo y de 12 a 14 mm de grueso (19). La producción de frutas es relativamente buena; una muestra de drupas procedente de una plantación de 40 años de edad en el Bosque Experimental de Luquillo rindió 248 frutas por kilogramo que promediaron 20.3 ± 0.1 mm de largo y 13.5 ± 0.9 mm de ancho (observación personal del autor). En mayo de 1945, una muestra de frutas recolectada en las montañas de Guilarte rindió un promedio de 205 frutas por kilogramo.²

²Figueroa, Julio C. 1979. Native species trials; FS-SO-1152 Estudio 2498 Problema 1. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

Producción de Semillas y su Diseminación.—La semilla se encuentra rodeada de una pulpa parda rojiza, gruesa y jugosa. Al ser abierta, se puede sentir una placentera fragancia a almendras. Una muestra de semillas secadas al aire recolectada en la República Dominicana promedió 1.9 ± 0.035 g por semilla o 524 semillas por kilogramo. Un grupo de semillas secadas al aire de una plantación en el Bosque Experimental de Luquillo promedió 1.4 ± 0.037 g por semilla o 702 semillas por kilogramo (observación personal del autor). Los dasónomos en Cuba (14) reportaron un promedio de 518 semillas por kilogramo. En Puerto Rico, las semillas y las frutas maduras y recién caídas se encuentran disponibles de mayo a agosto y pueden ser recolectadas con facilidad del suelo, bajo los árboles maternos, en donde la pudrición remueve la cáscara (observación personal del autor). La dispersión de las semillas tiene lugar más que nada a través de los murciélagos y las aves de las familias Psittacidae y Columbidae, tales como los loros del género *Amazona* y las palomas del género *Columba* (15), respectivamente. Estos animales consumen la pulpa carnosa de la fruta. Las aguas también contribuyen al proceso de dispersión.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en el almendrón es epigea; eso es, los cotiledones se ven levantados por encima de la superficie del terreno. Una muestra de semillas de la República Dominicana en una mezcla comercial con perlita y vermiculita, rindió una germinación de 52 por ciento en 30 días (observación personal del autor). Las semillas con la pulpa removida sembradas en un substrato consistiendo de una mezcla de 50 por ciento de arena y 50 por ciento de mezcla comercial, comenzaron a germinar en 7 días y rindieron una tasa de germinación del 80 por ciento en 14 días, mientras que las semillas con la pulpa intacta comenzaron a germinar en 13 días.³ En Cuba, los dasónomos han reportado una germinación del 30 por ciento en 15 días, 47 por ciento en 20 días, 52 por ciento en 25 días y 56 por ciento en 30 días; las plántulas alcanzaron una altura de 63 cm durante el primer año (14). El desarrollo de las plántulas en nuestro vivero en Puerto Rico fue rápido y próspero, con una mortalidad baja.

Las hojas de las plántulas son de un verde brillante y de una forma similar a la de las hojas adultas. Una muestra de 115 plántulas alcanzó una altura promedio de 36.39 ± 0.98 cm y una altura máxima de 63 cm en un año. El diámetro basal promedio fue de 0.51 ± 0.01 mm, con un máximo de 0.73 mm (observación personal del autor). Después de 2 años, una prueba con 50 plántulas plantadas bajo pleno sol en un suelo arcilloso, con un pH ácido a una elevación de 525 m y una precipitación anual promedio de 3,040 mm, resultó en una supervivencia del 90 por ciento. El 76 por ciento de los brinzales fueron prósperos y saludables, con una altura promedio de 73.5 ± 3.69 cm y una altura máxima de 1.24 m. El diámetro basal promedio fue de 1.80 cm. Después de 18 meses, tres árboles plantados bajo pleno sol en un área kárstica mostraron hojas verdes y saludables y promediaron 1.48 m de altura y un diámetro del collar radical de 1.6 cm.

La regeneración natural ocurre de manera abundante bajo los rodales progenitores, aunque la inmensa mayoría de las plántulas muere en unos pocos meses. En un estudio en Cuba, se reportó una regeneración natural relativamente

bueno, aunque la supervivencia fue baja, con una altura promedio de 16.5 ± 1.1 cm (15). Las plántulas de almendrón no toleran la propagación con las raíces desnudas. La tasa de mortalidad fue del 100 por ciento cuando 1,000 plántulas silvestres con las raíces desnudas fueron removidas del estrato inferior bajo los árboles progenitores y transplantadas a bolsas de vivero individuales (observación personal del autor). Las plántulas cultivadas en el vivero deberán ser transplantadas al exterior cuando tengan de 36 a 46 cm de alto y tallos con un diámetro de entre 0.42 y 0.62 cm. Bajo condiciones normales, estas alturas pueden ser alcanzadas en 6 a 8 meses. Debido a que la germinación es rápida, el desarrollo de las plántulas es bueno y las plagas y los depredadores no son factores limitantes. La siembra directa de semillas podría ser otro método para el plantado.

Reproducción Vegetativa.—No existe información disponible sobre la capacidad del almendrón para el arraigado, los injertos o la reproducción por rebrote. Los rebrotes a partir de tocones han sido reportados en *Prunus serotina* Ehrh., el cual crece con rapidez bajo pleno sol (26). *Prunus pensylvanica* L.F. produce vástagos radicales con facilidad y ha sido usado como cepa para el robustecimiento y el injerto de *P. cerasus* L. (35). Los injertos han sido usados para el mejoramiento de variedades comerciales de *P. persica* Batsch. (melocotón) (20). Dos años después del Huracán Hugo, se observaron rebrotes en los árboles de almendrón que habían sido tumbados por el viento.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El almendrón es un árbol autóctono de gran tamaño con el potencial de convertirse en una especie maderera de importancia. En Puerto Rico se puede observar un imponente árbol con contrafuertes grandes, 184 cm en d.a.p. y 48 m de altura a lo largo de la carretera PR 149, de Ciales a Villalba, cerca del kilómetro 35.5 (observación personal del autor). En la zona de vida forestal subtropical muy húmeda de Puerto Rico en la Sierra de Luquillo, las plántulas de almendrón fueron plantadas en varios sitios. Uno de estos sitios fue establecido en 1945 en un suelo pedregoso ácido derivado de roca granítica, con pendientes promediando un 40 por ciento a 500 m de elevación y con una composición arbórea de 13 especies (tabla 1). Este sitio de 0.1 ha mostró un incremento en d.a.p. para el almendrón de 0.76 cm por año y una altura promedio de 25 m para el mismo (29). Otro sitio fue establecido en 1953 y cubre 0.4 ha en una hondonada a una elevación de 500 m con un suelo de una composición similar a la del sitio anterior. Esta plantación a los 3 años de edad incrementó en altura de 2.1 a 2.4 m; a los 10 años, los árboles promediaron 10.7 m de altura;⁴ y a los 40 años, la altura promedio fue de 27.9 ± 1.1 m, con un incremento anual en el d.a.p. de 0.79 cm y un d.a.p. promedio de 31.7 ± 1.2 cm. La altura promedio del fuste claro fue de 10.9 m y el volumen estimado fue de 71.5 m^3 , equivalente a 176 m^3 por ha (observación personal del autor). El volumen se calculó usando la altura del fuste claro y el área basal para cada árbol. El volumen y la distribución de clase del d.a.p. se muestran en la figura 3. Las clases del d.a.p. de 32 a 41 cm y de 41 a 50 cm tienen el mayor volumen y el mayor número

³Cotto, Julio. 1994. Comunicación personal con el autor. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

⁴Marrero, José. 1963. *Prunus occidentalis*, Study 1910. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

Tabla 1.—Densidad relativa, área basal relativa, frecuencia relativa y valor de importancia asignado en una plantación de almendrán, *Prunus occidentalis*, de 38 años de edad (0.1 ha) en el Bosque Experimental de Luquillo con 450 árboles por hectárea y un área basal total de 26 m²/ha (31)

Especie*	Densidad relativa	Area basal relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
-----Porcentaje-----				
<i>Prunus occidentales</i> (Sw.)	36.0	38.0	16.0	90.0
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	16.0	15.0	16.0	47.0
<i>Prestoea montana</i> (R.Grah.)	11.0	4.0	12.0	27.0
<i>Cecropia schreberiana</i> Miq.	9.0	6.0	8.0	23.0
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	2.0	16.0	4.0	22.0
<i>Ocotea leucoxylon</i> (Sw.) Mez	4.0	2.0	8.0	14.0
<i>Spatodea campanulata</i> Beauv.	4.0	2.0	8.0	14.0
<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma	4.0	6.0	4.0	14.0
<i>Inga vera</i> Willd.	2.0	8.0	4.0	14.0
<i>Cyathea arborea</i> (L.) J.E. Smith	4.0	1.0	8.0	13.0
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) H.B.K.	2.0	1.0	4.0	7.0
<i>Ocotea portoricensis</i> Mez	2.0	1.0	4.0	7.0
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	2.0	0.4	4.0	6.4

*Las especies están ordenadas de acuerdo a su valor de importancia.

de árboles.

En 1989, el Huracán Hugo afectó drásticamente a 11 árboles de almendrán en el sitio de 0.4 ha; estos fueron tumbados o quebrados. El área basal y el volumen estimado de estos árboles fueron de 0.79 m² y 6.5 m³, respectivamente. En un reporte sobre una plantación de 10 años de edad en las montañas centrales (en el Bosque Estatal de Guilarte) de Puerto Rico, los mejores árboles en un suelo pedregoso tuvieron de 13.7 a 15.2 m de alto.⁵ En la República Dominicana, ocho árboles de edad desconocida encontrados por el autor en la cercanía de Jarabacoa y Constanza promediaron 46.7 cm en d.a.p. con unos extremos de 22.1 y 115 cm. Las alturas promediaron 25.1 m con unos extremos de 16.6 y 48 m.

Comportamiento Radical.—Las plántulas desarrollan una raíz pivotante fibrosa, la cual crece con rapidez con muchas raíces laterales finas. Debido al rápido crecimiento de la raíz pivotante, se deberá usar un almácigo profundo en el vivero para prevenir el daño a las raíces (observación personal del autor).

Un estudio en Cuba reportó una simbiosis en las raíces con endomicorrizas vesiculares-arbusculares para el almendrán; el nivel de infección reportado para las plántulas fue del 26.9 por ciento sin vellos laterales (13). Los árboles de gran tamaño observados por el autor tienen grandes contrafuertes y raíces laterales expuestas.

Reacción a la Competencia.—En Cuba, el almendrán ha sido descrito como un árbol emergente. Es intolerante a la sombra y las plántulas tienen una tasa relativamente baja de supervivencia en los rodales naturales. Debido más que nada a sus suculentas hojas aceitosas y a su ápice en crecimiento, las plántulas se ven sujetas a una alta incidencia de herbivoría. La tasa de supervivencia es también baja porque las plántulas tienen una reserva en los cotiledones relativamente baja y tienen una capacidad intrínsecamente baja para resistir las sequías prolongadas

(16). En un rodal de 40 años de edad en el Bosque Experimental de Luquillo, la regeneración natural ha sido abundante bajo el rodal y en el área circundante, pero la mayoría de las plántulas murieron en poco tiempo. Bajo condiciones naturales, relativamente pocos individuos alcanzan un tamaño de brinjal o mayor. Sin embargo, algunos de los supervivientes tienden a penetrar eventualmente el dosel.

En el rodal de 0.4 ha (para los árboles de más de 5.99 cm en d.a.p.), La mayoría de los árboles en crecimiento fueron suprimidos e intermedios en la estratificación vertical y formaron parte de la clase de d.a.p. de 6 a 14 cm, la cual representó el 6 por ciento de los árboles en pie (fig. 3).

El almendrán crece bien en las plantaciones. Los dos sitios en el Bosque Experimental de Luquillo sostuvieron unas áreas basales totales de 26 m² por ha (28) y 25.6 m² por ha, respectivamente; el sitio de 0.4 ha tuvo un área basal para el almendrán de 5.81 m² (14.35 m² por ha). En este rodal de 40 años de edad, las copas se vieron apretadas, formando un

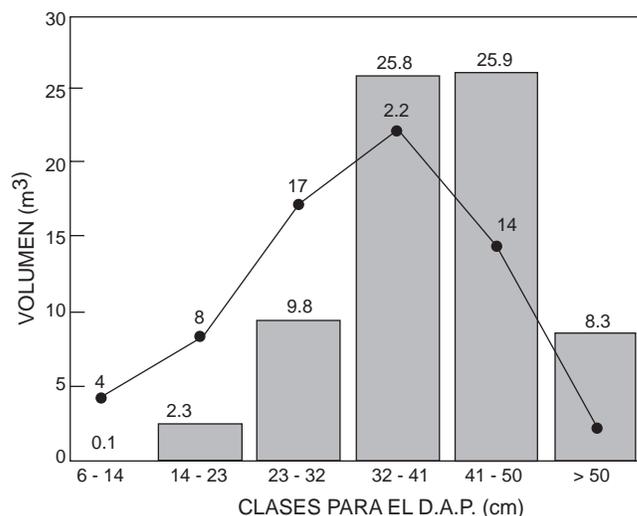


Figura 3.—El volumen y la distribución de clases diamétricas en el almendrán, *Prunus occidentalis*, en una plantación de 40 años de edad en el Bosque Experimental de Luquillo.

⁵Marrero, José. 1955. *Prunus occidentalis*, Study 1333 GL. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

dosel denso entre los árboles dominantes y codominantes. La relación de copa promedio (diámetro de copa entre el d.a.p.) fue de 30.1. Los árboles mostraron una auto-poda y los fustes claros fueron en su mayor parte rectos. Promediaron 10.9 m de altura y carecieron de ramas epicórmicas.

Agentes Dañinos.—En Cuba, los árboles de almendrán mostraron una alta incidencia de depredación herbívora en los ápices en crecimiento de las plántulas (16). En los rodales del Bosque Experimental de Luquillo, el autor observó hojas dañadas en la mayoría de los árboles adultos, daño que parece haber sido causado por las heridas causadas por los gorgojos (Coleoptera) al alimentarse; sin embargo, los árboles se encontraban aparentemente saludables. La defoliación causada por un hongo, *Rhytisma leptospilum* Berk & Curt, fue observada en un rodal de 10 años de edad a una elevación alta. Este hongo ha sido observado infectando las plántulas, las ramitas y los tallos en los viveros a unas elevaciones altas (37). En una plantación de banana a una elevación de 450 m, el autor observó brinzales de almendrán parcialmente defoliados; las hojas todavía presentes mostraron un moho polvoriento. Las hojas examinadas en el laboratorio mostraron un estado imperfecto de *Phyllactinia guttata* (Wallr. ex Fr.) Lév., conocido como *Ovulariopsis* Pat. & Har., creciendo sobre estas hojas.⁶ En Puerto Rico, el escarabajo *Compsus maricao* Wolcott ha sido observado defoliando plántulas de vivero. Otro gorgojo, *Diaprepes abbreviatus* L., ha atacado intensamente a los árboles sin sombra. Un insecto común, *Pseudalacaspis pentagona* (Targioni), el pulgón blanco usualmente encontrado en la papaya, también ha infectado severamente a árboles en el vivero. Durante el invierno, los áfidos tales como *Myzas persicae* (Sulzner) se encuentran en una abundancia mucho mayor, pero no causan el enroscamiento de las hojas. Sin embargo, *Aphis spiraeicola* Patchhave, se ha reportado infestando las hojas tiernas del almendrán sin importar la estación (37).

Varios organismos se ven involucrados en el consumo y la descomposición de la pulpa de la fruta del almendrán. Bajo el rodal progenitor en el Bosque Experimental de Luquillo se observaron frutas que mostraron marcas de dientes en su pulpa, ya sea de murciélagos o ratas, aunque no hubo daño alguno a las semillas. El autor observó semillas con hoyos taladrados en el endocarpo por un insecto desconocido y algunas semillas se vieron infestadas por larvas similares a la de los dípteros. En Puerto Rico, las frutas recolectadas han sido reportadas como severamente infestadas con las larvas de la mosca de la fruta *Anastrepha suspensa* Loew (37).

USOS

La mayor importancia económica del almendrán yace en su madera, la cual es más resistente a la termita de la madera seca *Cryptotermes brevis* Walker que la caoba de las Indias Occidentales, *Swietenia mahagoni* Jacq. (30). En Cuba, el almendrán, con una densidad de 0.86 g por cm³ (secada al horno), se considera como una de las mejores especies forestales debido a la calidad de su madera y su fuste (4, 14). La madera se ha descrito como poseyendo un duramen de

color pardo rojizo intenso y oscuro, usualmente un tanto jaspeado, y una albura de color crema. La textura del almendrán es de mediana a áspera, mostrando un pulido lustroso y natural después de ser trabajada. La madera, dura y fuerte, tiene un peso específico cuando secada al aire de entre 0.90 a 1.05 g por cm³ (25, 30). Cinco muestras de madera recolectadas por el autor procedentes de un aserradero local variaron en su peso específico (secado al horno) entre 0.72 y 0.82 g por cm³ y promediaron 0.78 g por cm³. La madera tiene muchas de las mismas propiedades y usos que el cerezo *Prunus serotina* Ehrh., una madera hermosa y de gran valor usada en muebles y ebanistería (20). El almendrán se ha usado para pisos caseros debido a su acabado fino y lustroso, aunque no se le recomienda para usos exteriores (30). Se usa también para postes, pértigas, traviesas de ferrocarril y en la construcción de marcos y vigas para techos.

Se obtiene un licor dulce, el noyau de la Martinica, de las semillas de las drupas de este árbol de las Indias Occidentales (30). Tiene un sabor superior al del licor de melocotón. Posee un sabor intenso, aceitoso y almendrado, combinado con el sabor del ácido prúsico.

El almendrán es también reconocido por sus propiedades medicinales. En Cuba y en México, la corteza, las hojas y las frutas han sido usadas en infusiones para el tratamiento del asma y en preparaciones usadas para la tensión arterial. Se han preparado expectorantes y jarabes para la tos a partir de sus semillas (24, 28).

GENETICA

La familia de las rosas se puede dividir en dos grupos (I, II), cinco subfamilias y numerosas tribus. Las subfamilias del grupo I tienen un número básico de cromosomas de 7, 8 ó 9. El género *Prunus* de la subfamilia Prunoideae (grupo I) tiene un carpelo y una fruta tipo drupa (17). El continente Americano tiene alrededor de 100 especies del género *Prunus*, habitando desde las zonas templadas a las áreas tropicales y subtropicales (30). El almendrán es singular en la Cuenca del Caribe. Los sinónimos botánicos son *Cerasus occidentalis* Loisel. y *Laurocerasus occidentalis* (Sw.) Roe (19, 22).

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward & Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
3. Beinroth, Fredrich H. 1969. An outline of the geology of Puerto Rico. Bull. 213. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 31 p.
4. Betancourt Barroso, S.A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. La Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 426 p.
5. Bisse, Johannes. 1981. Árboles de Cuba. La Habana, Cuba: Ministerio de Cultura Editorial Científico-Técnica. 384 p.
6. Britton, Nathaniel L. 1918. Flora of Bermuda. New York: Charles Scribner's Sons. 585 p.

⁶Almodóvar, Wanda I. 1995. Comunicación personal con el autor. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

7. Britton, Nathaniel L.; Wilson, Percy. 1923. Scientific Survey of Porto Rico and the Virgin Islands. New York: Academy of Science. 626 p. Vol. 5, part 1.
8. Calvesbert, R.J. 1970. Climate of Puerto Rico and U.S. Virgin Islands. Pub. 60-52. Silver Springs, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Service Administration, Environmental Data Service. 29 p.
9. Ciffe, R.J. 1936. Studio geobotanico dell'Isola Hispanola. Atti dell'Intituto Botanico dell'University di Pavia. Pavia, Italy: The Institute. 366 p. Serie IV. Vol. 8.
10. Christopher Swabey, B. Sc. 1941. The principal timbers of Jamaica. Bull. 29. Kingston, Jamaica: Department of Science & Agriculture. 37 p.
11. Ewel, John J.; Whitmore, Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
12. Fawcett, William; Rendle, Barton A. 1914. Flora of Jamaica. Dicotyledons. London: William Cloves and Sons, Ltd. 280 p. Vol. 3.
13. Ferrer, Roberto L.; Herrera, Ricardo A. 1988. Micotrofia en Sierra del Rosario. En: Herrera, Ricardo A.; Menéndez, Leda; Rodríguez, Marla A.; García, Elisa E., eds. Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba, Proyecto MAB 1. 1974-1987. La Habana, Cuba: Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Ecología y Sistemática: 473-484.
14. Fors, Alberto J. 1937. Las maderas cubanas. La Habana, Cuba: Secretaría de Agricultura, Dirección de Montes, Minas y Aguas. 106 p.
15. Forshaw, J.M.; Cooper, W.I. 1973. Parrots of the world. Neptune, NJ: T.F.H. Publications, Inc. 584 p.
16. Herrera, Ricardo A.; Menéndez, L.; Vilmajo, D. 1988. Las estrategias regenerativas, competitivas y sucesionales de los bosques siempreverdes en la Sierra del Rosario. En: Herrera, Ricardo A.; Menéndez, Leda; Rodríguez, Marla A.; García, Elisa E., eds. Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Proyecto MAB 1. 1974-1987. La Habana, Cuba: Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Ecología y Sistemática: 296-332.
17. Heywood, V.H. 1978. Flowering plants of the world. New York: Mayflower Books, Inc. 336 p.
18. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
19. Howard, Richard A. 1988. Flora of Lesser Antilles. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 673 p. Vol. 4.
20. Hoyos, J. 1990. Los árboles de Caracas. Caracas, Venezuela: Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. 411 p.
21. Kelly, Daniel L. 1986. Native forests on wet limestone in north-eastern Jamaica; appendix II, table II. En: Thompson, D.A.; Bretting, P.K.; Humphreys, Marjorie, eds. Forests of Jamaica: Caribbean regional seminar on forests of Jamaica; 1983; Kingston, Jamaica. Kingston, Jamaica: Jamaican Society of Scientists and Technologists: 31-42.
22. Liogier, Henri Alain. 1974. Diccionario botánico de nombres vulgares de la Española. Santo Domingo, República Dominicana: Impresora UNPHU. 813 p.
23. Liogier, Henri Alain. 1990. Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. San Juan, PR: Editorial Iberoamericana. 566 p.
24. Liogier, Henri Alain; Martorell, Luis F. 1982. The flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
25. Little, E.L.; Woodbury, R.O.; Wadsworth, Frank H. 1988. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1177 p. Vol. 2.
26. Marquis, David A. 1990. Silvics of North America. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture: 594-604. Vol. 2.
27. Murphy, L.S. 1916. Forests of Porto Rico: past, present, and future, and their physical and economic environment. Bull. 354. Washington DC: U.S. Department of Agriculture. 99 p.
28. Núñez Meléndez, Esteban. 1989. Plantas medicinales de Puerto Rico. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 498 p.
29. Pérez, Ivette E.; Algarín, Arisela; Hernández, Julia; Rivera, Angélica. 1983. Estructura de dos plantaciones en el Bosque Experimental de Luquillo. En: Lugo, Ariel E., ed. Los bosques de Puerto Rico. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry: 95-109.
30. Record, Samuel J.; Hess, Robert J. 1949. Timbers of the New World. New Haven: Yale University Press. 640 p.
31. Record, Samuel J.; Mell, Clayton D. 1924. Timbers of tropical America. New Haven: Yale University Press. 610 p.
32. Smith, Earl E. 1954. The forest of Cuba. Pub. 2. Cienfuegos, Cuba: Maria Moors Cabot Foundation; en cooperación con The Harvard Forest, Petersham, MA, y The Atkins Garden and Research Laboratory. 98 p.
33. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1977. Soil survey of Humacao area of eastern PR. Mayagüez, PR: Soil Conservation Service; en cooperación con University of Puerto Rico, College of Agricultural Sciences. 103 p.
34. Vilamajó, Daysi; Menéndez, Leda. 1988. Fenología de algunas especies importantes en Sierra del Rosario. En: Herrera, Ricardo A.; Menéndez, Leda; Rodríguez, Marla A.; García, Elisa E., eds. Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Proyecto MAB 1, 1974-1987. La Habana, Cuba: Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Ecología y Sistemática: 243-295.
35. Wendel, G.W. 1990. Silvics of North America. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture: 587-595. Vol. 2.
36. Williams, R.O. 1928. Flora of Trinidad and Tobago. Port of Spain, Trinidad: The Government Printer. 531 p.
37. Wolcott, G.N. 1955. The insects of "Almendrón," *Prunus occidentalis* Sw. Caribbean Forester. 16 (3&4): 98.

Previamente publicado en inglés: Alemañy-Marly, Salvador E. 1997. *Prunus occidentalis* Sw. Almendrón. SO-ITF-SM-79. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 8 p.

Pterocarpus macrocarpus Kurz

Padauk de Burma, pradu

Leguminosae
Faboideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las habas

John K. Francis

Pterocarpus macrocarpus Kurz., conocido comúnmente como padauk de Burma o pradu, es un árbol de sombra de aspecto espléndido (fig. 1), con un follaje verde lozano y copiosas flores amarillas. El árbol también produce una madera valiosa y versátil.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Introducción

El padauk de Burma se puede encontrar creciendo a través de la mayor parte de Myanmar (Burma), el norte de Tailandia,



Figura 1.—Un árbol de padauk de Burma, *Pterocarpus macrocarpus*, de gran tamaño creciendo en Puerto Rico.

Kampuchea y hasta Vietnam (1, 8, 20) (fig. 2). La especie tiene su límite norte en la latitud 24° N. en Myanmar. La frontera sur de la distribución de *P. macrocarpus* se une con la de *P. indicus* Willd., una especie estrechamente relacionada y de apariencia similar, de manera que la identidad de los árboles y la extensión de su distribución no son claras (16). El padauk de Burma se ha plantado extensamente como una especie de ornamento en Puerto Rico, Florida, Trinidad, Cuba y la India (11, 15, 19).

Clima

El padauk de Burma crece en áreas de Myanmar (y probablemente en el resto de su distribución) que reciben de 1000 a 2000 mm de precipitación anual (10) como lluvias monzonales concentradas en el verano y al principio del otoño (9). Las temperaturas mensuales promedio a través de su área de distribución natural son considerablemente uniformes, alrededor de 24 °C (6).

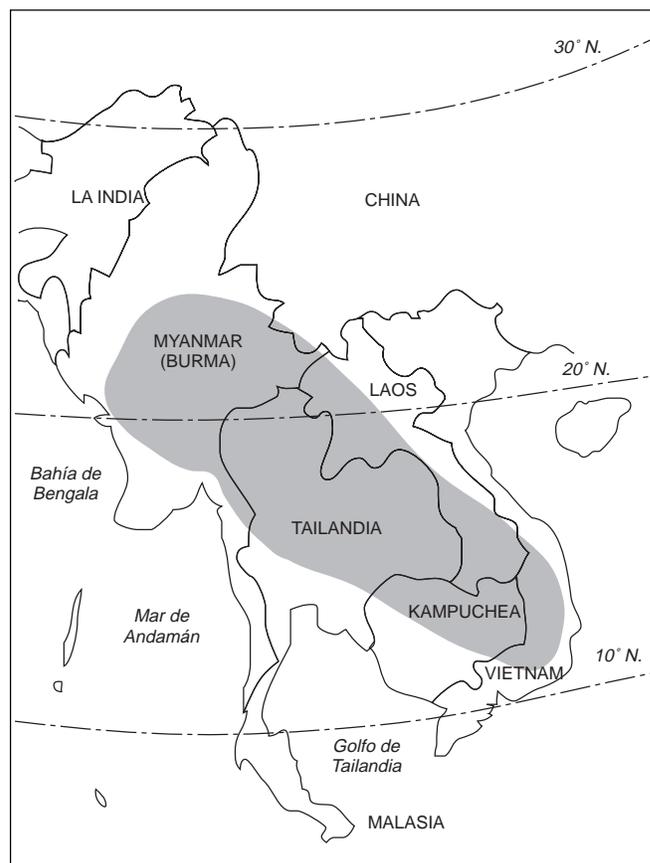


Figura 2.—El área de distribución natural aproximada del padauk de Burma, *Pterocarpus macrocarpus*, en Indochina.

Suelos y Topografía

En su área de distribución natural, el padauk de Burma crece en bosques altos en suelos que van de margas profundas y fértiles a suelos poco profundos con inclusiones lateríticas (17). La especie crece mejor en margas arenosas. Los árboles en suelos lateríticos adquieren una forma muy achaparrada. La topografía puede variar entre plana y ligeramente ondulada y las elevaciones llegan hasta los 760 m sobre el nivel del mar. En Puerto Rico, la especie ha crecido bien en suelos desde margas arenosas hasta arcillas bien drenadas y con unos valores de pH desde neutrales hasta fuertemente ácidos. Puede sobrevivir en suelos pobremente drenados, pero no crece bien en ellos (8).

Cobertura Forestal Asociada

Los árboles de padauk de Burma se pueden encontrar por lo usual como individuos dispersos y constituyen menos del 1 por ciento de las existencias del bosque (8). En el bosque húmedo caducifolio elevado de Myanmar, se encuentran asociados con *Tectona grandis* L.f., *Xylia dolabriformis* Benth., *Terminalia tomentosa* W. y A., *T. belerica* Roxb., *T. pyrifolia* Kurz, *Homalium tomentosum* Benth., *Bombax anceps* Pierre, *Gmelina arborea* Roxb., *Odina* sp., *Odina wodier* Roxb., *Vitex* spp., *Millettia pendula* Benth., *Berrya ammonilla* Roxb. y *Mitragyna rotundifolia* (10). En los bosques secos de teca, el padauk de Burma se encuentra con *Tectona grandis*, *X. dolabriformis*, *Cassia fistula* L., *Terminalia tomentosa*, *T. chebula* Retzius, *T. pyrifolia*, *B. anceps*, *Bombax malabaricum* DC, *Spondias mangifera* Willd., *Odina* sp., *V. peduncularis* Wall., *Sterculia* spp., *Shorea oblongifolia* Thw. y *Pentacme siamensis* Kurz (10). El padauk de Burma se encuentra creciendo con *Dipterocarpus tuberculatus* Gaertn. f., *D. obtusifolius* Teysm., *D. intricatus* Dyer, *S. obtusa* Wall., *P. siamensis*, *Adina cordifolia* Hook. f., *Sindora wallichii* Benth y *X. kerrii* en los bosques caducifolios de Tailandia (3). Los bosques caducifolios mixtos en Tailandia en donde el padauk de Burma es un componente importante contienen *X. kerrii*, *Lagerstoemia calyculata* Kurz, *L. tomentosa*, *A. cordifolia*, *Delbergia beriensis*, *T. tomentosa* y *Spondias mangifera* (3).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Se reporta que el padauk de Burma florece desde marzo a mayo en Myanmar (8), pero en Puerto Rico florece en junio y julio. Estos períodos son calientes en ambas áreas, pero el período de la florecencia en Myanmar es también seco. Las flores amarillo encendido, con una fragancia dulce, son producidas de manera copiosa en panículas y racimos (8, 11). Cada flor tiene aproximadamente 1.6 cm de ancho. Las frutas maduran alrededor de 6 meses después de la producción de las flores (11) y caen del árbol de manera gradual durante los meses subsecuentes. Las vainas de color de marrón a pajizo tienen aproximadamente de 4.5 a 7.5 cm de diámetro (8). El área central ensanchada que contiene las semillas posee venas resaltadas y está rodeada por una ala papirácea de un color más claro. Las semillas de color marrón y en forma de habichuelas son de aproximadamente 0.5 a 1 cm de largo y se encuentran bien

retenidas, su número siendo usualmente tres (11), pero en ocasiones solamente uno o dos por vaina (8).

Producción de Semillas y su Diseminación.—La producción de semillas no comienza hasta que los árboles han llegado más allá de la etapa de poste y son dominantes o codominantes en el dosel. Sin embargo, la producción es consistente y abundante. A pesar de que las semillas poseen una ala de gran tamaño, son pesadas y no vuelan mucho más allá de la copa del árbol en ausencia de vientos. El transporte de las semillas por los roedores es probable, pero no se ha documentado. Una muestra de semillas secadas al aire, procedente de árboles creciendo a campo abierto en Puerto Rico, rindió 1,067 vainas por kg y contuvo aproximadamente 2,774 semillas (2.6 semillas por vaina).

Desarrollo de las Plántulas.—Las primeras semillas germinan adentro de la vaina y comienzan a crecer a través de ella alrededor de 1 a 2 semanas después de la siembra. Las semillas restantes continúan germinando por varias semanas después. A menudo se producen de dos a tres plántulas por cada vaina. La germinación es epigea. En una comparación de la germinación de semillas extraídas de la vaina con semillas todavía en ellas en Puerto Rico, las semillas extraídas comenzaron a germinar en 5 días y rindieron una germinación del 70 por ciento en un período de 2 semanas. Las semillas dentro de las vainas comenzaron a germinar a los 11 días y se produjeron solamente 64 plántulas por cada 100 vainas en un período de 2 meses. El rendimiento efectivo fue de solamente dos tercios de esa cantidad debido a que alrededor de la mitad de la plántulas ocurrieron de manera múltiple y solamente pudo sobrevivir una plántula por vaina. En Myanmar, las semillas extraídas rindieron una germinación del 80 al 90 por ciento. Además, las semillas procedentes de vainas de un año de edad recolectadas de la superficie del terreno germinaron mejor que las semillas nuevas recolectadas directamente del árbol (8). Se recomendaría el uso de semillas extraídas, pero el proceso para la extracción es lento y se puede efectuar solamente a mano. El uso de las semillas en sus vainas requiere de un entresacado pronto después de la germinación para remover las plántulas múltiples.

Cuando se han desarrollado hojas verdaderas, las plántulas se transplantan del semillero a bolsas llenas de una mezcla para la siembra. Después de crecer bajo una sombra ligera por varios meses, las plántulas alcanzan alrededor de 0.5 m de altura y se encuentran listas para el trasplante al campo. En Myanmar (Burma), las plántulas en las plantaciones crecen entre 0.6 y 1.2 m durante el primer año y entre 1.2 y 2.1 m durante el segundo (8). Treinta árboles plantados en una pequeña plantación en Puerto Rico en un suelo arcilloso sobre piedra caliza porosa promediaron 1.3 ± 0.1 m de alto 14 meses después del trasplante al campo. La regeneración artificial en Myanmar, intentada en una mezcla con *Tectona grandis* L.f. y *X. dolabriformis*, no tuvo éxito debido a la supresión por estas especies de crecimiento más rápido (8).

La regeneración natural se encuentra por lo general confinada al bosque abierto y seco (8), a áreas perturbadas en el bosque seco y húmedo y a lugares no cultivados en tierras agrícolas y áreas urbanas. Las plántulas crecen muy despacio en el sotobosque, pero el crecimiento es un tanto más rápido en las áreas abiertas.

Reproducción Vegetativa.—Los árboles de padauk de Myanmar pequeños rebrotan bien, lo que aparentemente no

se aplica a los árboles más grandes. El arraigamiento de estacas del tallo de brinzales tratadas con hormonas han tenido éxito en Puerto Rico. En las Filipinas, las estacas de las ramas (de 8 cm de diámetro) de la especie estrechamente relacionada *Pterocarpus indicus* se arraigan después de tratarse con hormonas para producir “árboles instantáneos” (5).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La información sobre el crecimiento y el rendimiento del padauk de Burma en su área de distribución natural es muy escasa. Sin embargo, los árboles rara vez exceden los 30 m de alto y 70 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) (8).

En una prueba de adaptabilidad en Puerto Rico en la cual se plantó el padauk de Burma en una mezcla al azar junto con varias especies indígenas y exóticas a unos espaciamientos de 3 por 3 m, 26 de los 30 árboles que sobrevivieron el primer año se encontraban todavía vivos a los 27 años. El suelo en el cual se efectuó esta prueba es una arcilla sobre piedra caliza porosa y el área recibe alrededor de 1500 mm de precipitación anual. Si se excluyen seis individuos pequeños y suprimidos, estos árboles promediaron 22 ± 1 m en altura y 39.8 ± 2.5 cm en d.a.p. En otra área en Puerto Rico con un suelo arcilloso y una precipitación de 3000 mm anuales, el padauk de Burma de 25 años de edad sin entresacar en una pequeña plantación de una sola especie, tuvo una supervivencia del 45 por ciento. Los árboles promediaron 14 ± 1 m en altura y 19.1 ± 2.0 cm en d.a.p. El árbol más grande tuvo 24 m de alto con un d.a.p. de 37 cm. El individuo de mayor tamaño conocido en Puerto Rico tiene 39 m de alto y 1.7 m en d.a.p. Tiene alrededor de 64 años de edad (11).

A pesar de que no hay información reciente disponible sobre la producción, parece ser que hay solamente cantidades moderadas disponibles de esta madera. Burma produjo alrededor de 900 toneladas métricas de madera de padauk en 1959 y Tailandia produjo alrededor de 17,000 m³ en 1950 (1, 20). Una tabla abreviada sobre el volumen local se encuentra disponible para la Reserva Foresal de Thaw en Myanmar (3).

Comportamiento Radical.—El sistema radical del padauk de Burma no ha sido estudiado. Los árboles de gran tamaño de esta especie forman contrafuertes (8) y los árboles grandes que tienen raíces cerca de la superficie pueden levantar y rajar las aceras y las orillas de las calles (19).

Reacción a la Competencia.—El crecimiento inicial en altura es tal que los árboles jóvenes pueden verse cubiertos y suprimidos por las especies pioneras de crecimiento rápido. El padauk de Burma, intermedio en su tolerancia a la sombra cuando en etapa de plántula, puede persistir y crecer si el dosel no es muy denso. Las plántulas no persisten en las porciones densas de rodales. La mayoría de los árboles forestales grandes probablemente alcanzaron sus posiciones dominantes o codominantes después de un período prolongado de supresión, seguido por el crecimiento a través de un hueco en el dosel creado por la muerte de un árbol grande. Una parcela en un rodal de árboles de padauk de Burma regenerados de manera natural en Puerto Rico, con dominantes de alrededor de 25 años de edad, tuvo un área basal de 40 m²/ha.

Agentes Dañinos.—No se han reportado enfermedades o plagas de insectos serias para el padauk de Burma. Sin embargo, la especie alberga a la cigarra *Singapora diversa* (7). La madera es resistente a las hormigas blancas (2, 21) y a las termitas (1, 4), pero la albura es susceptible al ataque por el escarabajo de polvo de salvadera (powder-post beetle, *Lyctus* sp.) (4). La madera procesada es muy resistente a la descomposición, incluso en los postes sin tratar. En una prueba, las estaquillas de esta especie fueron las únicas de las 15 especies tropicales sometidas a prueba que permanecieron completamente sanas después de 15 años (1). Sin embargo, el padauk de Burma no es resistente a la polilla de mar, *Teredo* sp. (18).

USOS

La madera del padauk de Burma tiene muchos usos valiosos, aunque no se encuentra entre la madera más abundante en los países en donde crece de manera natural. El duramen varía en color desde un marrón dorado hasta un rojo ladrillo, a menudo con franjas más oscuras. Se vuelve de un color marrón dorado con la exposición (4, 8, 14). La albura es de amarilla a gris y de poco valor. La madera se seca bien, con sólo una cantidad moderada de rajado, cuarteadura y torcedura (12). Durante el proceso de verde a secado al horno, hay un encogimiento del 3.4 por ciento radial y 5.8 por ciento tangencial (4). A un nivel de humedad del 12.5 por ciento, la densidad es de 0.86 g/cm³ (2). A un nivel de humedad del 12 por ciento, la resistencia al doblado fue de 1,451 kg/cm², el módulo de elasticidad fue de 146 kg/cm² y la resistencia máxima a la compresión fue de 770 kg/cm² (4). La madera es un tanto difícil de aserrar y de trabajar, tanto con herramientas eléctricas como manuales. Se dice que toma un 33 por ciento más de tiempo de trabajar que la teca (8). El aserrín es un irritante para la nariz y los ojos (20).

El duramen del padauk de Burma tiene su mayor uso en muebles finos, ebanistería y pisos de parqué. Su gran fortaleza lo hace apropiado para usos tales como maderas para construcciones navales, ruedas de carretas, pisos industriales, mangos de herramientas y armazones de viviendas (4, 8, 14). La madera y la corteza se han usado de manera local como una fuente de un tinte color marrón para teñir telas (13). La especie se usa también extensamente tanto dentro como fuera de su área de distribución como un árbol de sombra y de ornamento.

GENÉTICA

El padauk de Burma está estrechamente relacionado a *P. indicus* y es difícil de distinguir estas dos especies basándose sólo en la morfología foliar y floral (16). Las frutas del padauk de Burma son por lo usual más grandes, más oscuras y tienen unas venas centrales más pronunciadas que las de *P. indicus*, pero son casi idénticas en los extremos de sus intervalos de tamaño. En las regiones en donde sus distribuciones coinciden y en donde se mezclan procedencias de aspecto similar en plantíos ornamentales, la separación entre estas especies será muy difícil de efectuar. No se han reportado híbridos, aunque es probable que ocurran. No se sabe de programas de selección o de mejoramiento.

LITERATURA CITADA

1. Carrapiett, J.B. 1960. Notes on ornamental timbers of Burma. *Burmese Forester*. 10(1): 37-53.
2. Carrapiett, J.B. 1962. Burma timbers suitable for railway sleepers. *Burmese Forester*. 12(1): 51-57.
3. Chief Conservator of Forests. 1926. Rough volume tables for teak (*Tectona grandis*), pyinkado (*Xylina dolabriformis*), En: (*Dipterocarpus taberculatur*), taukkyan (*Terminalia tomentosa*), kanazo (*Heritiera fomes*), pyinma (*Laerstroemia flos reginea*), hnaw (*Adina cordifolia*), padauk (*Pterocarpus macrocarpus*), kyunkaukne (*Vitex pubescens*), ingyin (*Pentacime suouis*). *Burma Forest Bull.* 15, Silvicultural Series 11. Rangoon, Burma: Chief Conservator of Forests. 47 p.
4. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. *Agric. Handb.* 607. Madison, WI: Forest Products Laboratory, U.S. Department of Agriculture. 464 p.
5. Dalmacio, M.V.; Crizaldo, E.N.; Narra, I. 1978. Production of "instant trees." *Sylvatrop Philippine Forestry Journal*. 3(1): 55-62.
6. Earth Sciences Division. 1964. Atlas of mean monthly temperatures. Tech. Rep. ES-10. Natick, MA: U.S. Army Natick Laboratories. 72 p.
7. Ghauri, M.S.K. 1975. A new species of Singapore Mahmood (Homoptera, Cicadelloidea) attacking *Pterocarpus macrocarpus* in Thailand. *Bulletin of Entomological Research*. 65(3): 373-375.
8. Hundley, H.G. 1956. Padauk, *Pterocarpus macrocarpus* Kurz. *Burma Forester*. 6(2): 223-225.
9. Hydrometeorological Service. 1977. Atlas of world water balance. Paris, France: The Unesco Press. [s.p.].
10. Kermode, C.W.; Tin Htut, U.; Aung Din, U. 1975. The forest types of Burma. *Burmese Forester*. 7(1): 6-38.
11. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O.; Wadsworth, Frank H. 1974. *Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. *Agric. Handb.* 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1024 p. Vol. 2.
12. Pemberton, F. 1927. Interim report on certain tests on various species of Burmese timbers carried out by the Timber Seasoning Section. *Forest Bull.* 16. Rangoon, Burma: Government Timber Depot, Ahlone. 56 p.
13. Phengklai, Chamlog; Khamsai, Sanan. 1985. Some non-timber species of Thailand. *Thai Forestry Bulletin*. 15: 108-148.
14. Rendle, B.J. 1970. *World timber*. Volume three: Asia, Australia, and New Zealand. London, England: Ernest Benn Limited. 175 p.
15. Rojo, Justo P. 1972. *Pterocarpus* (Leguminosae-Papilionaceae) revised for the world. *Phanerogam Monograph* 5. Lehre, Germany: Verlag von J. Cramer. 119 p.
16. Rojo, Justo P. 1977. Pantropic speciation of *Pterocarpus* (Leguminosae-Papilionaceae) and the Malesia-Pacific species. *Pterocarpus*. 3(1): 19-32.
17. Royal Forest Department. 1955. Types of forests of Thailand. Bangkok, Thailand: Royal Forest Department. 9 p.
18. Scott, C.W. 1932. Tests in the Rangoon River on the damage of marine borers to various woods, including Burma teak and British Guiana greenheart, creosoted and untreated. *Burma Forest Bull.* 28. (Economic Series 5). Rangoon, Burma: Forestry Department and Commissioner of Port of Rangoon. 38 p.
19. Steel, Thomas H. 1981. *Pterocarpus*: an ornamental and shade tree for avenues, parks and home grounds. Gen. Tech. Rep. SA-GR 17. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Area State and Private Forestry. 4 p.
20. Suvarnasuddi, Khid. 1950. Some commercial timbers of Thailand: their properties and uses. Bangkok, Thailand: Royal Forest Department. 52 p.
21. Titmus, F.H. 1965. *Commercial timbers of the world*. London, England: The Technical Press Ltd. 277 p.

***Pterocarpus officinalis* Jacq.**

Palo de pollo, bloodwood

**Leguminosae
Faboideae**

**Familia de las leguminosas
Subfamilia de las habas**

Peter L. Weaver

Pterocarpus officinalis Jacq., conocido como palo de pollo en Puerto Rico, bloodwood en Guyana y Panamá y por numerosos otros nombres a través de su extensa distribución natural, es un árbol siempreverde que alcanza 40 m de altura y de 60 a 90 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) a la madurez (35, 57). Los contrafuertes sinuosos, estrechos y de gran tamaño del palo de pollo (figs. 1, 2) ayudan en su identificación en el campo. Otras características útiles en la identificación son: una madera muy liviana; un látex de color rojo oscuro que se exuda de los cortes en la corteza; unas hojas grandes, alternas y pinadas impares, y unas vainas planas, redondas y aladas (35). El palo de pollo crece más que nada en las tierras pantanosas costeras, incluyendo los pantanos de agua fresca y salobre, en el lado tierra adentro de los manglares y a lo largo de los bancos de los arroyos.

El palo de pollo se separó en dos subespecies en una revisión del género *Pterocarpus*: *P. officinalis* Jacq. ssp. *officinalis* y *P. officinalis* Jacq. ssp. *gilletii* (54). Este reporte no contiene información sobre la subespecie *gilletii*.



Figura 1.—Un árbol de palo de pollo, *Pterocarpus officinalis*, en tierras pantanosas costeras cerca de Dorado, Puerto Rico.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El palo de pollo crece desde la latitud 20° N. (46) hasta la 2° S (54) en el Neotrópico. Ocurre principalmente en las tierras pantanosas costeras e interiores a través de su área de distribución: el sur de México y la América Central y la región norte de la América del Sur (4, 35); las islas caribeñas de Jamaica (1), la isla de Española, incluyendo a Haití (6) y la República Dominicana (41) y Puerto Rico (3, 22, 43), y las Antillas Menores incluyendo a Guadeloupe y la Martinica (8, 21, 59), Dominica (8, 23, 59), la pequeña isla de Marie Galante (59), St. Lucia (8, 59), St. Vincent (59) y Trinidad y Tobago (7, 37, 38, 62) (fig. 3).

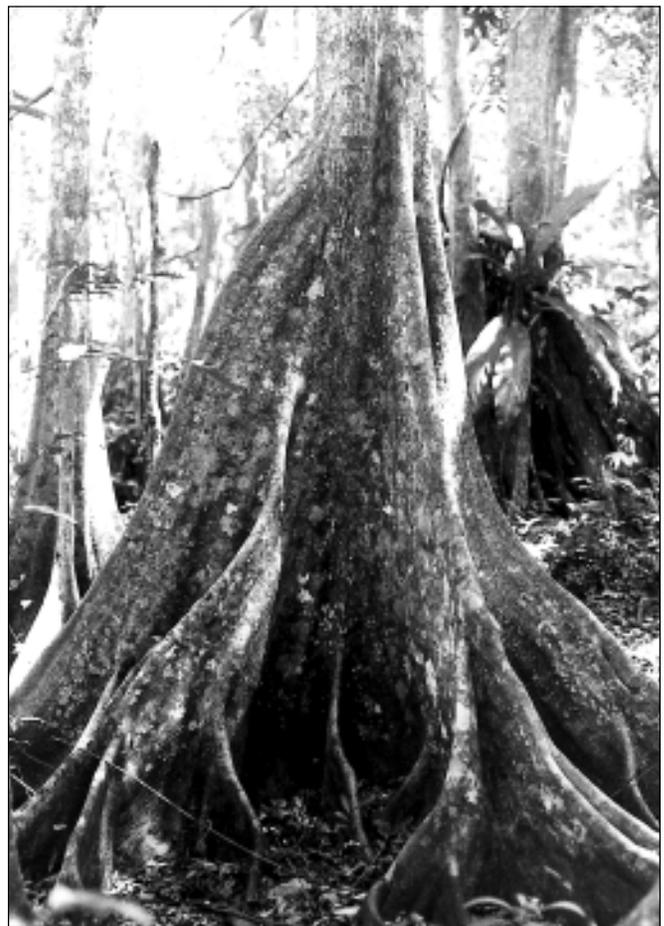


Figura 2.—Contrafuertes característicos del palo de pollo, *Pterocarpus officinalis* en tierras pantanosas cerca de Dorado, Puerto Rico.

En las áreas continentales, el palo de pollo crece desde el sureste de México (46), Honduras (9), Costa Rica (26), Panamá (58), y el norte de la América del Sur, incluyendo a Colombia (47), Venezuela (42), Ecuador (34), Guyana (16, 44), Surinam (32), la Guyana Francesa (5) y el estuario del Río Amazona hacia el sur a lo largo de la costa hasta la longitud 45° W. en el estado de Maranhão en Brasil (9, 54, 57). El palo de pollo ha sido también introducido en Cuba y el sur de la Florida (35).

Clima

En Puerto Rico, el palo de pollo crece en las zonas de vida forestales subtropical húmeda, subtropical muy húmeda y subtropical pluvial (18, 25). La precipitación en estos tipos de bosque varía entre 1600 y 4000 mm por año, con unas temperaturas anuales promedio de entre 20 y 24 °C (12). El palo de pollo crece también en la zona de vida forestal tropical húmeda en Costa Rica (57).

La precipitación y la temperatura anuales promedio a través del área de distribución de el palo de pollo son similares a aquellas de Puerto Rico. El palo de pollo es una de cinco especies del género *Pterocarpus* que está clasificada como una “especie forestal del bosque pluvial o siempreverde” (55), implicando una adaptación a las condiciones o climas muy húmedos. El palo de pollo crece solamente en las áreas libres de heladas.

Suelos y Topografía

El palo de pollo crece en las tierras pantanosas costeras periódicamente inundadas, pero no está confinado a ese hábitat (5). En Puerto Rico, la especie se encuentra en por lo menos 15 diferentes localidades totalizando 240 ha (3), más que nada en los pantanos costeros de agua fresca y en el lado tierra adentro de los manglares, en donde el contenido de sal del agua es bajo. El más grande de estos rodales se encuentra en el extremo este de la isla, cerca de la ciudad de Humacao.

Los suelos en los rodales de palo de pollo en las costas de



Figura 3.—Las áreas sombreadas representan la distribución natural del palo de pollo, *Pterocarpus officinalis*, en la Cuenca del Caribe y en América Central y del Sur.

Puerto Rico, a menudo designados como pantanos de marea, son arcillosos o arenosos y contienen una gran cantidad de materia orgánica (11). Estas áreas poseen unas capas inferiores de coral, conchas y marga a unas profundidades variables. El palo de pollo crece también a una elevación de 350 m en la Sierra de Luquillo, a lo largo de los bancos del río Mameyes y sus tributarios (35, 61). Los suelos montanos son unas arcillas ácidas clasificadas como Ultisoles (11).

El palo de pollo crece también en las tierras bajas costeras y ribereñas en varias otras áreas. En Jamaica, es raro en los pantanos desde el nivel del mar hasta los 175 m de elevación (1). En Costa Rica, se le encuentra en los manglares ribereños situados sobre sedimentos aluviales (49). En Ecuador, el palo de pollo crece en las tierras pantanosas costeras (13) y en hondonadas en áreas montañosas bajas cerca de la costa (34). En el sur de México y a través de la América Central, se le encuentra en áreas bajas periódicamente inundadas por aguas corrientes o estancadas (26), pero se le encuentra también ocasionalmente en las laderas de cerros (51). En Guyana, el palo de pollo crece a lo largo del curso de los ríos a 60 km de la costa (44) y en planicies ribereñas inundables con unos niveles altos de agua subterránea (53). En Trinidad, el palo de pollo crece en rodales puros en donde la profundidad de las aguas varía entre unos pocos centímetros y un metro (5). En Dominica, el palo de pollo se encuentra en varias tierras pantanosas costeras y en áreas ribereñas a unas elevaciones de hasta 60 m sobre el nivel del mar (27).

El palo de pollo crece en las tierras pantanosas de agua dulce (3, 15). Crece también en las tierras pantanosas en donde las salinidades son bajas (22, 49) e incluso tolera las variaciones estacionales en el contenido salino (5). Los valores de pH del suelo medidos en el Bush Swamp Forest en Trinidad se encontraron dentro del intervalo de 6.0 a 6.4 y variaron ligeramente con las estaciones (5). El contenido de oxígeno disuelto y los niveles de nutrientes de las tierras pantanosas aumentaron en junio y julio y estuvieron probablemente correlacionados con las inundaciones de los pantanos al principio de la temporada lluviosa. Los niveles de hierro, fosfatos y silicatos totales fueron ligeramente mayores en un bosque pantanoso en Trinidad que en unos manglares cercanos (5). Además de esto, los suelos en estas tierras pantanosas fueron anóxicos durante parte del año.

Las densidades del suelo en cinco tierras pantanosas en donde crece el palo de pollo en Puerto Rico fueron variables, variando entre 0.22 y 0.90 g por cm³ (2, 3). El contenido de materia orgánica del suelo en las mismas tierras pantanosas varió entre 16.9 y 56.5 kg por m² hasta una profundidad de 54 cm. El contenido de materia orgánica del suelo en las tierras pantanosas en donde crece el palo de pollo excede aquel de las tierras forestales secas adyacentes.

Cobertura Forestal Asociada

Las especies más comunes asociadas con el palo de pollo en la Cuenca del Caribe y en los bosques continentales se muestran en la tabla 1. Ciertas especies aparecen como socios regulares del palo de pollo, a pesar de las distancias entre los sitios: *Annona glabra* L., *Carapa guianensis* Aubl., *Symphonia globulifera* L.f. y *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. Estos socios regulares están bien adaptados a los sitios pantanosos costeros inundados periódicamente. Las especies más abundantes del sotobosque en muchos sitios son helechos. En Puerto Rico, *Acrosticum aureum* L. y *A.*

Tabla 1.—Principales especies de árboles creciendo junto con el palo de pollo, *Pterocarpus officinalis*

País	Localidad	Principales especies asociadas	Referencia
Colombia	Llano inundable del Río Magdalena inferior	<i>Bombax aquaticum</i> <i>Symphonia globulifera</i> <i>Virola surinamensis</i>	(5)
	Narino	<i>Mora megistosperma</i>	(30)
Costa Rica	Talamanca	<i>Carapa guianensis</i> <i>Pentaclethora macroloba</i> <i>Tabebuia rosea</i>	(29)
Dominica	Costa Norte	<i>Annona glabra</i> <i>Chimarrhis cymosa</i> <i>Sapium caribeum</i> <i>Simarouba amara</i>	(5, 27)
Guyana Francesa	Bosque pantanoso al sur de Cayenne	<i>Bombax aquaticum</i>	(5)
		<i>Carapa guianensis</i>	(5)
		<i>Euterpe oleraceae</i>	
		<i>Symphonia globulifera</i> <i>Virola surinamensis</i>	
Guadeloupe	Tierras bajas costeras	<i>Calophyllum calaba</i> <i>Eugenia ligistrina</i> <i>Inga fagifolia</i> <i>Pavonia scabra</i> <i>Symphonia globulifera</i>	(5)
Guyana	Llano inundable del bosque de Mora	<i>Mora excelsa</i> <i>Pentaclethora macroloba</i>	(53)
	Bosque de Mora de la costa norte	<i>Carapa guianensis</i> <i>Maclobium bifolium</i> <i>Mora excelsa</i> <i>Symphonia globulifera</i>	(19)
	Bosque pantanoso de la costa norte	<i>Couratari</i> sp. <i>Maclobium bifolium</i>	(19)
Panamá	Changuinola	<i>Carapa guianensis</i> <i>Pentaclethora macroloba</i> <i>Tabebuia rosea</i>	(29)
	Bosque pantanoso de Darién, bosque ribereño	<i>Astrocaryum standleyanum</i> <i>Carapa guianensis</i> <i>Prioria copaifera</i> <i>Swartzia panamensis</i> <i>Tabebuia pentaphylla</i>	(40, 50)
Puerto Rico	Tierras bajas costeras	<i>Andira inermis</i> <i>Annona glabra</i> <i>Bucida buceras</i> <i>Calophyllum calaba</i> <i>Ficus citrifolia</i>	(3, 20, 24)
	Planicie del Río Humacao	<i>Clusia rosea</i> <i>Drepanocarpus lunatus</i> <i>Roystonea borinquena</i>	(22)
	Sierra de Luquillo	<i>Andira inermis</i> <i>Cordia borinquensis</i> <i>Inga fagifolia</i> <i>Prestoea montana</i>	(3, 61)
Trinidad	Pantano de Nariva	<i>Annona glabra</i> <i>Calophyllum lucidum</i> <i>Symphonia globulifera</i> <i>Virola surinamensis</i>	(5)
	Bosque pantanoso	<i>Bactris major</i> <i>Carapa guianensis</i> <i>Hirtella racemosa</i> <i>Roystonea oleraceae</i>	(7)
Venezuela	Delta del Orinoco	<i>Bombax aquaticum</i> <i>Euterpe</i> sp. <i>Manicaria saccifera</i>	(5, 42)

danefolium Langsd. & Fisch alcanzaron de 3 a 4 m de altura en varias tierras pantanosas en donde predomina el palo de pollo (2).

Los rodales de palo de pollo medidos en Puerto Rico mostraron unas altas áreas basales para todos los árboles ≥ 10 cm en d.a.p. Las áreas basales típicas en las parcelas pequeñas de 0.1 ha variaron entre 2.5 y 5.2 m², la mayoría de los valores siendo mayores de 4.0 m² (3).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores aparecen en la base de las hojas en agrupaciones (panículas o racimos) que miden de 6 a 15 cm de largo (35). Las flores fragantes, sin un ordenamiento estricto y con unos pedúnculos cortos, contienen las siguientes partes: un cáliz en forma de campana de 0.6 cm de largo, compuesto de 5 dientes desiguales y con una punta corta; 5 pétalos amarillos en bases estrechas en forma de pedúnculo que miden 1.25 cm de largo; un estandarte ancho y redondeado con un matiz de rojo a rojo oscuro, a la vez que 2 apéndices foliáceos y dos pétalos quilla; 10 estambres de alrededor de 0.8 cm de largo, unidos en un tubo, y un pistilo de más de 0.8 cm de largo compuesto de un ovario aplastado de una célula y un estilo corto y delgado. La florescencia ocurre de febrero a septiembre en Puerto Rico (3, 35) y durante julio y agosto en Jamaica (1).

Las vainas de las semillas, con un pedúnculo corto con el cáliz en la base, son de oblicuas a asimétricas con unas pocas venas prominentes. Son de color verde cuando inmaduras, volviéndose después de un color pardo oscuro. Las vainas contienen un ala alrededor de su borde, cada una acarreado una sola semilla. La producción de frutas en Puerto Rico ocurre de marzo a través de noviembre (3, 35); en Trinidad, durante mayo (38); en Dominica, de abril a noviembre (5, 27), y en Jamaica, de julio a septiembre (1).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las frutas aladas de el palo de pollo caen de los árboles maternos a las tierras pantanosas circundantes en donde, durante las inundaciones episódicas, pueden ser diseminadas a través del pantano. Las frutas de los árboles de palo de pollo que crecen en áreas ribereñas pueden caer al agua y pueden ser transportadas a unas distancias considerables río abajo o hasta el mar (2).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas del palo de pollo es hipogea (27). Las plántulas son criptocotilares, eso es, se caracterizan por unos cotiledones que permanecen en la testa después de la germinación (17).

Tres pruebas de germinación efectuadas en viveros en Puerto Rico durante la mitad de la década de 1940 mostraron un lapso de tiempo promedio de 40 días antes del comienzo de la germinación (36). Las primeras hojas producidas son simples en vez de compuestas. Dos pruebas de germinación recientes rindieron unos resultados variables. En la primera, se colocaron 300 semillas sobre la superficie del suelo de un semillero en un vivero en Río Piedras en Puerto Rico, inmediatamente después de su recolección. Las semillas se irrigaron de manera regular y tomaron 40 días en germinar; sin embargo, solamente el 10 por ciento de las semillas germinó. La altura de las plántulas después de 75 días fue por lo usual de entre 15 y 20 cm, una de las plántulas

presentando una altura de 35 cm. En la segunda prueba, efectuada en la Sierra de Luquillo con un lote de semillas diferente, el 95 por ciento de las semillas germinó bajo condiciones de campo.¹

Dentro de las tierras pantanosas sombreadas, las semillas pueden germinar sobre la superficie del suelo o mientras flotan sobre detrito en la superficie de las aguas inundantes poco profundas (3). Sin embargo, el arraigamiento no ocurre en las aguas de más de 3 ó 4 cm de profundidad (5). En áreas con una inundación periódica, las plántulas pueden arraigarse cuando el nivel de las aguas baja y ellas hacen contacto con la superficie del terreno.

Las áreas ligeramente elevadas, libres de las inundaciones pero con una suficiente humedad en el suelo, proveen de sitios favorables para el establecimiento. Los sitios con una salinidad baja y una sombra parcial proveen de las mejores condiciones para el crecimiento (3). Los rodales de palo de pollo de una edad uniforme en los pantanos de Puerto Rico sugieren que el establecimiento masivo ocurre solamente bajo condiciones óptimas de humedad del suelo, una salinidad del agua y el suelo baja, la ausencia de aguas inundantes y la falta de perturbaciones en los años subsecuentes (2).

La densidad de las plántulas del palo de pollo varía de acuerdo al micrositio y puede ser muy alta en áreas con condiciones favorables. Los conteos de plántulas en 5 rodales diferentes en Puerto Rico varían de cero hasta 275 por metro cuadrado (3). En Dominica, un conteo de plántulas en las áreas ribereñas a lo largo del Río Woodford Hill mostró más de 80 plántulas en una parcela de 1 m² (27). Dos parcelas de tamaño similar a lo largo del Río Picard contuvieron entre 140 y 151 plántulas.

Reproducción Vegetativa.—El palo de pollo produce unos brotes radicales que ocasionalmente crecen para convertirse en nuevos tallos (5). Este tipo de rebrote en Guadeloupe (5), en Dominica (27) y en Puerto Rico (3) se atribuyó ya sea al daño por huracanes en el pasado o a las cortas.

La reproducción vegetativa del palo de pollo y de algunos de sus asociados arbóreos le permite ocupar los hábitats pantanosos caracterizados por unos extremos en cuanto al nivel de agua. Las inundaciones excluyen a la mayoría de las plantas herbáceas durante parte del año, mientras que la sombra densa de los árboles que rebrotan limita el espacio para las plántulas herbáceas con adaptaciones similares (5). La reproducción vegetativa del palo de pollo le puede brindar una manera de ocupar algunas tierras pantanosas de manera continua, en donde la germinación de las semillas en el suelo estaría limitada a los años excepcionalmente secos.

Etapas del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El palo de pollo de mayor tamaño registrado en Puerto Rico mide 274 cm en d.a.p. y 20.5 m de altura y tiene un diámetro de copa de 6.9 m.² Sin embargo, en general, el palo de pollo no alcanza un gran tamaño en Puerto Rico.

Las tasas de crecimiento para el palo de pollo no se

¹ Migdalia Alvarez, comunicación personal con el autor.

² Registro de arboles campeones de Puerto Rico, archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, P.O. Box 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

encuentran disponibles para Puerto Rico. Sin embargo, el crecimiento en altura y d.a.p. son presumiblemente rápidos, dado el peso excepcionalmente liviano de la madera.

Comportamiento Radical.—El desarrollo de las raíces en la mayoría de los hábitats está controlado por los niveles altos del agua subterránea (53) que limitan la penetración de las raíces en el suelo (31). En Puerto Rico, los contrafuertes radicales pueden extenderse por 5 m o más a lo largo de la superficie del terreno y alcanzar una altura de 5 m cerca del tronco (2). La biomasa radical, estimada hasta una profundidad en el suelo de 0.5 m en cinco tierras pantanosas en Puerto Rico que contienen palo de pollo, varió entre 2.6 y 12.4 kg por m² (2, 3).

La formación de los contrafuertes parece no estar relacionada a la dirección del viento; sin embargo, los contrafuertes son probablemente importantes para la supervivencia de los árboles al proveer de una plataforma que reduce el tumbado de los mismos en el lodo profundo característico de las tierras bajas de la costa. Un estudio de los contrafuertes mostró una asociación entre su longitud y el radio de copa (la distancia desde el tronco hasta el borde de la copa), una relación más evidente en las ramas inmediatamente arriba de los contrafuertes (31).

Los neumatóforos, unas estructuras pequeñas, semicirculares y en forma de ala que se originan de las raíces laterales, protruyen del suelo a cierta distancia más allá del punto de la penetración de los contrafuertes en la superficie del terreno (53). Estas estructuras facilitan la respiración durante los períodos inundados.

Reacción a la Competencia.—El palo de pollo crece a menudo en rodales casi puros, especialmente cuando el nivel del agua fluctúa de manera considerable durante el transcurso del año. Sólo unas pocas otras especies son capaces de sobrevivir y crecer bajo estas condiciones. Las semillas flotantes del palo de pollo, su rápido crecimiento, su capacidad para el rebrote, los troncos con contrafuertes, los neumatóforos y su tolerancia a las condiciones ligeramente salobres, son todas unas adaptaciones que le permiten sobrevivir y proliferar en un ambiente riguroso. Sus adaptaciones especializadas le permiten evitar la competencia con la mayoría de otras especies de árboles.

Las semillas del palo de pollo son rehusadas como alimento por una variedad de roedores que se alimentan de semillas y que viven en el Bosque Nacional del Corcovado en Costa Rica (28). Las semillas del palo de pollo contienen hipaforina, la cual, cuando se aísla y se somete a pruebas en dietas experimentales, demuestra su papel como un disuasivo de la ingestión.

Agentes Dañinos.—Se han registrado por lo menos cuatro insectos en el palo de pollo en Puerto Rico: *Ischnaspis longirostris* (Homoptera), *Nasutitermes costalis* (Isoptera) y *Frankiniella insularis* y *F. melanommata* (Thysanoptera) (39). Estos insectos presumiblemente consumen el follaje. En Dominica, *Clusia rosea* Jacq. y *Ficus citrifolia* Mill., ambos conocidos como higueras estranguladoras, se regeneran en las ramas del palo de pollo y de manera gradual sofocan a los árboles huéspedes (27).

Los seres humanos han dañado varios de los manglares y las tierras bajas costeras que contienen palo de pollo a través de su distribución natural. En Puerto Rico, el drenaje de las tierras pantanosas para la producción de caña de azúcar y otros cultivos y para la construcción de edificios ha reducido considerablemente el tamaño de los rodales de palo de pollo (3, 24). Además, las aguas de desagüe que contienen pesticidas

y abonos procedentes de las siembras circundantes probablemente tienen un efecto negativo sobre los ecosistemas pantanosos.

El palo de pollo se mancha con facilidad durante el secado, se descompone con facilidad y es susceptible al ataque por las termitas de la madera seca (35, 63). Sin embargo, se le puede tratar con facilidad usando agentes preservativos (57).

USOS

A pesar de que unas pocas especies de *Pterocarpus* en los Trópicos del Viejo Mundo se encuentran entre las maderas comercialmente más valiosas para la ebanistería, las especies tropicales americanas se usan principalmente de manera solamente local (51, 52). La madera del palo de pollo es blanda, comparativamente débil y muy liviana, con un peso específico en el intervalo de 0.30 a 0.36 g por cm³ (9, 35, 57). El género *Pterocarpus* tiene muy poco duramen desarrollado de manera normal (51). Su albura va de un color blanquecino a amarillo pálido. El color varía poco de aquel del duramen, a excepción de en la cercanía de las heridas, en donde el área traumatizada es de un color pardo oscuro o de un color purpúreo (35, 51, 57).

La madera del palo de pollo no tiene un olor o sabor distintivo (48). Tiene una textura de mediana a áspera, una fibra de recta a irregular y un lustre mediano (10). La madera se seca bien, toma un acabado liso y es fácil de trabajar. Las propiedades macroscópicas y microscópicas de la madera, a la vez que las propiedades físicas y mecánicas, han sido reportadas (57).

La madera del palo de pollo es adecuada para la construcción interior y para el ensamblaje simple, flotadores para redes de pescar y para los muebles de bajo costo (10, 35, 51, 52, 60). En Guadeloupe, la madera del palo de pollo se usa para carbón, cajas y triplex (5). Se le ha sugerido como una fuente para papel (57) y para la parte interna del triplex (9). Sin embargo, la madera del palo de pollo se consideró como no satisfactoria para la manufactura de fósforos, debido a sus pobres cualidades al ser trabajada (14).

En el pasado, el látex del palo de pollo se exportó de Colombia a España bajo el nombre de “sangre de dragón”, para ser usado como un agente medicinal hemostático y como un astringente (35, 52). Se ha reportado también su utilidad como un desinfectante (33). El palo de pollo ha sido también usado como una fuente de néctar para las abejas de miel en la zona costera de Guyana (45). Durante el siglo XIX en Puerto Rico, los contrafuertes de los árboles de palo de pollo se usaron para hacer platos que se utilizaron para separar oro en agua (35). Los árboles de palo de pollo se han plantado con propósitos de sombra y ornamento en el sur de la Florida y en Cuba (35). En Dominica, la cotorra *Amazona arausiaca*, consume las frutas (27).

GENETICA

A pesar de que se han descrito 245 especies bajo el género *Pterocarpus* (55), se mencionan a menudo unas 70 especies que incluyen árboles de pequeños a grandes (51, 52, 56). Todas las especies son caducifolias o siempreverdes; sin embargo, algunas que son nativas a los hábitats secos son arbustivas (55). Una revisión del género completada en 1972 redujo el

número de especies a solamente 20 (55). Estas crecen en la América tropical, las regiones Pacífica e Indo-Malaya y en África, esta última área contando con el mayor número de especies (55).

Pterocarpus está bien representado en el continente Americano desde México hasta Argentina, a la vez que en las Indias Occidentales. En la revisión del género, se reconocieron dos subespecies de *P. officinalis* (54): *P. officinalis* Jacq. ssp. *officinalis* en el neotrópico y *P. officinalis* Jacq. ssp. *gilletii* (De Wild) Rojo en los bosques ribereños del Congo (anteriormente Zaire). La subespecie africana es notable en que se le encuentra tierra adentro del la desembocadura del Río Congo y parece estar ausente de los sitios adecuados a lo largo de la costa (55).

Se han observado ocasionalmente plántulas albinas de palo de pollo en Dominica (27) y en algunos sitios de Puerto Rico, una condición que probablemente se deba a mutaciones poco frecuentes. *Pterocarpus draco* L. es un sinónimo (35).

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Alvarez-López, Migalia. 1990. Ecology of *Pterocarpus officinalis* forested wetlands in Puerto Rico. En: Lugo, Ariel E.; Brinson, Mark; Brown, Sandra, eds. Ecosystems of the world, 15. Forested wetlands. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science Publishers: 251-265. Capítulo 10.
3. Alvarez Ruiz, Migdalia. 1982. A comparison of the structure and ecology of *Pterocarpus officinalis* Jacq. forested wetlands in Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico. 96 p. Tesis de M.S.
4. Asprey, G.F. 1953. Vegetation in the Caribbean area. Caribbean Quarterly. 5(4): 245-263.
5. Bacon, Peter R. 1990. Ecology and management of swamp forests in the Guianas and Caribbean region. En: Lugo, Ariel E.; Brinson, Mark; Brown, Sandra, eds., Ecosystems of the world, 15: Forested wetlands. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science Publishers: 213-250. Capítulo 9.
6. Barker, Henry D.; Dardeau, William S. 1930. Flore d'Haiti. Port-Au-Prince, Haiti: La Direction du Service Technique du Département de l'Agriculture et de l'Enseignement Professionnel. 455 p.
7. Beard, J.S. 1946. The natural vegetation of Trinidad. Oxford, UK: Clarendon Press. 152 p.
8. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, UK: Clarendon Press. 192 p.
9. Benítez Ramos, René F.; Montesinos Lagos, J.L. 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras: distribución, propiedades y usos. Siguatepeque, Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales. 216 p.
10. Berni, C.A.; Bolza, Eleanor; Christensen, F.J. 1979. South American timbers — the characteristics, properties and uses of 190 species. Melbourne, Australia: Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization, Division of Building Research. 229 p.
11. Boccheciamp, Rafael A. 1977. Soil survey of the Humacao area of eastern Puerto Rico. San Juan, PR: U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service and University of Puerto Rico, College of Agricultural Sciences. 103 p. + 68 mapas.
12. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Climatology of the United States 60-52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Administration, Environmental Data Service. 29 p.
13. Cañadas Cruz, Luis. 1965. Los bosques pantanosos en la zona de San Lorenzo, Ecuador. Turrialba. 15: 225-230.
14. Chacón J., Francisco A. 1964. Las características de algunas especies forestales con miras a su utilización en la industria fosforera. Turrialba. 14(1): 38-39.
15. Dansereau, P. 1966. Studies on the vegetation of Puerto Rico. Mayagüez, PR: Institute of Caribbean Science. 287 p.
16. Davis, T.A.W.; Richards, P.W. 1934. The vegetation of Moraballi Creek, British Guiana: an ecological study of a limited area of tropical rain forest. Part II. Journal of Ecology. 22: 106-133.
17. Duke, James A. 1970. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds., A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 239-274. Capítulo B-15.
18. Ewel, John J.; Whitmore, Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Paper ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
19. Fanshawe, D.B. 1952. The vegetation of British Guiana: a preliminary review. Oxford, UK: Imperial Forestry Institute. 96 p.
20. Figueroa, Julio C.; Totti, Luis; Lugo, Ariel E.; Woodbury, Roy O. 1984. Structure and composition of moist coastal forests in Dorado, Puerto Rico. Res. Paper S0-202. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 11 p.
21. Fournet, Jacques. 1978. Flore illustree des phanerogames de Guadeloupe et de Martinique. Paris, France: Institut National de la Recherche Agronomique. 1654 p.
22. Gleason, H.A.; Cook, Mel T. 1926. Scientific survey of Porto Rico and the Virgin Islands. Vol. 7, Part 1. Plant ecology of Porto Rico. New York: New York Academy of Sciences. 96 p. + 20 láminas.
23. Hodge, W.H. 1954. Flora of Dominica, B.W.I.: Part 1. Lloydia. 17(1): 1-238.
24. Holdridge, L.R. 1940. Some notes on the mangrove swamps of Puerto Rico. Caribbean Forester. 1(4): 19-29.
25. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
26. Holdridge, L.R.; Poveda A., Luis J. 1975. Árboles de Costa Rica, volumen 1: palmas, otras monocotiledóneas arbóreas y árboles con hojas compuestas o lobuladas. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical. 546 p.
27. James, Arlington. 1980. Freshwater swamps & mangrove species in Dominica. Roseau, Dominica: Forestry Division, Ministry of Agriculture. 37 p.
28. Janzen, D.H.; Lynn, D.G.; Fellows, L.E.; Hallwachs, W. 1982. The indole alkaloid, hypaphorine and *Pterocarpus* seed protection. Phytochemistry. 21(5): 1035-1037.
29. Kapp, G. B.; Kremkau, K.; Dixon, F. 1991. Manejo sostenido de bosquetes en fincas privadas de los trópicos húmedos: un estudio efectuado en las zonas de Changuinola (Panamá) y Talamanca (Costa Rica). Chasqui. 26: 5-24.

30. Lamb, F. Bruce. 1959. The coastal swamp forests of Narino, Colombia. *Caribbean Forester*. 20(3-4): 79-89.
31. Lewis, A.R. 1988. Buttress arrangement in *Pterocarpus officinalis* (Fabaceae): effects of crown asymmetry and wind. *Biotropica*. 20(4): 280-285.
32. Lindeman, J. C. 1953. The vegetation of Suriname. Amsterdam, Netherlands: Van Eedenfonds. 135 p. + fotografías y un mapa.
33. Liogier, Henri Alain. 1990. Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. San Juan, PR: Iberoamericana de Ediciones, Inc. 563 p.
34. Little, Elbert L., Jr.; Dixon, Robert G. 1969. Árboles comunes de la provincia de Esmeraldas. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. 584 p.
35. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
36. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester* 10: 11-30.
37. Marshall, R. C. 1934. Trees of Trinidad and Tobago. Port-of-Spain, Trinidad: Government Printing Press. 101 p.
38. Marshall, R. C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London, UK: Oxford University Press. 247 p.
39. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Department of Entomology. 303 p.
40. Mayo Meléndez, Enrique. 1965. Algunas características ecológicas de los bosques inundables de Darién, Panamá, con miras a su posible utilización. *Turrialba*. 15(4): 336-547.
41. Moscoso, R.M. 1943. *Catalogus florae Domingensis* (Catálogo de la flora dominicana). Parte 1: Spermatophyta. New York: L & S Printing Company, 732 p.
42. Muller, J. 1959. Palynology of recent Orinoco delta and shelf sediments. *Micropalaeontology*. 5(1): 1-32.
43. Murphy, Luis S. 1916. Forests of Porto Rico: past, present, and future. Bull. 354. Washington, DC: Government Printing Office. 99 p.
44. Myers, J. G. 1935. Zonation of vegetation along river courses. *Journal of Ecology*. 24: 356-360.
45. Otis, G.W.; Taylor, O.R., Jr. 1979. Beekeeping in the Guianas. En: *Beekeeping in rural development: unexploited beekeeping potential tropics with particular reference to the Commonwealth*. London, UK: Commonwealth Secretariat: 145-154.
46. Pennington, T.D.; Sarukhan, José. 1968. Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 413 p.
47. Pérez-Arbelaez, E. 1978. Plantas útiles de Colombia. Cuarta edición. Bogota, Colombia: Litografía Arco. 831 p.
48. Pérez Mogollón, Alirio. 1973. Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana venezolana y clave para su identificación. *Acta Botánica Venezuelica*. 8(1/4): 9-109.
49. Pool, Douglas J.; Snedaker, Samuel C.; Lugo, Ariel E. 1977. Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, Mexico, and Costa Rica. *Biotropica*. 9(3): 195-212.
50. Porter, Duncan M. 1973. The vegetation of Panama: a review. En: Graham, Alan, ed., *Vegetation and vegetational history of northern Latin America*. New York: Elsevier Scientific Publishing Company: 167-201. Capítulo 6.
51. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. *Timbers of the New World*. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
52. Record, Samuel J.; Mell, Clayton D. 1924. *Timbers of tropical America*. New Haven, CT: Yale University Press. 610 p.
53. Richards, P.W. 1966. *The tropical rain forest: an ecological study*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 450 p.
54. Rojo, Justo P. 1972. *Pterocarpus* (Leguminosae-Papilionaceae) revised for the world. *Phanerogamarum Monographiae Tomus V*. Lehre, Germany: Verlag von J. Cramer. 119 p.
55. Rojo, Justo P. 1977. Pantropic speciation of *Pterocarpus* (Leguminosae-Papilionaceae) and the Malesia-Pacific species. *Pterocarpus*. 3(1): 19-32.
56. Schultes, Richard Evans; Raffauf, Robert F. 1990. *The healing forest: medicinal and toxic plants of the north-west Amazonia*. Historical, Ethno- & Economic Botany Series. Portland, OR: Diocorides Press. 484 p. Vol. 2.
57. Slooten, H.J. van der; González, Marta E. 1971. Latin-American timbers. vi. *Bursera simaruba*, *Poulsenia armata*, *Pterocarpus officinalis*, and *Ficus werckleana*. *Turrialba*. 21(1): 69-76.
58. Standley, Paul C. 1928. Contributions from the United States National Herbarium: flora of the Panama Canal Zone. Washington, DC: Smithsonian Institution, United States National Museum. 416 p. Vol. 27.
59. Stehle, Henri. 1945. Forest types of the Caribbean Islands. *Caribbean Forester*. 6: 273-414.
60. Uphof, J.C.T. 1968. *Dictionary of economic plants*. 2^a ed. New York: Verlag von J. Cramer. 591 p.
61. Weaver, Peter L. 1994. Baño de Oro Natural Area: Luquillo Mountains, Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-111. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 56 p.
62. Williams, R.O. 1928. *Flora of Trinidad and Tobago*. Port-of-Spain, Trinidad: Government Printer. 531 p. Vol. 1 (1).
63. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indies dry-wood termite *Cryptotermes brevis* Walker. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 41: 259-311.

Rhizophora mangle L. Mangle colorado

Rhizophoraceae Familia de los mangles

Jorge A. Jiménez

Rhizophora mangle L., conocido como mangle colorado, es un árbol de amplia distribución en las costas americanas, del Africa Occidental y de ciertas islas del Pacífico (fig. 1) (17). Su tamaño depende grandemente de las condiciones del sitio, variando entre 1 m y 50 m de altura (15). Su madera se usa como combustible y para postes y traviesas de ferrocarril de gran durabilidad (71) y su corteza se utiliza para la extracción de tanino (18, 56, 71).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El mangle colorado es nativo a las costas tropicales y subtropicales de América, Africa Occidental y de las islas de



Figura 1.—Un rodal maduro de mangle colorado, *Rhizophora mangle*, en la isla de Inagua en el Caribe.

Fiji, Tonga y Nueva Caledonia en el Océano Pacífico (17). En las costas bañadas por el Océano Pacífico de la América del Norte y del Sur se le encuentra desde Punta Malpelo, Perú (latitud 3° 40' S.), hasta Puerto Lobos, en México (latitud 30° 15' N.). En la costa Atlántica, el mangle colorado se encuentra desde el estado de Santa Catarina, en Brasil (latitud 27° 30' S.), hasta la península de la Florida (latitud 29° N.) (76) (fig.2).

El mangle colorado crece mejor en los suelos poco profundos y cenagosos bajo la influencia de las mareas con aguas saladas o salobres y en las áreas protegidas de las corrientes oceánicas y de las olas, pero asociados con un desagüe abundante de agua fresca y una precipitación alta (18). Sin embargo, el mangle colorado crece también bajo una gran variedad de condiciones, desde salientes de roca dura hasta depósitos cenagosos y desde áreas inundadas con agua fresca la mayor parte del año hasta áreas con unas salinidades del suelo arriba de 60 partes por mil (10, 14, 35). Puede crecer en áreas con o sin desagües de agua fresca.

La especie alcanza su desarrollo estructural pleno en los manglares ribereños en las regiones que no se encuentran sujetas a tormentas ciclónicas, tales como huracanes. Estos bosques ocurren a lo largo de las márgenes y los valles inundables de los ríos en donde existe un abundante desagüe de agua fresca y un alto influjo de nutrientes. El mangle colorado es la especie dominante en los bosques costeros marginales a lo largo de las costas protegidas y con una duna costera pronunciada. (37).



Figura 2.—Distribución del mangle colorado, *Rhizophora mangle*, en el Nuevo Mundo.

Clima

El mangle colorado crece en las zonas de vida tropicales y subtropicales secas, húmedas y muy húmedas. El mejor desarrollo estructural se alcanza bajo condiciones típicas de la zona de vida forestal tropical muy húmeda (66). Se le encuentra bajo una gran variedad de regímenes de precipitación, desde menos de 800 mm hasta 10000 mm por año, pero se encuentra restringida a unos regímenes de temperatura que promedian entre 21 y 30 °C. La especie es sensible a las heladas (72).

Suelos y Topografía

Los mangles colorados responden marcadamente a los cambios en la microtopografía y a los cambios en los factores tales como el nivel del agua subterránea, el drenaje del suelo y la salinidad del suelo. Los árboles crecen mejor en las partes más bajas de los terrenos pantanosos, en donde el agua se encuentra en un movimiento continuo y en los suelos con un nivel alto de saturación de agua y con unas inundaciones por las mareas de alta frecuencia e intensidad (66). En Jamaica, el mangle colorado ocupa los suelos inundados por entre 520 y 700 mareas por año (16).

Los suelos que se forman bajo los mangles colorados se caracterizan por un pH alto, una relación de carbono a nitrógeno alta y unos altos contenidos de azufre, nitrógeno, fósforo y carbono oxidables (27, 70). Estos suelos se vuelven intensamente ácidos al secarse cuando se ven reclamados para propósitos agrícolas. La neutralización del ácido con cal o carbonato de calcio es de un costo prohibitivo. La lixiviación del ácido por las lluvias puede tomar varios años (30, 71).

Cobertura Forestal Asociada

Como un componente de las comunidades de mangles, el mangle colorado se asocia usualmente con otras especies de mangles, tales como *Avicennia tonduzzi* Moldenke, *A. bicolor* Stand., *A. germinans* (L.) L., *A. schaueriana* Stapt & Leechm., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f., *Pelliciera rhizophorae* Tr. & Pl. y *Rhizophora harrisonii* Leechm.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores ocurren en unos ejes reproductivos únicos que se originan en la porción terminal de las ramas, en la axila de un par de hojas. Cada eje sostiene un dicasio modificado con entre tres y cuatro flores. Las flores de color amarillo o blanco amarillento son pequeñas, con cuatro sépalos persistentes, cuatro pétalos efímeros, ocho estambres y un ovario ínfero con cuatro óvulos, de los cuales usualmente se desarrolla uno solamente (21, 74).

El polen parece ser esparcido principalmente por el viento (67). Después de la fertilización, el embrión continúa su desarrollo sin una fase de inactividad detectable. La germinación ocurre cuando el embrión alcanza una longitud de 1.8 cm. Después de aproximadamente 30 días, la radícula sale a través de la pared del fruto (31). El proceso de germinación ocurre cuando el embrión se encuentra todavía dentro del fruto y prendido del árbol progenitor, siendo éste

un fenómeno típico de las especies vivíparas (64).

Desarrollo de las Plántulas.—Después de romper la pared del fruto, las plántulas crecen por un período de 3 a 6 meses antes de caer del árbol progenitor (19). Las plántulas plenamente desarrolladas tienen forma de una vara alargada y se componen de dos partes: una plúmula alargada que consiste de un par de estípulas que protegen el primer par de hojas y un hipocótilo largo y pesado compuesto principalmente de tejido aerenquimático endospermico (31).

Existe una gran variabilidad en el tamaño y el peso de la plántula madura. Esto parece estar relacionado con el vigor del árbol progenitor. Los propágulos procedentes de los bosques enanos promedian 10 cm de largo, mientras que los de los bosques ribereños promedian alrededor de 25 cm. Davis (19) reporta que un árbol representativo en el sur de la Florida produjo más de 300 plántulas durante una temporada de verano.

Los propágulos que han caído son transportados por las corrientes de las mareas (7, 51). Las plántulas permanecen viables por largos períodos de tiempo y son capaces de establecerse después de flotar por hasta 12 meses (19). El establecimiento de una plántula comienza cuando se ve encallada en aguas poco profundas y las raíces primarias la anclan. Se necesita de menos de 2 semanas para que una plántula se vea firmemente anclada (51).

Las densidades de las plántulas establecidas varían entre 0 y 2.4 plántulas por m² en la Bahía de Biscayne en la Florida (4) y 0.6 plántulas por m² en un bosque en hoyadas en el sur de la Florida (38). Se ha reportado una tasa de establecimiento natural de 0.1 plántulas/m²/año (6).

El anclado de las plántulas parece ser un paso crítico en el proceso de establecimiento. En una plantación experimental, el 96 por ciento de las plántulas que no fueron afianzadas con estaquillas fueron lavadas por la acción de las mareas y las olas. En las parcelas en donde las plántulas fueron afianzadas con estaquillas, el 93 por ciento sobrevivió (58). Además de la acción de las mareas y las olas, las salinidades del suelo arriba de 60 partes por mil previenen el crecimiento de las plántulas y las salinidades de más de 35 partes por mil suprimen el desarrollo estructural (18).

Rabinowitz (52) calculó una vida media de 338 días para las cohortes de esta especie. Las tasas de mortalidad son particularmente altas durante los primeros días del establecimiento, a la vez que en los brinzales de alrededor de 1 m de alto (38). La competencia en las espesuras de brinzales podría ser responsable por esto, aunque algunos mecanismos fisiológicos podrían estar involucrados.

Reproducción Vegetativa.—A pesar de que el mangle colorado rebrota hasta cierto punto cuando joven, el sistema de regeneración por rebrotes no se recomienda debido a su falta de éxito (41). Las técnicas de acodo se han intentado en esta especie, observándose un desarrollo radical de 5 a 6 meses después de efectuarse (12).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La arquitectura arbórea sigue el modelo de Attim, caracterizado por ejes con un crecimiento continuo, diferenciándose en un tronco monopedial y ramas equivalentes (26).

La tasa de crecimiento y el tamaño alcanzado por los árboles dependen en gran medida de las características del sitio. En las áreas tropicales, los mangles colorados pueden

alcanzar unas alturas de 40 a 50 m en los bosques ribereños húmedos. Estos bosques exhiben una biomasa arriba de la superficie del terreno de hasta 571 t/ha. Los bosques de mangle colorado enanos que crecen bajo condiciones nutricionales pobres tienen una biomasa arriba de la superficie del terreno de alrededor de 17 t/ha y los individuos crecen hasta una altura de solamente 1 m (15).

En el Caribe, los bosques de mangle colorado rara vez sobrepasan los 20 m y promedian entre 10 y 15 m de altura. En una muestra aleatoria de 500 árboles, el 42 por ciento tuvo una altura de 9.5 a 13.4 m de alto y de 12 a 15.5 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.). Otro 42 por ciento tuvo de 5.5 a 9.4 m de alto y unos valores del d.a.p. de 8.1 a 9.6 cm. El 16 por ciento restante tuvo de 3.5 a 5.4 m de alto y un d.a.p. promedio de 6.1 cm (3).

Las tasas de crecimiento no se encuentran disponibles. Unos rodales de 5 años de edad en Trinidad alcanzaron una altura promedio de 7 m y un d.a.p. de 6 cm (40). Un rodal de mangle colorado en la Florida tuvo una tasa diaria bruta de fotosíntesis de 6.7 gC/m², una tasa de respiración por 24 horas de 1.9 gC/m² y una tasa de transpiración diaria de 2.57 mm (36). Unas tasas de producción primaria neta diarias que varían entre 0.25 y 5.7 gC/m² se han medido en rodales creciendo en aguas con un contenido de cloro bajo (de 5 a 16 partes por mil) (13). Se han medido unas tasas de producción diaria de 0.8 g/m² en mangles colorados en Puerto Rico (24).

Se han calculado unos rendimientos de madera para rodales de mangle del mismo género *Rhizophora* en el Indo-Pacífico de aproximadamente 232 m³/ha (20). Sin embargo, el volumen de la corteza (de hasta el 20 por ciento), los árboles defectuosos y el desperdicio sin uso alguno pueden reducir el rendimiento en un 40 por ciento (75). El rendimiento de la madera total ha disminuido de 299 t/ha en rodales vírgenes hasta 136 a 158 t/ha en rodales en su segunda rotación en Malasia (65).

Comportamiento Radical.—Durante las etapas juveniles, los mangles colorados desarrollan un subsistema de raíces terrestres primarias de corta vida. Sin embargo, la forma adulta se caracteriza por un subsistema de raíces aéreas en arco (raíces puntales) que emergen del tronco de manera perpendicular (fig. 2). Estas raíces penetran el terreno de manera superficial y producen un sistema de raíces capilares extenso que produce un suelo fibroso grueso.

A pesar de que las raíces puntales se ven por lo general restringidas a la sección inferior del tronco, se pueden encontrar a veces más arriba en el tronco y en las ramas laterales (18). Estas raíces puntales son típicas de las especies que crecen en suelos blandos y anegados. Un sistema lenticular y el tejido aerenquimático son responsables por el intercambio de gases en estas raíces cuando el suelo se encuentra inundado (22, 59). Puede ser que también exista una función mecánica para las raíces puntales que ayude a afianzar el árbol en los suelos inestables (34). Las raíces puntales son de origen adventicio y crecen a una tasa promedio de 3 mm/día (21). Las raíces puntales constituyen el 25 por ciento (116 t/ha) de la biomasa total sobre la superficie del terreno en un bosque de mangle colorado en Panamá (23).

Reacción a la Competencia.—La especie se considera como extremadamente intolerante a la sombra y las plántulas por lo general mueren bajo el dosel cerrado de los árboles progenitores. Los claros en el dosel que permiten la penetración de luz promueven el crecimiento de los rodales densos de plántulas. Se han reportado unos valores de

producción de las hojas y raíces altos bajo condiciones de luz plena (7).

En las áreas con una precipitación alta y/o un desagüe abundante y unas salinidades del suelo bajas, las especies de mangle ocurren en una mezcla con especies menos adaptadas a las condiciones salinas. La competencia en estas áreas puede resultar en la eliminación de las especies de mangle. El mangle colorado exhibe sus más altas tasas de fotosíntesis en las áreas en donde el desagüe sobre el terreno y el flujo de las mareas son mayores (36). En las áreas con un flujo pobre, la competencia y el estrés fisiológico resultan en unas tasas de respiración mayores y unas tasas de crecimiento menores (37).

Las prácticas silviculturales para esta especie no se encuentran bien desarrolladas en el Hemisferio Occidental. En Venezuela, la silvicultura de los manglares está en una etapa experimental, utilizando parcelas (de 20 por 300 m) con una orientación perpendicular a los cursos de las corrientes de agua y con una rotación de 30 años (40).

Recientemente, se han utilizado las plántulas maduras caídas arrojadas en la playa por las mareas para el plantado del mangle colorado (58). El almacenamiento de las plántulas por varios días es posible, pero el plantado inmediato reduce el riesgo de que las plántulas se vean desecadas. Las plántulas se entierran primero y luego se afianzan con estaquillas para prevenir su remoción por la acción de las mareas. En algunos casos, se han transplantado exitosamente árboles de 0.5 a 1.5 m de altura podando las ramas pequeñas y removiendo los árboles con un terrón con un diámetro de aproximadamente la mitad de la altura del árbol (49). El costo estimado para el plantado en los Estados Unidos varía entre \$1,100 y \$16,000 por hectárea, dependiendo de la técnica utilizada y de si las plántulas son recolectadas o compradas (33).

En Tailandia, los árboles con unos diámetros de entre 15 y 25 cm son cosechados con una rotación de 25 a 30 años (4, 5). El entresacado resulta en un aumento en el diámetro promedio del árbol. En un área con una densidad arbórea baja, se registró un incremento anual promedio de 0.7 cm. En los bosques naturales con una alta densidad, el incremento anual promedio fue de 0.5 cm (73). El entresacado se practica usando el "método de palillo", el cual involucra el uso de un palillo o vara de una longitud estándar para determinar el espaciamiento entre los árboles (44). Por lo normal, la longitud de la vara es de 1.4 m entre los 10 y 15 años y de 1.9 m a los 20 años. Un tercer entresacado con este método a los 25 años ya no es practicado (65).

La regeneración natural ha dado unos resultados satisfactorios. La regeneración se ha promovido mediante el entresacado del dosel de 2 a 3 años antes de la tala rasa. Puede ser que la regeneración natural en las parcelas previamente cortadas no sea suficiente y la siembra de plántulas podrá ser necesaria. Entre 1950 y 1960, la mayoría de las plantaciones de *Rhizophora* en Matang, Malasia, fueron regeneradas de manera natural. Pero más del 75 por ciento de las plantaciones para el periodo de 1970 a 1979 han necesitado ser plantadas. Se desconocen las razones para el fracaso de la regeneración natural (65).

Agentes Dañinos.—La infección de los árboles de mangle colorado por el hongo *Cylindrocarpon didymum* (Hartwig) Wollenw. ha sido reportada en el sur de la Florida. El hongo produce una enfermedad que causa agallas que resultan en la malformación del tronco y de las raíces puntales (47). En unos pocos casos, los árboles con una infección severa han

perecido debido a esta enfermedad o debido a otros agentes actuando sobre los árboles debilitados.

Dos barrenadores de la madera, *Pocilips rhizophorae* Hopkins y *Sphaeroma terebrans* Bate, se encuentran en esta especie de manera ocasional (77). Ambos invaden las raíces puntales de los árboles que crecen a lo largo de los canales de las mareas. Los reportes sobre el extenso daño causado por *S. terebrans* a los manglares del sur de la Florida parecen haber sido un tanto exagerados (55).

El mangle colorado es susceptible a ciertos herbicidas y puede morir con bajas concentraciones de herbicidas basados en auxinas que pueden perturbar los mecanismos osmoreguladores (69). Las plántulas recién establecidas pueden ser atacadas por *P. rhizophorae* o comidas por los cangrejos o los monos (43, 50). Los desperdicios de las operaciones madereras pueden obstruir la regeneración natural o dañar las plántulas establecidas (29).

USOS

El mangle colorado se usa como una fuente de combustible en la mayoría de los pueblos costeros de la América Tropical y África Occidental. Es también una fuente de postes para cercas, estaquillas, postes eléctricos y traviesas de ferrocarril. Se reporta que los postes tienen una duración de 10 a 12 años (71). Los postes responden de manera adecuada a la impregnación con pentaclorofenol¹ y creosote. Las porciones de la albura tienden a absorber el creosote de manera más rápida que el duramen (63). El mangle colorado responde de manera adecuada al tratamiento con los preservativos de borato cromado encobrado y arsenato cromado encobrado (32). A pesar de que la madera es muy resistente a los ataques fungales y a las termitas, la polilla de mar ha causado un daño extenso después de la exposición al agua de mar por un período de 14 meses (62). Se obtiene también un carbón de buena calidad a partir de la madera. Al quemarse, el mangle colorado rinde aproximadamente del 60 al 65 por ciento de su peso en forma de carbón (63). Se reportó una producción de carbón de más de 24,000 toneladas en algunas plantaciones en Malasia (18).

La madera del mangle colorado es también muy densa. Arroyo (1) reportó una densidad promedio de 1.03 g por cm³ para la madera seca. Chapman (18) reportó una densidad de 1.08 g por cm³ para la albura y de 1.15 g por cm³ para el duramen. La madera tiene una gran elasticidad y dureza. Muestra una tendencia a rajarse y a encogerse en clima seco debido a una gran contracción volumétrica (del 16.8 por ciento) al ir de madera verde a seca (1). La madera del mangle colorado tiene un uso potencial siempre que se necesiten componentes de madera de una alta fortaleza.

La madera parece ser adecuada para la producción de pulpa disolvente a pesar de que su uso como una fuente de papel parece verse excluido debido al gran grosor de las paredes celulares (41, 42). La durabilidad del duramen, combinada con su dureza y fortaleza, hacen de la madera una buena materia prima para tableros de partículas sujetadas ya sea con resina o cemento (63).

Uno de los usos principales de este árbol es para la extracción de taninos a partir de su corteza. Los rendimientos

de corteza para los árboles de mangle colorado en Nigeria se calculan como de 110 a 130 t/ha (56). El contenido de tanino de la corteza varía entre el 15 y el 36 por ciento en base al peso seco (18). La corteza del mangle colorado se recolecta, se seca y se pulveriza con el fin de obtener un alto rendimiento de tanino (71). La corteza se utiliza también como una fuente de compuestos para la preparación de adhesivos fenólicos (60). En África Occidental y en la América del Sur, la corteza del mangle colorado ha sido usada para el tratamiento de las hemorragias, inflamaciones, diarreas y la lepra (45). Las hojas del mangle colorado han sido sugeridas como una dieta suplementaria para el ganado y las aves de corral, debido a su alto valor nutricional (61).

Se ha sugerido que en las áreas poco profundas, los mangles colorados aumentan la tasa de sedimentación natural al reducir la velocidad del flujo de las aguas, al atrapar detrito y al consolidar los lodos blandos (11).

Cuando crece bajo condiciones ribereñas, el mangle colorado produce hojarasca a unas tasas más altas que la mayoría de las otras especies de manglares. A pesar de que las tasas de producción, acumulación, descomposición y exportación a otros ecosistemas de la hojarasca varían entre los diferentes tipos de bosques (como los ribereños, en hoyadas, en las márgenes y los enanos), las tasas de pérdida de las hojas son notablemente constantes; en la región del Caribe se encontró que fueron de 2 g/m²/día (37). La descomposición de este material provee de alimento, nutrientes y substrato para muchos microorganismos. Estos constituyen el comienzo de una compleja red alimenticia que incluye a muchas especies de importancia comercial tales como camarones, cangrejos y peces (46). Como parte del complejo costero, los mangles colorados mantienen unas altas tasas anuales de productividad, de más de 8 t/ha (36, 39) en las zonas estuarinas. Algunas de estas áreas proveen de las condiciones óptimas para el desarrollo de empresas de acuicultura (2, 48, 68).

GENETICA

El género *Rhizophora* ha sido revisado por Salvoza (57), Gregory (25) y Hou (28). Tres especies de *Rhizophora* (*R. harrisonii* Leechm., *R. mangle* L. y *R. racemosa* G.F.W. Mey.) han sido reportadas en las costas americanas. Se ha observado un alto grado de variación poblacional como resultado de las variadas condiciones bajo las que las plantas de este género crecen (57). Esto ha resultado en controversias sobre su clasificación taxonómica (8, 28).

Breteler (8, 9) propuso a *R. harrisonii* como un híbrido de las otras dos especies americanas. No existen claras diferencias morfológicas entre las especies de *Rhizophora* en la América del Norte (9). Sin lugar a dudas, este tema requiere de más investigación.

¹El uso de pentaclorofenol ha sido prohibido por la Agencia para la Protección del Ambiente de los Estados Unidos (EPA).

LITERATURA CITADA

1. Arroyo, Joel P. 1970. Propiedades y usos posibles de los mangles de la región del Río San Juan en la reserva forestal de Guarapiche. Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. 33/34: 53-76.
2. Bacon, Peter R. 1970. Studies on the biology and cultivation of the mangrove oyster in Trinidad with notes on other shellfish resources. Tropical Science. 12(4): 265-278.
3. Baez Valdés, R.E.; González Rondón, O. 1980. Tabla de volúmenes para *Rhizophora mangle* por el método de los coeficientes mérficos empíricos. En: Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. Montevideo, Uruguay: Unesco, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe: [s.f.].
4. Ball, Marilyn C. 1980. Patterns of secondary succession in a mangrove forest of southern Florida. Oecologia. 44: 226-235.
5. Banijbatana, Dusit. 1965. The management of forests in Thailand. Manuscript. Bangkok, Thailand: Ministry of Agriculture, Royal Forest Department. 16 p.
6. Banner, A. 1977. Revegetation and maturation of restored shorelines in Indian River. En: Proceedings, 4th annual conference on restoration of coastal vegetation in Florida. Tampa, FL: Environmental Studies Center, Hillsborough Community College: 23-44.
7. Banus, Mario D.; Kolehmainen, Seppo E. 1975. Floating, rooting, and growth of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) seedlings: effect on expansion of mangroves in south western Puerto Rico. En: Walsh, G.; Snedaker, S.; Teas, H., ed. Proceedings, International symposium on biology and management of mangroves. Gainesville, FL: University of Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences: 370-384.
8. Breteler, F.J. 1969. The Atlantic species of *Rhizophora*. Acta Botanica Neerlandica. 18: 434-441.
9. Breteler, F.J. 1977. America's Pacific species of *Rhizophora*. Acta Botanica Neerlandica. 26(3): 225-230.
10. Brinson, Mark M.; Brinson, Leslie G.; Lugo, Ariel E. 1974. The gradient of salinity, its seasonal movement and ecological implications for the Lake Izabal-Río Dulce ecosystem, Guatemala. Bulletin of Marine Science. 24(3): 533-544.
11. Carlton, Jeffrey M. 1974. Land building and stabilization by mangroves. Environmental Conservation. 1(4): 285-294.
12. Carlton, Jeffrey M.; Moffler, Mark D. 1978. Propagation of mangroves by air-layering. Environmental Conservation. 5(2): 147-150.
13. Carter, Michael R.; Burns, Lawrence A.; Cavinder, Thomas R. [y otros]. 1973. Ecosystems analysis of the Big Cypress Swamp and estuaries. EPA 904/9-74-002. Atlanta, GA: U.S. Environmental Protection Agency. 374 p.
14. Cintrón, Gilberto; Lugo, Ariel E.; Martínez, Ramón. 1985. Structural and functional properties of mangrove forests. En: D'Arcy, W.G.; Correa A., M.D., ed. The botany and natural history of Panama. St. Louis, MO.: Missouri Botanical Gardens: 53-68.
15. Cintrón, Gilberto; Lugo, Ariel E.; Pool, Douglas J.; Morris, Greg. 1978. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. Biotropica. 10(2): 110-12.
16. Chapman, V.J. 1944. 1939 Cambridge University expedition to Jamaica. Journal of the Linnean Society of London. 12: 407-533.
17. Chapman, V.J. 1970. Mangrove phytosociology. Tropical Ecology. 11(1): 1-19.
18. Chapman, V.J. 1976. Mangrove vegetation. Germany: J. Cramer. 447 p.
19. Davis, John H. 1940. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. Papers of the Tortugas Laboratory (Carnegie Institution). 32: 303-412.
20. Durant, C.C. 1941. The growth of mangrove species in Malaya. Malayan Forester. 10: 3-15.
21. Gill, A.M.; Tomlinson, P.B. 1971. Studies on the growth of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.). 3. Phenology of the shoot. Biotropica. 3(2): 109-124.
22. Gill, A.M.; Tomlinson, P. B. 1975. Aerial roots: an array of forms and functions. En: Torrey, J.G.; Clarkson, D.T., ed. The development and function of roots. New York: Academic Press: 237-260.
23. Golley, Frank; McGinnis, John T.; Clements, Richard G. [y otros]. 1975. Mineral cycling in a tropical moist forest ecosystems. Athens, GA. University of Georgia Press. 245 p.
24. Golley, Frank; Odum, Howard T.; Wilson, Ronald F. 1962. The structure and metabolism of a Puerto Rico mangrove forest in May. Ecology. 43(1): 9-12.
25. Gregory, D.P. 1958. Rhizophoraceae. En: Woodson, Robert E.; Schery, Robert W., ed. Flora de Panamá. Annals of the Missouri Botanical Garden. 45: 136-142.
26. Halle, F.; Oldeman, R.A.A.; Tomlinson, P.B. 1978. Tropical trees and forests: an architectural analysis. New York: Springer-Verlag. 441 p.
27. Hesse, P.R. 1961. Some differences between the soils of *Rhizophora* and *Avicennia* mangrove swamp in Sierra Leone. Plant and Soil. 14: 335-461.
28. Hou, D. 1960. A review of the genus *Rhizophora*. Blumea. 10: 625-634.
29. Huberman, M.A. 1959. Silviculture of the mangrove. Unasylva. 14(4): 188-195.
30. Jordan, H.D. 1963. Development of mangrove swamp areas in Sierra Leone. L'agronomie tropicale. 18: 798-799.
31. Juncosa, Adrián M. 1982. Developmental morphology of the embryo and seedling of *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae). American Journal of Botany. 69(10): 1599-1611.
32. Karstedt, P.; Liese, W. 1973. Protection of mangrove wood with water-borne preservatives. Holz als Roh-und Werkstoff. 31(2): 73-76.
33. Lewis, Roy R. 1981. Economics and feasibility of mangrove restoration. En: Proceedings. Washington, DC: U.S. Department of Interior: 88-94.
34. Longman, K.A.; Jenik, J. 1974. Tropical forest and its environment. London: Longman Group Limited. 196 p.
35. Lugo, Ariel E. 1981. The inland mangroves of Inagua. Journal of Natural History. 5: 845-852.
36. Lugo, Ariel E.; Evink, Gary; Brinson, Mark M. [y otros]. 1975. Diurnal rates of photosynthesis, respiration, and transpiration in mangrove forests of south Florida. En: Golly, Frank B.; Medina, Ernesto, ed. Tropical ecological systems. New York: Springer-Verlag. 335-350.
37. Lugo, Ariel E.; Snedaker, Samuel C. 1974. The ecology of mangroves. Annual Review of Ecology and Systematics. 5: 39-64.
38. Lugo, Ariel E.; Snedaker, Samuel C. 1975. Properties of a mangrove forest in southern Florida. En: Walsh, G.; Snedaker, S.; Teas, H., eds. Proceedings, International symposium on biology and management of mangroves. Gainesville: University of Florida: 170-212.
39. Lugo, Ariel E.; Twilley, Robert R.; Patterson-Zucca, Carol. 1980. The role of black mangrove forests in the productivity of coastal ecosystems in south Florida. Gainesville, FL: Center for Wetlands, University of Florida; final report to U.S. Environmental Protection Agency, Corvallis Environmental Research Laboratory, Corvallis, OR; contract R 806079010. 281 p.

40. Luna Lugo, Aníbal. 1976. Manejo de manglares en Venezuela. Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano. 50: 41-56.
41. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
42. Nicolas, P.M.; Bawagan, B.O. 1970. Production of high-alpha (dissolving) pulps from bakauanababae (*Rhizophora mucronata* Lam.). Phillipine Lumberman. 16: 40-46.
43. Noakes, D.S.P. 1955. Methods of increasing growth and obtaining natural regeneration of the mangrove type in Malaya. Malayan Forester. 18: 23-30.
44. Noakes, D.S.P. 1957. Mangrove. FAO Forest Studies. 13: 309-318.
45. Nuñez Meléndez, Esteban. 1982. Plantas medicinales de Puerto Rico. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 498 p.
46. Odum, William E. 1969. Pathways of energy flow in a south Florida estuary. Coral Gables, FL: University of Miami. Disertación doctoral.
47. Olexa, M.T.; Freeman, T. E. 1978. A gall disease of red mangrove caused by *Cylindrocarpon didymum*. Plant Disease Reporter. 62: 283-285.
48. Poli, C.R.; Snizek, F.N. 1980. La agricultura de manglares en la Universidad Federal de Santa Catarina. En: Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. Montevideo, Uruguay: Unesco, Oficina Regional de Ciencias y Tecnología para América Latina y el Caribe. [n.p.].
49. Pulver, Terry R. 1976. Transplant techniques for sapling mangrove trees, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, and *Avicennia germinans*, in Florida. Florida Marine Research Publications. 22: 1-14.
50. Rabinowitz, Deborah. 1977. Effects of a mangrove borer, *Poecilips rhizophorae* on propagules of *Rhizophora harrisonii* in Panama. Florida Entomologist. 60(2): 129-134.
51. Rabinowitz, Deborah. 1978. Dispersal properties of mangrove propagules. Biotropica. 10(1): 47-57.
52. Rabinowitz, Deborah. 1978. Mortality and initial propagule size in mangrove seedlings in Panama. Journal of Ecology. 66: 45-51.
53. Rehm, A.; Humm, H.J. 1973. *Sphaeroma terebrans*: a threat to the mangroves of southwestern Florida. Science. 182: 173-174.
54. Rehm, Andrew E. 1976. The effects of the woodboring isopod *Sphaeroma terebrans* on the mangrove communities of Florida. Environmental Conservation. 3(1): 47-57.
55. Ribí, Georg. 1981. Does the wood boring isopod *Sphaeroma terebrans* benefit red mangroves (*Rhizophora mangle*)? Bulletin of Marine Science. 31(4): 925-928.
56. Rosevear, D.R. 1947. Mangrove swamps. Farm and Forest. 8(1): 23-30.
57. Salvoza, F.M. 1936. *Rhizophora*. Natural Applied Science Bulletin of the University of Philippines. 5: 179-237.
58. Savage, Thomas. 1972. Florida mangroves as shoreline stabilizers. Florida Department of Natural Resources, Marine Research Laboratory Professional Papers. 19: 1-46.
59. Scholander, F.F.; Van Dam, L.; Scholander, S.I. 1955. Gas exchanges in the roots of mangroves. American Journal of Botany. 42(1): 92-98.
60. Slooten, H. van der. 1960. Resina de fenol-formaldehído para contra chapado obtenido del tanino de *Rhizophora mangle*. Boletín del Instituto Latinoamericano. 6: 34-39.
61. Sokoloff, B.T.; Redd, J.B.; Dutscher, R. 1950. Nutritive value of mangrove leaves (*Rhizophora mangle* L.) Quarterly Journal of the Academy of Science. 12(3): 191-194.
62. Southwell, C.R.; Bultman, J.D. 1971. Marine borer resistance of untreated woods over long periods of immersion in tropical waters. Biotropica. 3(1): 81-107.
63. Sugden, E.A.N.; Cube, H.G. von. 1978. Industrial uses of mangrove (*Rhizophora racemosa*). En: Proceedings, 8th world forestry congress. Forestry for industrial development. FID/0-9. [s.f.].
64. Sussex, I. 1975. Growth and metabolism of the embryo and attached seedling of the viviparous mangrove, *Rhizophora mangle* L. American Journal of Botany. 62: 948-953.
65. Tang, H.T.; Haron, H.A.H.; Cheah, E.K. 1981. Mangrove forests of peninsular Malaysia: a review of management and research objectives and priorities. Malayan Forester. 44(1): 77-86.
66. Thom, Bruce G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology. Tabasco, Mexico. Journal of Ecology. 55: 301-343.
67. Tomlinson, P.B.; Primack, R.B.; Bunt, J.S. 1979. Preliminary observations of floral biology in mangrove Rhizophoraceae. Biotropica. 11(4): 256-277.
68. Turner, R.E. 1977. Intertidal vegetation and commercial yields of penaeid shrimp. Transactions of the American Fisheries Society. 106: 411-416.
69. Walsh, Gerald E.; Barrett, Regina; Cook, Gary H.; Hollister, Terrence A. 1973. Effects of herbicides on seedlings of the red mangrove *Rhizophora mangle* L. BioScience. 23(6): 361-364.
70. Walsh, Gerald. 1974. Mangroves: a review. En: Reimold, Robert S.; Queen, William H., ed. Ecology of halophytes. New York: Academic Press, Inc. 605 p.
71. Walsh, Gerald E. 1977. Exploitation of mangle. En: Chapman, V.J., ed. Ecosystems of the world. Wet coastal ecosystems. Oxford: Elsevier Scientific Publishing Co.: 347-362. Vol. 1.
72. Walter, H. 1977. Climate. En: Chapman, V.J., ed. Ecosystems of the world. Wet coastal ecosystems. Oxford: Elsevier Scientific Publishing Co.: 61-67. Vol. 1.
73. Walton, A.B. 1936. The effect of thinning in mangrove forests. Malayan Forester. 5: 140-141.
74. Wanderley, M. das G.L.; Menezes, N.L. 1973. Floral anatomy of *Rhizophora mangle*. Boletín de Botánica 1. Instituto de Biociencias, Universidad de Sao Paulo: p. 1-10.
75. Watson, J.G. 1928. Mangrove forests of the Malay Peninsula. Malayan Forest Records. 6(24): 125-149.
76. West, Robert C. 1977. Tidal salt-marsh and mangal formations of middle and South America. En: Chapman, V.J., ed. Ecosystems of the world. Wet coastal ecosystems. Oxford: Elsevier Scientific Publishing Co.: 347-362. Vol. 1.
77. Woodruff, R.E. 1970. A mangrove borer, *Poecilips rhizophorae* Hopkins. Florida Department of Agriculture and Consumer Service, Division of Plant Industries Entomological Circular. 98: 1-2.

Roystonea borinquena O.F. Cook

Palma real de Puerto Rico

Palmae

Familia de las palmas

John K. Francis

Roystonea borinquena O.F. Cook, conocida comúnmente como la palma real de Puerto Rico (Puerto Rican royal palm), es nativa a Puerto Rico y St. Croix, Islas Vírgenes de los Estados Unidos. Es una palma de gran tamaño con un tronco liso y de mayor grosor en el medio (fig. 1). Debido a que tolera bien el ambiente urbano y posee una silueta elegante, la palma real de Puerto Rico se ha convertido en una planta ornamental importante en Puerto Rico y en las islas circundantes. La fruta que produce en abundancia es un importante alimento rico en grasas para muchas especies de aves.



Figura 1.—Una palma real de Puerto Rico, *Roystonea borinquena*, transplantada en un ambiente a la orilla de un camino.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La palma real de Puerto Rico es indígena a Puerto Rico, la isla de Vieques (Puerto Rico) y la isla de St. Croix en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos (11). Ha sido observada en el bosque natural perturbado cubriendo la montaña Sage en Tortola, Islas Vírgenes de Gran Bretaña, durante la década de 1940 y es posible que sea nativa a esa isla (5). Es cultivada y posiblemente se ha naturalizado en St. Thomas y St. John, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, y en las Islas Vírgenes de la Gran Bretaña (fig.2).

Clima

Las palmas reales de Puerto Rico se reproducen y sobreviven mejor en un clima húmedo. La reproducción natural ocurre por lo normal en áreas que tienen una precipitación anual de 1250 a 2500 mm; ocurre muy rara vez de manera natural fuera de esta área. Esta precipitación anual corresponde a las zonas de vida subtropical húmeda y subtropical muy húmeda (*sensu* Holdridge, 9). Durante la breve temporada seca (febrero y marzo), la precipitación disminuye a un nivel bajo los 80 mm mensuales. El área de distribución natural es cálida (temperatura promedio anual de aproximadamente 25 °C) y libre de heladas, con fluctuaciones mínimas de temperatura durante todo el año.

Suelos y Topografía

La palma real de Puerto Rico crece en la mayoría de los suelos húmedos y con buen drenaje dentro de su área de distribución natural. Puede también tolerar suelos pobremente drenados (14). La especie tolera hasta cierto punto las condiciones pobres en nutrientes y puede crecer razonablemente bien en relleno de construcción parcialmente compactado, pero algunos de los subsuelos expuestos por la

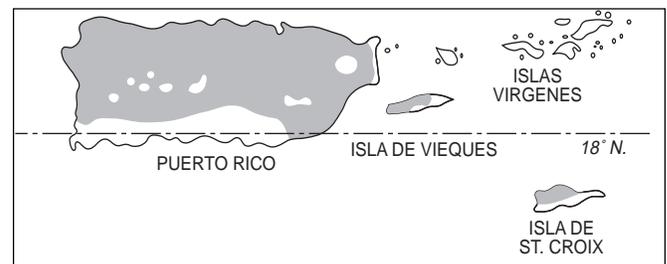


Figura 2.—El área de distribución natural al presente de la palma real de Puerto Rico, *Roystonea borinquena*, representada por el área sombreada.

erosión o la extracción de capas superficiales resultan en un crecimiento pobre. Los suelos de los órdenes Ultisoles, Alfisoles, Inceptisoles y Oxisoles son hábitats importantes. La piedra caliza y la roca ígnea erosionada son comunes como materiales de origen. La reproducción natural más agresiva en los bosques secundarios avanzados ocurre en cuevas y valles de colinas de piedra caliza húmedas; puede ser que las palmas reales de Puerto Rico hayan estado mayormente restringidas a este hábitat antes del comienzo de la corta de bosques a gran escala (8). Pueden también existir en rodales naturales en la periferia de suelos estacionalmente inundados con agua fresca. En las zonas más secas de su área de distribución, la especie crece a menudo en agrupaciones en entradas húmedas entre montañas, cerca de áreas de rezumación de agua y a lo largo de arroyos. La palma real de Puerto Rico crece en topografías de plana a escarpada, de cerca del nivel del mar hasta 600 m o más de elevación.

Cobertura Forestal Asociada

Un sitio anteriormente cultivado ocupado por palmas reales de Puerto Rico también contuvo *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC., *Cupania americana* L., *Citharexylum fruticosum* L., *Mangifera indica* L., *Petitia domingensis* Jacq. y *Spatodea campanulata* Beauv. (observación personal del autor). Se reportaron palmas reales de Puerto Rico en una comunidad costera de suelo estacionalmente inundado dominada por *Pterocarpus officinalis* Jacq.; otras especies socias con una menor saturación fueron *Bucida buceras* L., *Clusia rosea* Jacq., *Inga fagifolia* (L.) Willd., *Callophyllum calaba* Jacq., *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Cecropia schreberiana* Miq., *Licaria parvifolia* (Lam.) Kostermans y *Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Chev. (1). Los sitios con palmas reales de Puerto Rico en la isla de Vieques, Puerto Rico, pueden contener *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Hura crepitans* L., *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Z. martinicense*, *Mangifera indica* y *Citharexylum fruticosum* (observación personal del autor).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las yemas florales se forman en la base de las hojas (a veces llamadas frondas) y se alargan bajo la vaina foliar. Envoltiendo la flor en desarrollo se encuentra una vaina en forma de bote (espata) de 0.9 a 1.5 m de largo que emerge cuando la hoja se desprende. El racimo de flores, una panícula, presenta muchas flores de ambos sexos. Las flores masculinas de cada árbol se abren y caen antes de la apertura de las flores femeninas del mismo árbol (11), asegurando así la polinización cruzada. Las frutas amarillo verduscas crecen a un tamaño de aproximadamente 13 mm de largo y 10 mm de diámetro y eventualmente maduran, adquiriendo una consistencia carnosa y tornándose de un color rojo pardo o morado pardo. Cook (8) y autores subsecuentes describieron las frutas maduras como amarillo pardas. Esta observación errónea ocurrió tal vez porque las frutas tienden a madurarse y caer una por una o son comidas por las aves, dejando el racimo del mismo color amarillo

verdusco. Noventa y nueve frutas recién caídas promediaron 0.88 ± 0.09 g por fruta (observación personal del autor). Aproximadamente un año entero transcurre entre la emergencia de la vaina floral y la maduración de la fruta.

Las palmas reales de Puerto Rico florecen a través de todo el año. La aparición de las flores y los frutos comienza a una edad de entre 7 y 14 años en los árboles vigorosos creciendo a campo abierto (observación personal del autor). Los árboles a campo abierto pero de bajo vigor probablemente nunca darán fruto. En los rodales forestales, las palmas reales de Puerto Rico intermedias y suprimidas no dan fruto, los árboles codominantes dan fruto a veces y los árboles dominantes dan fruto la mayor parte del tiempo.

Producción de Semillas y su Diseminación.—La producción de frutas y semillas en árboles individuales puede ser masiva. Potencialmente, la producción puede ser de un racimo floral por cada hoja o fronda. Un promedio de 12.0 hojas es producido anualmente por los árboles en ambientes urbanos en Puerto Rico (observación personal del autor). Por supuesto, no todas las hojas se ven acompañadas de flores y no todos los árboles producen flores. Una inspección de 100 árboles de tamaño suficiente como para producir fruta reveló que el 35 por ciento no tenía racimos frutales. El resto presentó un promedio de 3.2 ± 0.2 racimos con frutas por árbol. Tres panículas examinadas rindieron cada una de 6,000 a 12,000 frutas (observación personal del autor). Cada fruta contiene una semilla dura de 8 a 10 mm de largo y de cerca de 7 mm de diámetro. Una muestra de 100 semillas secadas al aire promedió 0.34 ± 0.001 g por semilla, o aproximadamente 3,000 semillas por kilogramo (observación personal del autor).

El pericarpio de la fruta es un alimento aceitoso y rico en energía de importancia para muchas especies de aves (13) que dispersan las semillas extensamente. Las semillas son también dispersadas por roedores, animales domésticos, la gravedad, el agua y la maquinaria.

Las semillas para la propagación se recolectan con facilidad en buenas cantidades recogiendo el suelo bajo árboles creciendo a campo abierto. Las semillas pueden ser almacenadas en contenedores sellados a temperatura ambiente por lo menos por un mes o dos. Se recomienda la refrigeración para el almacenado prolongado.

Desarrollo de las Plántulas.—La propagación a partir de las semillas es el método normal para la producción de plantas de palma real. La germinación hipogea comienza aproximadamente 14 días después de la siembra y puede continuar por un período de dos meses. Experimentos por el autor con turba, papel filtro y arena fina (no simultáneamente y con diferentes lotes de semillas) resultaron en germinaciones de 2, 28 y 80 por ciento respectivamente. El tratamiento de las semillas con agua hirviendo, mediante la escarificación mecánica y mediante el baño en soluciones de hormonas, no resultó en aumentos significativos en la germinación. En la ausencia de pruebas más completas, se recomienda la siembra en arena fina sin tratamiento previo alguno.

La radícula (raíz) emerge primero. El nuevo vástago (hoja cotiledónea) emerge aproximadamente 3 semanas después en semillas enterradas a una profundidad de 2 cm. Las plántulas de vivero deberán ser cultivadas bajo sol pleno (7). Las plántulas cultivadas en el vivero por el autor alcanzaron cerca de 30 cm de altura 6 meses después de la siembra,

cerca de 40 cm a los 8 meses y cerca de 90 cm a los 15 meses. Las palmas reales de Puerto Rico pueden ser cultivadas a una altura de 1.5 m o más sin dificultad alguna en contenedores de 4 litros. Las plántulas en contenedores pueden ser transplantadas cuando de cualquier tamaño pero necesitarán de una protección completa de la maleza y las malas hierbas hasta que hayan formado un tallo y se encuentren bien arriba de la competencia. Las plántulas silvestres ("wildings") se pueden transplantar con éxito, pero se necesita de un período de recuperación bajo sombra en contenedores antes de plantarlas en el exterior.

El autor desconoce la existencia de plantaciones forestales o de conservación de esta especie; sin embargo, muchos miles de palmas individuales han sido transplantadas como árboles ornamentales. A pesar de que las palmas reales de Puerto Rico son ahora cultivadas en viveros, el método estándar para adquirir y establecer árboles para el embellecimiento del paisaje es el de desenterrar árboles de buen tamaño en bosques o fincas con un tractor, transportarlos (sin ninguna protección en particular) a nuevos sitios, plantar los árboles e instalar puntales para sostenerlos derechos y regarlos con frecuencia hasta que se hayan formado nuevos sistemas de raíces. Sorprendentemente, la mortalidad resultante con este tratamiento aparentemente rudo es muy baja. Puede ser que la gran cantidad de agua almacenada en los gruesos troncos sustente los árboles transplantados hasta que puedan desarrollar nuevas raíces. Una mortalidad muy alta ocurre por lo común cuando los árboles jóvenes con sólo hojas basales o troncos muy cortos se mueven directamente a nuevos sitios. Un trasplante exitoso podría efectuarse mediante la excavación de las palmas pequeñas con el terrón, protegiéndolas contra la desecación durante el transporte, regándolas con frecuencia y cubriéndolas con una sombra artificial por varias semanas después del trasplante.

Reproducción Vegetativa.—No existen reportes de reproducción vegetativa artificial para esta especie.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—A medida que las palmas reales de Puerto Rico crecen más allá de la etapa de plántula desarrollan un bulbo basal y aumentan de altura con rapidez. Un total de cien árboles urbanos promediaron 12.4 ± 0.6 anillos de cicatrices foliares entre el primer y el segundo metro del tronco, medido a partir de la superficie (observación personal del autor). El número promedio de hojas desprendidas anualmente (aproximadamente 12) indicó que las palmas crecen un metro por año durante este período si las palmas jóvenes producen hojas a la misma tasa que las palmas un poco más viejas cuya producción de hojas se siguió. Los anillos de cicatrices foliares se volvieron mucho más estrechos de los 5 a los 9 metros en el tronco, en el punto en donde comenzó la producción de frutas. Coincidiendo aproximadamente con la aparición de las primeras frutas, se desarrolla un engrosamiento en la mitad del tronco. El crecimiento continúa lentamente hasta que el árbol finalmente se debilita y muere, tal vez de los 80 a los 110 años de edad.

Las palmas reales de Puerto Rico creciendo en campo abierto rara vez alcanzan los 20 m de altura, supuestamente porque la producción temprana de fruta disminuye la tasa de crecimiento en altura. El ejemplo más alto conocido por el

autor de esta especie mide 26.5 m de altura. El diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de los tallos de palmas reales de Puerto Rico depende aparentemente del vigor y varía entre 25 y 70 cm.

Los diámetros de copa de 33 palmas reales de Puerto Rico urbanas, medidos en cuatro direcciones hasta el borde efectivo de la copa, promediaron 3.5 m. El diámetro hasta el extremo de la copa sería de cerca de 4 m. El área basal teórica máxima de un rodal puro de palma real de Puerto Rico a espaciamiento regular, con las copas borde con borde y tallos con un diámetro promedio de 40 cm, es de 78.5 m^2 por ha. En la realidad, los rodales naturales contienen una proporción baja de palmas y contienen un área basal mucho menor. Nueve rodales de bosque húmedo secundario conteniendo grupos de palmas reales de Puerto Rico se muestrearon en parcelas de un radio de 10 m, cada parcela centrada en una agrupación de palmas. El área basal total de los rodales varió entre 33 y 46 m^2 por ha y el área basal de las palmas varió entre 9 y 31 m^2 por ha (observación personal del autor). Los árboles individuales dispersos son más típicos para esta especie. La palma real de Puerto Rico fue la octava especie más importante en función del área basal (aproximadamente el 1 por ciento del total) en un estudio de terrenos madereros de Puerto Rico (6).

Comportamiento Radical.—Una raíz pivotante delgada y rígida con raíces laterales a varias profundidades es producida por las plántulas nuevas. La raíz pivotante se ve eventualmente envuelta por una masa de raíces adventicias laterales que se desarrollan a partir de la base del tallo; estas raíces se extienden a gran distancia y entran profundamente en el suelo. Estas raíces permanecen delgadas y no dañan las aceras o las orillas de la calle, pero pueden penetrar las tuberías de desagüe (2).

Reacción a la Competencia.—La palma real de Puerto Rico posee una tolerancia intermedia a la sombra, pero una baja tolerancia a la competencia. En sitios adecuados, miles de semillas pueden germinar y producir plantas de una o dos hojas que se confunden fácilmente con las gramíneas. La mayoría de éstas cae víctima de la competencia con la vegetación del sotobosque. Ocasionalmente, bajo sombra de ligera a moderada o en claros, un individuo formará un tronco y penetrará el dosel eventualmente. Las probabilidades para la supervivencia se ven aumentadas significativamente bajo sombra y bajo sol si la vegetación a nivel de la superficie es controlada. Las condiciones favorables se satisfacen tan rara vez que no se forman rodales extensos, y los terrenos con agrupaciones de palmas reales de Puerto Rico son raros.

La densidad de plántulas naturales de palma real en una plantación de 6 años de edad de *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. fue de 0.05 plantas por metro cuadrado.¹ En un período de 15 meses, no hubo ninguna mortalidad entre las plántulas, las cuales variaron en altura entre 16 y 50 cm; el crecimiento en altura promedió sólo 9.9 cm por año durante ese período.

Una vez superada la etapa de plántula, las palmas reales de Puerto Rico son sensitivas a la competencia entre ellas mismas. Los individuos vigorosos en hileras únicas con poco espaciamiento suprimirán a los más débiles. Para

¹Comunicación personal con John Parrotta, investigador forestal con el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

plantaciones en hileras o grupos, se recomienda un espaciamiento de por lo menos 4 m.

La perturbación humana sin lugar a dudas ha extendido el área de distribución y aumentado la abundancia de esta especie (8). El proceso involucrado con casi toda seguridad incluye el pasar por alto las palmas reales durante la corta de rodales forestales, el plantado, la creación de un hábitat favorable para la reproducción y la protección de las nuevas plántulas. En ciertas áreas de bosques secundarios en Puerto Rico, las palmas reales de Puerto Rico existen solamente en sitios agrícolas abandonados. Las palmas reales de Puerto Rico sobreviven los huracanes con facilidad, lo que permite que esta especie de estatura relativamente corta alcance una posición dominante en el dosel y produzca semillas.

Agentes Dañinos.—A pesar de que el coleóptero (escarabajo) *Phyllophaga vandinei* Smyth ocasionalmente causa daño significativo al alimentarse del follaje (12), las palmas reales de Puerto Rico aparentemente no poseen enemigos serios entre los insectos. Las plántulas en pastizales se ven consumidas por los animales de pasto. La madera en uso (en la construcción, etc.) es muy susceptible al ataque por las termitas de la madera seca *Cryptotermes brevis* (Walker) (16). La dura cubierta exterior de la madera del tronco parece poseer cierta resistencia a la pudrición.

Como previamente mencionado, la palma real de Puerto Rico es uno de los árboles más resistentes al daño por el viento (tormentas). El Huracán Hugo, con ráfagas de hasta 145 km por hora en San Juan, Puerto Rico, quebró o volcó menos del 1 por ciento de las palmas. Sólo unas cuantas murieron a raíz de la defoliación de parcial a casi total (observación personal del autor).

USOS

La palma real de Puerto Rico se usa hoy en día principalmente como una planta ornamental. Su capacidad para crecer en un volumen limitado de suelo (como entre la acera y la orilla de la calle), su resistencia a la contaminación ambiental, la facilidad con que los individuos de gran tamaño se pueden transplantar y su silueta elegante la han convertido en uno de los árboles favoritos para el mejoramiento y embellecimiento de las calles y el paisaje en Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos. A pesar de que ya no es reconocida como tal, la palma real de Puerto Rico fue en el pasado (1902) elegida como el árbol oficial del Estado de Puerto Rico (3).

Las palmas reales de Puerto Rico son muy importantes para muchas especies de aves como una fuente alimenticia y como un lugar para el anidaje. Los animales domésticos, en particular los cerdos y los pollos, consumen las frutas. En el pasado las semillas se recolectaban y se molían para alimento para el ganado porcino (4). Las frutas y las semillas contienen altas cantidades de grasas y otros nutrientes (tabla 1). Durante etapas de escasez de forraje, los agricultores a veces cortan las palmas y alimentan el ganado con las hojas y el meollo suave del centro del tallo. La palma real de Puerto Rico también produce “corazón de palma” (palmito, las hojas y tallos tiernos en etapas de desarrollo tempranas), que la gente come ya sea en forma cruda o cocida. Además, las flores son una fuente importante de néctar para las abejas de miel (11).

Las tablas obtenidas al cortar la dura cubierta exterior de los troncos se usaban en el pasado para cubrir pisos y las paredes exteriores de viviendas. La dura porción exterior es de aproximadamente 30 mm de grosor en la base del árbol y se adelgaza más arriba a un grosor de entre 15 y 20 mm. Las flexibles vainas foliares (“pencas”) también fueron usadas para cubrir las paredes exteriores de viviendas. Tanto las vainas foliares extendidas como las hojas se usaron para techar viviendas y establos. Las hojas también se tejieron en los asientos y espaldares de sillas (11). Usualmente, las espatas caen después de abrirse con la concavidad hacia arriba, para después recolectar un litro o dos de agua llovida. Las espatas sirven como abrevaderos para las aves y otros animales pequeños, y como estanques para la reproducción de anfibios y mosquitos. Las espatas se usaron en el pasado como tazones y juguetes desechables para niños.

GENETICA

Existen de 10 a 12 especies del género *Roystonea* que se encuentran distribuidas desde La Florida y México hasta el norte de la América del Sur (10). La palma real de Puerto Rico está estrechamente emparentada con la palma real de Cuba, *R. regia* (Kunth) O.F. Cook y es difícil distinguirlas. Los miembros de este género tienen por lo normal $N = 18$ cromosomas (15). Aparentemente, la selección genética o la crianza de la palma real de Puerto Rico no es necesaria para el uso que se le da al presente.

Tabla 1.—Concentraciones de grasas y otros nutrientes en frutas y semillas secas de la palma real de Puerto Rico

Nutriente y componente	Concentración*	
	Fruta	Semilla
-----Porcentaje-----		
Grasas (lípidos)	44.38*	19.65
Acido cáprico	(0.00)	(0.46)
Acido caprílico	(0.00)	(0.74)
Acido láurico	(0.08)	(3.04)
Acido linoleico	(2.03)	(0.81)
Acido linolénico	(0.07)	(0.00)
Acido mirístico	(0.03)	(0.92)
Acido oleico	(10.35)	(2.60)
Acido palmítico	(4.16)	(0.74)
Acido palmitoleico	(0.10)	(0.00)
Acido esteárico	(0.75)	(0.25)
Almidón	6.48	10.98
Azúcares reductores	1.30	0.80
Azúcares no-reductores	0.23	1.59
Proteína (Nx6.25)	3.19	7.12
Ceniza	9.45	2.82
Ca	(1.38)	(0.15)
P	(0.09)	(0.18)
K	(1.81)	(0.47)
Mg	(0.31)	(0.09)
Fibra (por diferencia)	34.97	57.04
Total	100.00	100.00

*Información inédita recolectada por el autor. Los números en paréntesis son las concentraciones de ciertos componentes de los nutrientes listados inmediatamente arriba de ellos.

LITERATURA CITADA

1. Alvarez-Ruíz, Migdalia. 1982. A comparison of the structure and ecology of *Pterocarpus officinalis* Jacq. forested wetlands in Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico. 96 p. Tesis de M.S.
2. Anglero, José I. 1959. Información sobre árboles ornamentales y de sombra. Río Piedras, PR: Universidad de Puerto Rico, Servicio de Extensión Agrícola. [s.p.].
3. Bagué, Jaime. 1962. Presencia de los montes en nuestra historia: apuntes conjuntivos. Revista de Agricultura de Puerto Rico. 49(1): 4-77.
4. Barrett, O.W. 1925. The food plants of Puerto Rico. Journal of the Department of Agriculture of Puerto Rico. 9(2): 61-208.
5. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford, UK: Clarendon Press. 192 p.
6. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
7. Braun, August. 1988. El cultivo de las palmas. Caracas, Venezuela: August Braun y Tipografía Cervantes. 67 p.
8. Cook, O.F. 1901. A synopsis of the palms of Puerto Rico. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 28: 525-569.
9. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
10. Howard, Richard A. 1979. Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands. Monocotyledoneae. Jamaica Plain, MA: Harvard University, Arnold Arboretum. 586 p. Vol. 3.
11. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
12. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agriculture Experiment Station. 303 p.
13. Pérez-Rivera, Raul A. 1984. Aves que se alimentan de la palma real. Science-Ciencia. 11(4): 95-96.
14. Schubert, Thomas H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 91 p.
15. Uhl, Natalie W.; Dransfield, John. 1987. Genera palmarum. Lawrence, KS: L.H. Hortorium and International Palm Society. 610 p.
16. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.

***Samanea saman* (Jacq.) Merr.**

Samán, monkey-pod

**Leguminosae
Mimosoideae**

**Familia de las leguminosas
Subfamilia de los mimosas**

Roger G. Skolmen

Samanea saman (Jacq.) Merr., conocido como samán en español y como monkey-pod en inglés, es un árbol de rápido crecimiento que ha sido introducido en muchos países tropicales a nivel mundial desde su hábitat nativo en la América Central y el norte de la América del Sur. Aunque por lo general se le planta como un árbol de sombra y de ornamento, se ha naturalizado en muchos países y se considera como de gran valor como sombra para el ganado en los pastizales. Cuando crece a campo abierto, su fuste es corto y su copa esparcida, pero forma un tallo largo y relativamente recto cuando estrechamente espaciado. Su madera es muy estimada en algunos lugares para el tallado y los muebles.

El nombre común en inglés de uso más extenso es el de "raintree", o árbol de lluvia, debido a la creencia de que el árbol produce lluvia durante la noche. Las hojuelas se cierran durante la noche o cuando muy nublado, permitiendo que la lluvia pase con facilidad a través de la copa. Este rasgo puede contribuir al hecho, frecuentemente observado, de que la grama permanece verde bajo los árboles durante las sequías. Sin embargo, la sombra producida por la copa, la adición de nitrógeno al suelo a través de la descomposición de la hojarasca de este árbol leguminoso y, posiblemente, el excremento pegajoso de las cigarras en los árboles en conjunto contribuyen a este fenómeno. El nombre común en Hawaii, "monkey pod" o vaina de mono, se usa en este artículo como el nombre común en inglés debido a su derivación lógica del sinónimo científico del género, *Pithecellobium* (que significa arete de mono en griego). Además de "monkey-pod", "raintree" y samán, el cual es su nombre común a través de la América Latina, el árbol se conoce como mimosa en las Filipinas.

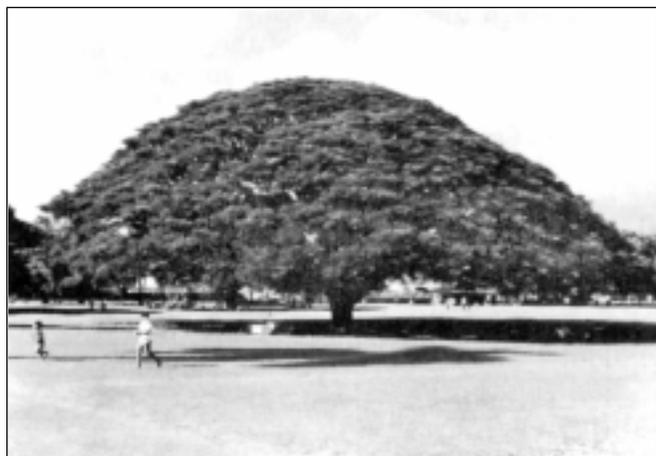


Figura 1.—Un árbol de samán, *Samanea saman*, sirviendo como sombra en los jardines de Moanalua, en Honolulu, mostrando una copa grande y redondeada, típica de los árboles de esta especie creciendo a campo abierto.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El samán es nativo al área desde la Península de Yucatán en México, a través de Guatemala hasta Perú, Bolivia y Brasil (4). Crece de manera natural entre las latitudes 5° S. y 11° N. (14). Se le cultiva a través de los trópicos como un árbol de sombra y se le ha encontrado en Myanmar (Burma), Sri-Lanka, la India, Jamaica, Nigeria, Sabah, Trinidad, Uganda y la isla de Zanzíbar (13). La especie se ha naturalizado en la mayoría de estos países a la vez que en las Filipinas y Fiji (8).

En los Estados Unidos y en sus posesiones, el samán crece en Hawaii, la Florida, Puerto Rico, las Islas Vírgenes, Guam y las Marianas del Norte. Se ha naturalizado en Hawaii, Puerto Rico y las Islas Vírgenes (4, 11). Se reporta que el árbol fue introducido a Hawaii en 1847, cuando Peter A. Brinsmade, un ejecutivo de visita en Europa, regresó a Hawaii supuestamente pasando por Panamá y con dos semillas, ambas de las cuales germinaron. Una de estas plántulas se sembró en el centro de Honolulu y la otra en Koloa, en la isla de Kauai. Estas plántulas son posiblemente los progenitores de todos los árboles de samán en Hawaii (1). Puede ser que el samán haya sido introducido a Puerto Rico y Guam durante el siglo XVI.

Clima

El samán crece en un amplio espectro de precipitación de 640 a 3810 mm. En los sitios muy húmedos (con una precipitación de 1270 mm o más), su crecimiento es a menudo rápido. Este crecimiento rápido es a veces contraproducente debido a que el árbol forma una densa masa de raíces entrelazadas en la superficie y a que la copa se vuelve muy pesada, con una subsecuente pérdida del balance del árbol (6). En Hawaii, el clima en las localidades en donde el árbol se ha naturalizado y se esparce con rapidez tiene una precipitación máxima invernal de entre 1140 y 2030 mm, con unas temperaturas de entre 10 a 30 °C. Estas condiciones climáticas se encuentran a unas elevaciones de entre 15 a 245 m en varios sitios en tres de las islas. En otras partes se reporta que el árbol crece a unas elevaciones de 0 a 700 m. Sin embargo, es muy intolerante a las heladas, a la vez que al rocío salino cuando se le cultiva cerca de la costa.

Suelos y Topografía

El samán muestra su mejor crecimiento en los suelos aluviales profundos con un buen drenaje y una reacción de neutral a ligeramente ácida. En Hawaii, la mayoría de las áreas a las cuales el samán se encuentra bien adaptado se usa para cultivos. Sin embargo, se ha naturalizado en Oxisoles e Inceptisoles con una pendiente de leve a escarpada

en ciertos sitios. En estos sitios es más común en las hondonadas en donde el suelo es más profundo y más húmedo que en las colinas y cimas adyacentes. Puede sin embargo plantarse y crecer bien en una gran variedad de suelos y puede soportar las inundaciones estacionales (16).

Cobertura Forestal Asociada

El samán se puede encontrar con frecuencia en los sitios antiguos de viviendas cerca de las corrientes de agua en los bosques de Hawaii, en donde se asocia usualmente con el mango (*Mangifera indica* L.), el ti (*Cordyline terminalis* (L.) Kunth.), la guayaba (*Psidium guajava* L.) y otras plantas domésticas que se han escapado. En los sitios en donde se ha naturalizado se asocia primariamente con las gramíneas, aunque ocasionalmente se le encuentra con árboles o arbustos tales como *Leucaena leucocephala* (Lam.) DeWit., *Eugenia cuminii* (L.) Druce y *Schinus terebinthifolius* Raddi.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—En Hawaii, el samán puede producir flores en cualquier parte del año, pero por lo usual florece de abril a agosto, con un máximo durante el mes de mayo. Las flores son perfectas y aparecen en umbelas. Las agrupaciones, con sus numerosos estambres de color rosado de 3.8 cm de largo, parecen brochas para maquillaje en la copa del árbol. Las flores son polinizadas por los insectos. Las vainas que contienen las semillas se desarrollan en un período de 6 a 8 meses y caen al suelo intactas, por lo usual entre diciembre y abril en Hawaii. Las vainas, de un color pardo oscuro y relativamente rectas, tienen por lo usual de 15 a 20 cm de largo y contienen de 5 a 20 semillas (4, 9).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas son unas habas de color pardo rojizo de aproximadamente 13 mm de largo que se desprenden de la vaina cuando éstas se abren en el suelo. A pesar de que las semillas tienen una testa dura y una vida larga, algunas de ellas germinan pronto después de humedecerse al contacto con el suelo, resultando en un breve período de reproducción prolífica, incluso bajo los árboles en prados y jardines. La mayoría o toda la reproducción muere o es destruida por los insectos, los roedores y las actividades de mantenimiento del césped. Las semillas se recolectan con facilidad recogiendo las vainas del suelo y secándolas bajo cubierta hasta que se abran. La dispersión natural tiene lugar a través de las aves, los roedores, monos, puercos y los animales rumiantes.

El número de semillas por kilogramo es de entre 4400 y 7000 (16). Se pueden almacenar secas a una temperatura de 0 a 3 °C en contenedores cerrados por un largo período de tiempo con una poca pérdida en su viabilidad. Las semillas se escarifican por lo usual; se colocan en agua a 100 °C y luego se dejan enfriar hasta el día siguiente. Las semillas escarificadas germinan entre 3 y 4 días después de la siembra.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea. Las plántulas se cultivan por lo usual a partir de semillas sembradas en contenedores. En Hawaii, las bolsas de polietileno son hoy en día el tipo de contenedor más comúnmente usado para este propósito. Las plántulas de samán se han cultivado también en semilleros y luego

plantadas con las raíces desnudas en Hawaii, pero no a gran escala. El estrés causado por las sequías severas resulta por lo usual en una alta mortalidad luego del plantado con las raíces desnudas. Las plántulas de vivero alcanzan un tamaño plantable en aproximadamente 4 meses (16).

Las plántulas crecen con rapidez si se les da mantenimiento, alcanzando de 2 a 3 m de altura en un período de 1 año después del plantado. Las plántulas silvestres o las plántulas plantadas pero no desyerbadas, se ven marcadamente inhibidas por la competencia y crecen con mucha mayor lentitud. Las plántulas y los árboles maduros son intolerantes a la sombra (16) y extremadamente susceptibles al daño por el rocío excesivo de herbicidas usados para el control de las malas hierbas.

Reproducción Vegetativa.—El samán se arraiga con facilidad. Las estacas de madera dura (afoliares), con un tamaño de 1 por 15 cm, hasta tallos y ramas de árboles maduros pueden ser arraigados en suelo húmedo sin el uso de rocío o sombra. En Honolulu es común el transplante de árboles de gran tamaño a los cuales se les han cortado casi todas las raíces y todas las ramas. Los árboles creciendo a unos espaciamientos estrechos en el bosque frecuentemente poseen tallos libres de ramas, de 4 a 5 m de alto y se transplantan a lotes de estacionamiento de automóviles y a parques como árboles de sombra “instantáneos”. A pesar de la facilidad con que se puede propagar de manera vegetativa, el samán casi siempre se propaga mediante semillas.

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Uno de los árboles de esta especie mejor conocidos se encuentra en Trinidad. A una edad de un poco más de 100 años, este árbol tenía un tronco de 244 cm en diámetro, con una altura (según reportes) de 44.8 m y una copa con un alcance de 57 m (4). La copa grande y redondeada de los árboles creciendo a campo abierto (fig. 1) provee de sombra a una amplia área. Los árboles enormes como estos son extremadamente difíciles de procesar para madera, de manera que se desean para estos propósitos los árboles más jóvenes y más pequeños, en particular aquellos que crecen en el bosque y poseen unos fustes largos.

El samán, a pesar de ser primariamente un árbol de sombra, tiene también un potencial como un árbol maderero. Después del primer año de plantado a espaciamientos estrechos en Samoa Occidental, el samán promedió 4 cm en d.a.p. y 4.4 m de alto (3). Sin embargo, debido a su copa de gran tamaño requiere de un espaciamiento amplio en las plantaciones. Un espaciamiento de 2.4 por 2.4 m resultó ser demasiado estrecho en Zanzíbar (13). En Hawaii, dos planteles con un espaciamiento de 3 por 3 m fracasaron, posiblemente a causa del espaciamiento, pero más probablemente debido a la falta de un cuidado adecuado. El desyerbado mensual alrededor de los árboles plantados mejoró grandemente el crecimiento en altura en las Filipinas, asegurando de esta manera la supervivencia (7). Otro plantel en Hawaii cubriendo aproximadamente 16 hectáreas a un espaciamiento de 6 por 6 m tuvo un éxito aceptable y produjo muchos árboles con unos tallos de 7 a 10 m de alto, relativamente rectos y libres de ramificaciones. Sin embargo, el crecimiento en este rodal, con una edad al presente de 85 años, no ha sido nunca medido o evaluado. Los árboles en este rodal tienen una altura de 18 a 21 m, un diámetro de 91 a 122 cm y tienen unas copas que son codominantes en el

estrato superior junto con *Eucalyptus*, *Ficus*, *Persea* y otros árboles introducidos que han invadido a través de los años.

La tasa de crecimiento depende de la precipitación. En las áreas secas en Hawaii, el crecimiento en el diámetro de los árboles creciendo a campo abierto es por lo usual de menos de 13 mm por año y la altura total rara vez excede los 12 m. En las áreas con una precipitación alta, el crecimiento en el diámetro excede por lo usual los 2.5 cm por año. Un tasa anual de crecimiento de 25 a 35 m³ por hectárea ha sido reportada, pero sin citar la fuente de la información (16). Esta tasa podría ser excesiva en vista del gran espaciamiento requerido por la especie.

Comportamiento Radical.—La profundidad de las raíces varía con la cantidad de precipitación (4, 6). En las áreas secas con menos de 1270 mm de precipitación anual, el samán se arraiga a una gran profundidad. En las áreas con una mayor precipitación, el sistema radical se desarrolla a nivel de la superficie o cerca de ésta y puede convertirse en un problema en los jardines o cerca de las calles pavimentadas.

Reacción a la Competencia.—El samán es intolerante a la sombra. Las hojas en las ramas sombreadas permanecen cerradas durante el día y contribuyen poco a la fotosíntesis. Las ramas sombreadas mueren y mejoran la forma de los árboles que se somborean unos a otros.

Agentes Dañinos.—El samán en la isla de Oahu, en Hawaii, se ve defoliado severamente cada año por tres especies de orugas: *Melipotis indomita*, *Ascalapha odorata* y *Polydesma umbricola*, atribuyéndose la mayor parte del daño a *M. indomita* (14). Los árboles recuperan sus hojas poco después de la defoliación, de manera que no se ven sometidos a un estrés por demasiado tiempo. Sin embargo, los árboles bajo estrés se ven a veces atacados por el barrenador del samán, *Xystrocera globosa*, el cual cava unas galerías de gran tamaño en la albura (12). En Puerto Rico, las hormigas (*Myrmelachista ramulorum*) taladran las ramitas, resultando en la defoliación y en la deformación de las hojas (15). Los defoliadores se pueden controlar con insecticidas aplicados a los troncos de los árboles (14). El árbol es muy susceptible al daño foliar causado por el rocío excesivo de herbicidas. Las hojas son también muy susceptibles al daño por el rocío cargado de sal proveniente de las tormentas marinas (conocidas como 'ehu kai en hawaiano).

USOS

Las vainas contienen una pulpa comestible dulce que provee de un alimento nutritivo a los animales. Pueden ser una fuente importante de alimento para las bestias rumiantes durante la temporada de frutas en las pastizales. Los niños también mastican las vainas, las cuales tienen un sabor anisado (4). El samán ha sido por mucho tiempo un favorito de los fisiólogos botánicos para el estudio de los movimientos foliares nictinásticos (10).

A pesar de que el árbol es comúnmente usado como un árbol de sombra en los lotes de estacionamiento, es indeseable para este propósito debido a las flores pegajosas, la goma y las vainas que caen de él durante gran parte del año.

La madera del samán ha sido reportada como dura y pesada (13) y difícil de trabajar (4, 5). En realidad, en Hawaii y en otras partes del Pacífico en donde ha sido usada de manera mucho más extensa que en su hábitat nativo, la

madera se considera como fácil de trabajar, particularmente debido a que el poco encogimiento durante el secado permite que sea trabajada cuando aún verde. Los artículos hechos con madera verde pueden ser secados sin ninguna degradación seria (11). En Hawaii, el samán ha sido la principal madera para artesanías tales como tazones tallados o torneados desde 1946. Sin embargo, a medida que el costo de la mano de obra aumentó, la industria se esparció a las Filipinas y Tailandia, países que proveen ahora la mayoría de los tazones de samán por los que Hawaii es famoso.

GENETICA

No se encontró información sobre la genética de este árbol. Es probable que la base genética en cada localidad en donde ha sido introducido sea muy estrecha. Por ejemplo, en Hawaii, toda la población puede ser la progenie de sólo dos semillas, aunque la facilidad con que las semillas de esta especie se pueden transportar desde las Filipinas, por ejemplo, en las bolsas de la ropa, hace que este escenario sea improbable. *Samanea saman* también se conoce en la literatura por los sinónimos *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. y *Calliandra saman* (Jacq.) Griseb (2).

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1938. Trees: reforestation, reserves, continue good work. Sales Builder [Honolulu]. 11(11): 2-22.
2. Kidd, T.J.; Taogaga, T. 1984. First year growth measurements of five potential woodfuel species in Western Samoa. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. Dept. of Agriculture and Forestry. Apia, Western Samoa. [s.p.].
3. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
4. Longwood, Franklin. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
5. Macmillan, H.F. 1952. Tropical planting and gardening, with special reference to Ceylon. London: Macmillan and Co. 560 p.
6. Maun, M.M. 1978. Effect of tending operation on the survival and growth of acacia (*Samanea saman*) (reforestation). Sylvatrop. 3(4): 249-250.
7. National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes—resources for the future. Report of the Ad Hoc Panel of the Advisory Committee on Technology Innovation. Washington, DC: National Academy of Sciences. 332 p.
8. Rock, Joseph F. 1920. Leguminous trees of Hawaii. Honolulu: Hawaiian Sugar Planters' Association Experiment Station. 234 p.
9. Satter, R.L.; Guggino, S.E.; Lonergan, T.A.; Galston, A.W. 1981. The effects of blue and far red light on rhythmic leaflet movements in *Samanea (saman)* and *Albizia (julibrissin)*. Plant Physiology. 67(5): 965-968.
10. Skolmen, Roger G. 1974. Woods of Hawaii...properties and uses of 16 commercial species. Gen. Tech. Rep. PSW-8. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 30 p.

11. Stein, John D. 1981. Comunicación personal. Berkeley, CA: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station.
12. Streets, H.F. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford: Clarendon Press. 765 p.
13. Tamashiro, M.; Mitchell, W.C. 1976. Control of three species of caterpillars that attack monkey-pod trees. Misc. Pub. 123. Honolulu, HI: University of Hawaii Agriculture Experiment Station. 4 p.
14. Wadsworth, F.H. 1981. Comunicación personal. Rio Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry.
15. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J.A. 1980. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Tropical Forestry Pap. 15. London: Commonwealth Forestry Institute, Overseas Development Association. 342 p.

Previamente publicado en inglés: Skolmen, Roger G. 1990. *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. Monkey-pod. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 507-510.

Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire

Araliaceae

Familia del ginseng

L.H. Liegel

Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire., conocido como yagrumo macho, es una especie pionera bien conocida a través de la América Tropical. En las esferas comerciales, el nombre común es morototo o “matchwood” (en inglés), debido a que la madera se usa para hacer varillas para fósforos en varios países. La madera, de peso liviano, se usa en sustitución de ciertos tipos de madera de balsa.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El yagrumo macho es la especie de más amplia distribución dentro del género *Schefflera*. Su distribución es extensa, aproximadamente desde la latitud 17° N. hasta la 25° S. y comprende los bosques húmedos y muy húmedos de las Indias Occidentales, desde Cuba hasta Trinidad y la América Tropical continental desde los estados de Oaxaca y Veracruz en México, a través de Colombia, Venezuela, las Guayanas, Brasil y Argentina (4, 12, 15, 23, 25, 26, 33). La especie fue introducida a Jamaica y ha sido plantada en el sur de la Florida. Es bastante común en Puerto Rico, creciendo en más de la mitad de las municipalidades y en 8 de los 13 bosques estatales, pero no es común en ninguna otra parte de su distribución. En Panamá se le reporta como más abundante en el lado pacífico que en el atlántico. Se sabe de mapas de distribución regional o local solamente para Colombia y Puerto Rico (13, 16, 28).

Clima

En Puerto Rico, el yagrumo macho crece en las zonas de vida subtropical húmeda, subtropical muy húmeda y subtropical pluvial (10). Las temperaturas anuales promedio en estas zonas de vida varían entre 24 y 26 °C, 22 y 24 °C y 22 y 23 °C, con una precipitación anual promedio de alrededor de 1500, 3000 y 4000 mm, respectivamente. En otras partes, el yagrumo macho crece en zonas de vida similares y la precipitación anual promedio puede exceder los 5000 mm en algunas partes de su distribución, tal como en Colombia (28).

Suelos y Topografía

El yagrumo macho no es demandante en cuanto a sus requisitos de suelo. Por lo tanto, crece bien en una variedad de suelos, especialmente aquellos que han sido abandonados después de haber sido usados para la agricultura. En Trinidad, se pueden encontrar rodales en las áreas planas con unas arenas profundas y blanquedas (Entisoles) y en áreas con ondulaciones leves con salientes arcillosas acídicas (Ultisoles e Inceptisoles) (2, 19). En Puerto Rico, la especie crece con mayor frecuencia en las arcillas ácidas ya sea profundas o superficiales (Ultisoles e Inceptisoles) en las

Yagrumo macho

montañas o en los suelos calcáreos (Molisoles) en los cerros “mogote” de piedra caliza.

A pesar de que el yagrumo macho crece en las áreas planas en Puerto Rico, en particular cerca de los arroyos, es más predominante en los terrenos elevados disectados (17), desde los 100 a los 900 m de elevación; las pendientes son por lo usual del 45 por ciento o más. En la parte occidental de Puerto Rico, crece casi al nivel del mar (21). Las elevaciones más altas reportadas para el yagrumo macho se encuentran en Colombia, en donde se le puede encontrar desde los 500 a los 1,700 m (28).

Cobertura Forestal Asociada

A través de su distribución el yagrumo macho es una especie común en los bosques secundarios, en claros naturales o hechos por el hombre en los bosques maduros o al margen de las carreteras y los bancos de los ríos. En el bosque subtropical muy húmedo de Puerto Rico se encuentra a menudo asociado con el yagrumo hembra (*Cecropia schreberiana*) y el guano o balsa (*Ochroma pyramidale*), las cuales son también especies de rápido crecimiento y sucesionales de hojas grandes y que poseen una fisonomía similar (10). En los claros causados por los árboles tumbados por el viento se encuentra también asociado con el tabonuco (*Dacryodes excelsa*), el componente maduro en los residuos naturales del bosque subtropical muy húmedo de Puerto Rico.

En el estado de Oaxaca, en México, el yagrumo macho crece con otras especies de matorrales como el pegoge (*Tabernaemontana arborea*), el mata ratón (*Gliricidia sepium*), *Vernonia patens*, *Acacia globulifera*, el camasey (*Miconia* spp.), *Belotia cambellii* y el cerezo (*Cordia glabra*) (32). Tres especies de madera dura asociadas y de importancia local en Trinidad son el gommier (*Protea insignis*), *Sterculia caribaea* y el serette (*Byrsonima spicata*) (2). En Venezuela, el yagrumo macho y el yagrumo hembra forman una zona de transición entre los rodales de guaba (*Inga* spp.) que crecen a lo largo de los ríos y los rodales de bosque alto de *Parkia pendula* que ocurren más hacia adentro (34). En la región de Bajo Atrato de Colombia se encuentra asociada con *Simarouba* spp., *Jacaranda copaia* y *Schizolobium parahybum* (20, 22).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El yagrumo macho tiene flores perfectas y se reproduce en un ciclo anual. Cincuenta y ocho de los 96 árboles observados entre 1976 y 1977 en la Sierra de Luquillo y en la Estación Experimental Agrícola de Río Piedras en Puerto Rico florecieron principalmente de octubre hasta

el final de diciembre (21). Existió una florescencia significativamente menor durante otros meses. Los tamaños mínimos de los árboles productores de fruta fueron de 6.4 m de alto y 10.2 cm en d.a.p. En Trinidad las flores han sido observadas más que nada durante octubre, pero también en abril y septiembre (19). No existe información disponible sobre la florescencia en otros países, pero tomando en cuenta la extensa distribución del yagrumo macho, se puede esperar una gran variación latitudinal en la producción de flores y fruto. Las flores son numerosas y se encuentran agrupadas en racimos redondeados al final de las ramas, de 0.3 a 0.6 m de largo. Las flores, de cinco pétalos, con vellos grises y pardos, tienen alrededor de 5.0 mm de ancho, con pétalos blancos de aproximadamente 1.5 mm de largo y cinco estambres y dos estilos (16, 21).

Los mecanismos para la polinización no han sido estudiados detalladamente. Las abejas de los géneros *Trigona* y *Mellipona* han sido observadas en las flores del yagrumo macho en Costa Rica. Puede ser que las hormigas del género *Crematogaster* juegan también un papel en la polinización.

Las frutas se desarrollan a partir de las flores en un período de 1 a 2 meses. Las frutas inmaduras son de un color verde oscuro o morado profundo. Son carnosas, de 4 a 6 mm de largo, de 7 a 10 mm de ancho y de alrededor de 2 mm de grueso. Las frutas por lo usual contienen dos y ocasionalmente tres semillas pardas, oblongas y planas, de aproximadamente 5 mm de largo. Las frutas maduras caen casi todos los meses en Puerto Rico, pero con un máximo en la producción de noviembre a junio (21). En Costa Rica, las frutas maduran en enero y caen de febrero a mayo.

Producción de Semillas y su Diseminación.—La producción de semillas para el yagrumo macho es un proceso casi continuo, tal como para otras especies sucesionales. Las semillas tienen una cubierta exterior dura e impermeable; pueden por lo tanto permanecer en la superficie del terreno por mucho tiempo, reteniendo su viabilidad para germinar cuando ocurra una apertura en el dosel. Cuando las semillas son recolectadas y transportadas lejos de las condiciones de campo, el número de semillas viable es considerablemente pequeño y la germinación extremadamente pobre. De más de 800 semillas individuales recolectadas en un sitio en Puerto Rico, solamente 5 fueron viables (21).

Los porcentajes de germinación más altos registrados fueron de 30 por ciento después de 70 días en Brasil y de 35 por ciento después de entre 40 y 90 días en Costa Rica. En Brasil, las semillas se bañaron por entre 9 y 10 horas en una sustancia química sin especificar, se cubrieron con una capa delgada de tierra y se protegieron del sol directo. Las semillas en Costa Rica fueron tratadas con una solución al 3 por ciento de hipoclorito de sodio (21). Después de unos períodos de germinación de 52 a 120 días, solamente 12 de 300 semillas germinaron en tres pruebas en Puerto Rico. Se usaron varios tratamientos de inmersión en ácido sulfúrico 9N. Unos viejos registros en Trinidad indican que el tratamiento con soluciones de hormonas vegetales desconocidas y orina humana ayudaron a la germinación.

Alrededor de 16 especies de aves se alimentan de las frutas o las semillas del yagrumo macho en Puerto Rico. Esto puede proporcionar una razón plausible para el fracaso en duplicar la buena germinación en el campo bajo condiciones de laboratorio o de vivero. Los estudios han mostrado que, después de que las semillas han sido ingeridas por las aves, se ven sujetas a la escarificación en la molleja y a un

tratamiento químico con los jugos gástricos en el estómago (20). A pesar de que los intentos de germinar semillas tomadas de las heces de las aves han fracasado en Puerto Rico, han sido exitosos en Costa Rica. Se ha propuesto también que algunas especies se alimentan solamente de la cubierta exterior de las semillas del yagrumo macho, mientras que otras se alimentan del endosperma. De esta manera, la etapa inactiva se podría ver interrumpida por la perforación o el rompimiento mecánico de la testa de la semilla. Se puede asumir, hasta que más evidencia sea recogida, que las aves juegan el papel primario en la germinación y la diseminación de las semillas del yagrumo macho. En Trinidad, los murciélagos actúan también como agentes de la dispersión (3).

La semilla del yagrumo macho es pesada y carece de alas. De las 341 frutas y 125 semillas individuales recolectadas debajo de un árbol en Puerto Rico, todas procedieron de un cuadrante alrededor de la base del árbol.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea. Son pocos los estudios que documentan el crecimiento de las plántulas del yagrumo macho ya sea en el campo o bajo condiciones de vivero. El crecimiento inicial es considerablemente rápido y mejor cuando las plántulas se ven expuestas al pleno sol. En Brasil, los incrementos anuales promedio (IAP) en el d.a.p. y la altura fueron de 3.0 cm y 1.7 m, respectivamente, para plantaciones de 2 años de edad (5). Una plantación de 7 años de edad tuvo unos incrementos anuales promedio en la altura y el d.a.p. de 1.7 m y 19 mm, respectivamente. Una plantación de 20 meses de edad en la región de Bajo Atrato en Colombia, con unos espaciamientos de 3 por 3 m, tuvo una muy buena forma y ramificación, con un ángulo en las ramas usualmente de más de 70°. La altura y el d.a.p. promediaron 8 m y 12 cm, respectivamente (20).

Un IAP de 5.6 mm en diámetro se registró en Puerto Rico para 20 individuos, en donde el d.a.p. inicial por encima de la corteza fue en su mayoría de entre 5 y 15 mm (tabla 1). El crecimiento fue un tanto irregular en cuanto a la posición en la clase de acuerdo a la copa, debido tal vez a la posición de copa y el hecho de que algunos árboles se vieron expuestos al sol pleno y otros no lo fueron. La mortalidad para los 20 individuos fue del 5 por ciento en 1 año y se atribuyó al efecto de las enredaderas (21).

Tabla 1.—Incremento anual promedio por clase de acuerdo al diámetro para el yagrumo macho, *Schefflera morototoni*, medido en un período de 7 meses en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico (21)

Clases del d.a.p.	Incremento anual promedio a la a.p.	Arboles muestreados
<i>cm</i>	<i>cm</i>	No.
	cuadrante de 10 por 10	
0.0 a 0.5	0.52	2
0.5 a 1.0	0.53	9
1.0 a 1.5	0.56	6
1.5 a 2.0	0.35	3
	cuadrante de 50 por 50	
0.0 a 2.5	0.86	5
2.5 a 5.0	1.30	10
5.0 a 7.5	2.46	18
7.5 a 10.0	1.40	2

Reproducción Vegetativa.—Las plántulas silvestres del yagrumo macho se transplantan con facilidad y la especie aparentemente se reproduce mediante rebrotes (19, 22). En Puerto Rico se observaron los rebrotes a partir de los tallos quebrados por el viento, pero no en los tallos afectados por los rayos (21). Se usaron esquejes en Brasil (5).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El yagrumo macho maduro puede alcanzar una altura de 30 m y un d.a.p. de hasta 36 cm (8, 29). Más comúnmente, tal como en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico (17), el árbol posee una altura y un diámetro medianos, de 15 a 17 m y de 20 a 22 cm,

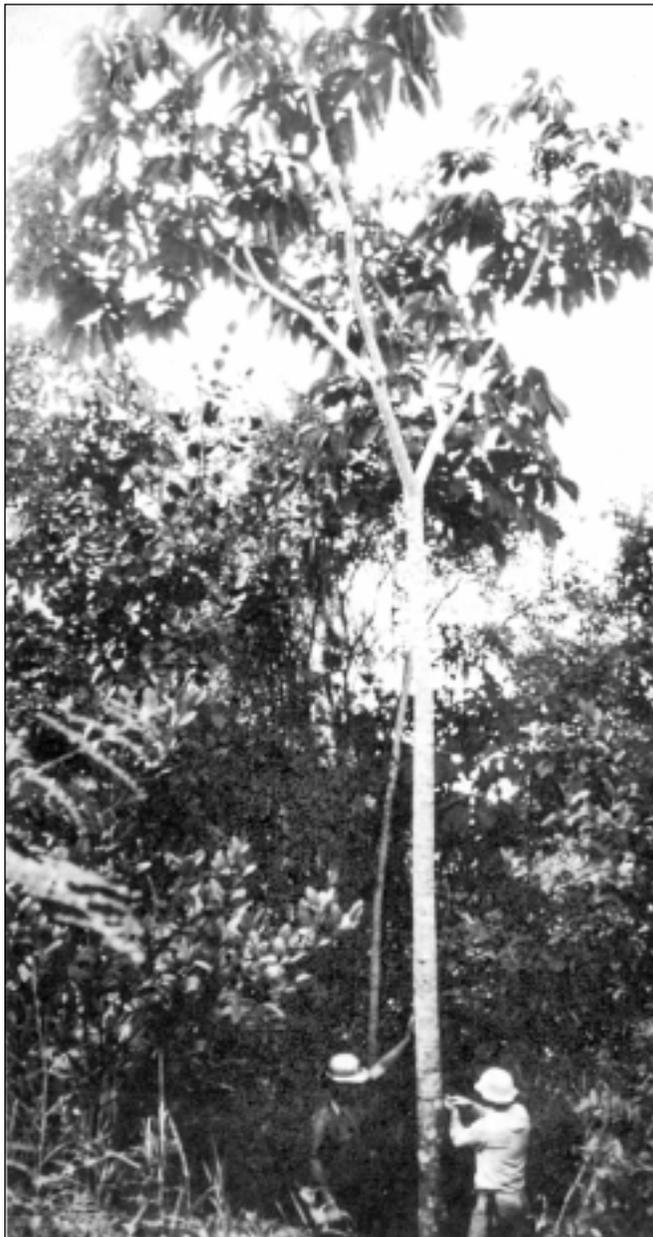


Figura 1.—Un árbol de yagrumo macho, *Schefflera morototoni*, regenerado de manera natural en la Sierra de Luquillo, PR. Obsérvese la buena poda natural y la copa umbeliforme.

respectivamente. El fuste es cilíndrico, hinchado en su base y posee una apariencia anillada. La poda natural en su mitad inferior es excelente (fig. 1). El yagrumo macho no se puede incluir en los cálculos de biomasa a partir de ecuaciones de regresión debido a su inusual copa umbeliforme (6). La corteza exterior es lisa y gris, mientras que la corteza interior tiene un sabor ligeramente amargo o picante (16). La edad máxima es de aproximadamente 35 a 50 años (21). Se reporta que las raíces son superficiales.

La información sobre el crecimiento y el rendimiento para los árboles maduros es escasa, ya que el yagrumo macho se cosecha para los mercados locales y rara vez se cultiva bajo condiciones de plantación intensivas. Existe información limitada sobre el crecimiento en el diámetro para rodales viejos en Puerto Rico. Unas mediciones del d.a.p. sobre un período de 10 años en bosques tabonuco maduros en la Sierra de Luquillo mostraron un IAP de entre 1.5 y 4.6 mm en tres sitios (tabla 2) (7). La tasa mayor se encontró en Sabana 4, en donde el yagrumo macho es un componente de los bosques tabonuco maduros. Al ser analizadas para los tres sitios, las diferencias en el crecimiento entre las clases de acuerdo a la copa no se correlacionaron de manera positiva con la mayor dominancia de copa. Las mediciones en el Bosque Estatal de Toro Negro entre 1951 y 1976 mostraron un IAP en el crecimiento para el yagrumo macho de 5 mm (31).

Las tasas de crecimiento en el d.a.p. anuales promedio observadas en Puerto Rico ni siquiera alcanzan los 10 mm a veces citados para las especies de árboles en el bosque pluvial en los trópicos. Estas tasas son también sorprendentemente bajas para una especie que se ha reportado como una especie sucesional de crecimiento rápido. Sin embargo, se deberá interpretar esta información con precaución debido al gran intervalo en el que se efectuaron las mediciones, lo cual podría cancelar el rápido crecimiento inicial que ocurre después de que se ha establecido una regeneración exitosa (tabla 1).

La información procedente de Puerto Rico para el yagrumo macho y el yagrumo hembra, también una especie sucesional, muestra que el crecimiento periódico en el diámetro para los árboles codominantes, intermedios y suprimidos es comparable. Esto sugiere que se requiere de una posición dominante para que tenga lugar un buen crecimiento en el diámetro. Finalmente, a pesar de que el crecimiento periódico en el d.a.p. para el yagrumo macho de mayor edad en Puerto Rico no se encontró relacionado a las clases de acuerdo al diámetro inicial, fue estadísticamente menor en las menores elevaciones, en donde fue de 1.9 mm por año, que en las mayores elevaciones, en donde fue de 3.7 mm por año (7).

Tabla 2.—Incremento anual promedio para el yagrumo macho, *Schefflera morototoni*, en la Sierra de Luquillo de Puerto Rico, entre 1957 y 1975 (9)

Función	Sabana 8	Río Grande	Sabana 4
Incremento anual promedio			
Diámetro (mm)	3.3	3.1	5.3
Area Basal (cm ²)	11.1	10.6	23.4
Arboles (número)	134	36	23
Elevación (m)	180 a 360	420 a 600	210 a 600
Precipitación (mm)	2290	3300	3560

Comportamiento Radical.—No existe información disponible.

Reacción a la Competencia.—El yagrumo macho se clasifica como intolerante a la sombra. Cuando se planta bajo sol pleno, exhibe su crecimiento y reproducción mejores y puede ser agresivo en competencia con otras especies. En un período de 2 a 6 años durante el cual se midió el d.a.p. en bosques tabonuco en Puerto Rico (1), el IAP para el yagrumo macho fue de 3 mm. Dos especies más tolerantes encontradas en la misma localidad, el palo de matos (*Ormosia krugii*) y el ausubo (*Manilkara bidentata*), promediaron 5.1 y 6.6 mm. Otros estudios en Puerto Rico indican que muchas especies que crecen en asociación con el yagrumo macho tienen unos incrementos periódicos en el diámetro mayores, probablemente debido a que son más tolerantes a la sombra (31).

Se han encontrado pocos sistemas silviculturales especiales para el yagrumo macho en la literatura. Alrededor de hace 30 años en Trinidad, se siguió un plan de acción basado en el “permitir que la naturaleza sane por sí sola” para la reforestación de los sitios degradados o pobres (3). El yagrumo macho fue una de las 18 especies madereras cuya regeneración natural tuvo lugar bajo un sistema de cubierta forestal alta (2). En Brasil existen plantaciones puras de yagrumo macho diseñadas para la producción de madera para palillos de fósforo (5, 27). Debido a que el yagrumo macho coloniza con rapidez las áreas abiertas y es intolerante, se necesita de algún tipo de tala selectiva para promover la regeneración adecuada a través de la germinación natural de las semillas. Después de la corta, el yagrumo macho es una de las primeras especies en establecerse. Deberá entonces ser una de las primeras en cortarse para uso comercial, dejando de manera selectiva las especies más valiosas para ser cosechadas más tarde en el ciclo de rotación establecido.

Agentes Dañinos.—Varios agentes causan la muerte de los brinzales o los árboles maduros. El más común es probablemente el viento, el cual puede quebrar las ramas o desarraigar el árbol entero. El daño por el viento es más agudo en los sitios muy húmedos y escarpados, en donde los suelos inestables saturados no son capaces de proveer de un anclaje apropiado para las raíces. En la Sierra de Luquillo, las enredaderas y las enredaderas estranguladoras, tales como *Clusia griesebachiana* e *Ipomea* spp., son comunes en los sitios más húmedos y han causado la quiebra de las ramas o la muerte de las plántulas de mayor tamaño o de los brinzales.

El yagrumo macho se ve aparentemente libre de enfermedades serias bajo las condiciones de vivero y de campo, pero varios insectos (Scarabidae y Pyraustidae) consumen ya sea el follaje o el material leñoso del árbol en Puerto Rico. Los árboles jóvenes mueren a veces debido al pastoreo por el ganado en las áreas rurales. La tala para los propósitos agrícolas y de otro tipo causa a menudo una mortalidad extensa.

USOS

El peso específico del yagrumo macho es de entre 0.35 y 0.60. Las propiedades mecánicas y físicas de la madera son un tanto mayores que las del álamo amarillo (*Liriodendron tulipifera*) (8, 14). El yagrumo macho se usa para la carpintería general y la construcción interior (18). Es también adecuada para cajas y jabas, triplex utilitario o láminas

interiores de paneles, palillos de fósforo y hasta para tableros de partículas y podría usarse para substituir los tipos de balsa más pesados (16). Los fustes tumbados son muy susceptibles a la descomposición y al ataque fungal si no se procesan de inmediato. La penetración y la absorción de los tratamientos químicos, ya sea en tanques abiertos o presurizados, son moderadas, pero se pueden mejorar de manera considerable mediante la incisión previa del material sin tratar. Los postes sin incisiones, bañados en frío por 5 días en una solución al 10 por ciento de pentaclorofenol* disuelto en aceite diesel, duraron entre 9 y 26 años en pruebas de campo en Puerto Rico. El tratamiento de doble difusión con varias sustancias químicas dió un resultado similar, pero el baño en frío con una solución de solamente 5 por ciento de pentaclorofenol disuelto en aceite diesel dió unos resultados marcadamente inferiores, con una vida de servicio de solamente 3 años aproximadamente (9).

Las hojas del yagrumo macho se usan en remedios caseros en algunos países (16). Entre los usos especiales de la madera en Guyana se encuentran la elaboración de tambores y la construcción de canoas (11). Brasil ha sometido a prueba el uso del yagrumo macho para la producción de etanol, junto con otras 24 especies de árboles (24). El rendimiento fue de 299 litros por tonelada de materia prima, acercándose al rendimiento máximo de 315 litros por tonelada registrados para *Protium* spp.

GENETICA

La literatura en existencia no muestra ninguna referencia a las investigaciones sobre la genética o los cruces en el yagrumo macho. Es de esperar una gran variación natural en los caracteres genéticos para el yagrumo macho, debido a su extensa distribución natural y al hecho de que crece en varias zonas de vida bajo variadas condiciones ambientales. Ya que también existen varias otras especies dentro del mismo género a través de la América Latina, puede ser que existan híbridos aún sin describir, o podrían ocurrir si las especies se concentran en un solo lugar bajo condiciones controladas de laboratorio o bajo condiciones de campo.

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1950. Tolerant species outgrow intolerants in virgin rain forest. Caribbean Forester. 11: 68-69.
2. Ayliffe, R.S. 1952. The natural regeneration of Trinidad forests. En: Proceedings, Sixth British Commonwealth Forestry Conference, Ottawa, ON. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]. [s.p.].
3. Beard, J.S. 1944-45. A silvicultural technique in Trinidad for the rehabilitation of degraded forest. Caribbean Forester. 6: 1-18.
4. Brooks, R.L. 1936. Forests and forestry in Trinidad and Tobago. En: Proceedings, Third British Empire Forestry Conference, South Africa. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]: [s.p.].

* El uso del pentaclorofenol está ahora prohibido por la Agencia para la Protección del Ambiente (EPA) de los Estados Unidos.

5. Buch, C.; Lima, J.H.M. 1973. Morototo no reforestamento do norte e nordeste brasileiro. En: Proceedings, Second Brazilian Forestry Conference. Curitiba, Brazil: 1973 Septiembre 17-21. [Lugar de su publicación desconocido]: [Editor desconocido]: [n.p.].
6. Crow, T.R. [s.f.]. Common regressions to estimate tree biomass in tropical stands. *Forest Science*. 24: 110-114.
7. Crow, T.R.; Weaver, P.L. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
8. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. *Agric. Handb.* 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 464 p.
9. Chudnoff, Martin; Goytía, E. 1972. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico, progress report. Res. Pap. ITF-12. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 28 p.
10. Ewel, J. J.; Whitmore, J. L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
11. Fanshawe, D.B. 1954. Forest products of British Guiana. Part 1. Principal timbers. *Forestry Bull.* 1, 2^a ed. Georgetown: British Guiana Forest Department. 106 p.
12. Fors, Alberto J. 1937. Las maderas cubanas. La Habana, Cuba: Imprenta y Papelería de Rambla, Bouza y Cal. 106 p.
13. Holdridge, L.R. 1970. Investigación y demostraciones forestales. 1968. Panamá. Manual dendrológico para 1000 especies arbóreas en la República de Panamá. PNUD/FAO Pub. FOR:SF/PAN 6. Informe Técnico 1. Roma: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 325 p.
14. Laboratorio de Tecnología de la Madera del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1968. Informe sobre un programa de ensayo de maderas realizado para el proyecto UNDP-192. Turrialba: Investigación y Desarrollo de Zonas Forestales Selectas de Costa Rica. 131 p.
15. Little, Elbert L., Jr., 1973. Arboles del noreste de Nicaragua. Documento de Trabajo 2A, FO:SF/NIC 9, No. 13. Roma: Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas, Instituto de Fomento Nacional y la Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación. 77 p.
16. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
17. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O. 1976. Trees of the Caribbean National Forest, Puerto Rico. Res. Pap. ITF-20. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 27 p.
18. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning, and related characteristics. *Agric. Handb.* 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
19. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
20. Melchior, G.H. 1981. Comunicación personal. Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzuchtung. Ahrensburg (Holstein), Federal Republic of Germany.
21. Nieves, Luis Oscar. 1979. Ecological life history study of *Didymopanax morototoni*. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico. 85 p. Tesis de M.S.
22. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
23. Record, Samuel J.; Kuylen, Henry. 1926. Trees of the lower Río Montagua Valley, Guatemala. *Tropical Woods*. 7: 10-29.
24. Reicher, Fanny; Odebrecht, Sieg; Correa, Joao Batista Chaves. 1978. Composicao em carboidratos de algumas especies do Amazonia. *Acta Amazonica*. 8: 471-475.
25. Roig, J.T. 1935. Catálogo de maderas cubanas. Bol. 52. La Habana, Cuba: Estación Experimental Agronómica Santiago de las Vegas, Secretaría de Agricultura y Comercio. 77 p.
26. Standley, P.C. 1932. Vernacular names of trees of the Tapajoz River, Brazil. *Tropical Woods*. 29: 6-13.
27. United Nations Development Programme. 1976. Forestry development and research. Brazil. A tree improvement programme for Amazonia. FAO Rep. FO:DP/BRA/71/545 Tech. Rep. 3. Rome: Food and Agriculture Organization. 42 p.
28. Venegas Tovar, Luis. 1978. Distribución de once especies forestales en Colombia. COL/74/005. PIF 11. Bogotá: Proyecto Investigaciones y Desarrollo Industrial Forestales. 74 p.
29. Vink, A.T. 1965. Surinam timbers. 3^d ed. Paramaribo, Surinam: Ministry of Development, Surinam Forest Service. 253 p.
30. Wadsworth, F.H. 1957. Seventeenth annual report, Tropical Forest Research Center. *Caribbean Forester*. 18: 1-11.
31. Weaver, Peter L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
32. Williams, Llewelyn. 1938. Forest trees of the Isthmus of Tehuantepec, Mexico. *Tropical Woods*. 53: 1-11.
33. Williams, Llewelyn. 1939. Maderas económicas de Venezuela. Bol. Téc. 2. Caracas, Venezuela: Ministerio de Agricultura y Cría. 97 p.
34. Williams, Llewelyn. 1940. Botanical exploration in the middle and lower Caura, Venezuela. *Tropical Woods*. 62: 1-20.

Previamente publicado en inglés: Liegel, L.H. 1990. *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne. & Planch. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. *Silvics of North America: 2. Hardwoods*. *Agric. Handb.* 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 288-293.

Senna siamea Irwin & Barnaby

Casia de Siam, yellow cassia

Leguminosae
Caesalpinioideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las casias

John A. Parrotta y John K. Francis

Senna siamea Irwin & Barnaby, casia de Siam, yellow cassia o minjri, es un árbol siempreverde de tamaño mediano, con una copa esparcida e irregular (fig. 1), presentando grandes agrupaciones florales de color amarillo encendido y vainas estrechas y largas, de un color oscuro, a través de todo el año. La casia de Siam se ha plantado extensamente en regiones de tropicales a templadas cálidas como un árbol ornamental, para la producción de maderos pequeños y leña, como un árbol de sombra en cafetales y plantaciones de cacao, y para la reforestación de tierras degradadas (35, 42, 45, 55).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La casia de Siam es indígena al Asia del Sudeste, entre las latitudes 1° y 20° N. (58, fig. 2), desde el sur de la India y Sri Lanka hasta Myanmar (Burma), Tailandia y Malasia. Ha sido introducida extensamente y se ha naturalizado en muchas de las áreas tropicales de Asia, Africa, el Caribe, América Central y en la América del Norte subtropical (15, 46, 55), volviéndose localmente abundante a la orilla de caminos y en tierras pobres y degradadas. Durante los primeros 25 años del presente siglo, la casia de Siam se encontraba entre las especies de plantación de uso más extenso en las regiones estacionalmente secas y semi-áridas de Africa, particularmente en Ghana, el oeste de Nigeria, Tanzania y Uganda (42).

En el Caribe, fue introducida a Jamaica antes de 1837 y fue plantada en Guadeloupe como sombra en cafetales y plantaciones de cacao (36). En otras partes de la región se le planta con propósitos ornamentales, como sombra, rompevientos, leña y maderos de pequeño tamaño (36). Es común a través de las Indias Occidentales y ocurre con menor



Figura 1.—Arboles de casia de Siam, *Senna siamea*, creciendo en Puerto Rico.

frecuencia en el sur de la Florida y desde Guatemala hasta el norte de la América del Sur.

Clima

La casia de Siam crece bien en climas tropicales de monzón o estacionales húmedos, sub-húmedos y semi-áridos. Los requisitos de precipitación anual promedio son de 500 y 1500 mm o más en áreas con una temporada seca con una duración de 4 a 8 meses (35, 58). El mejor crecimiento se reporta en áreas con más de 1000 mm de precipitación anual y una temporada seca de 4 a 5 meses (14). Se reporta que es resistente a las sequías y tolerante al rocío salino y a las heladas ligeras (55, 58). En áreas secas, el crecimiento es muy lento por lo general después de 2 años, a menos que las raíces tengan acceso a humedad en las regiones profundas del suelo (11, 42). Unas temperaturas anuales promedio de 21 a 28 °C son características en las áreas de distribución naturales y artificiales de la especie, con temperaturas máximas promedio de 23 a 35 °C durante los meses más calientes y temperaturas mínimas promedio de 13 a 24 °C durante los meses más fríos (58).

Suelos y Topografía

La casia de Siam crece bien en suelos de textura arenosa y mediana que son de ligeramente ácidos a alcalinos (30, 43, 58). Se requiere de suelos profundos, bien drenados y relativamente ricos para el mejor crecimiento (11, 35). La especie tolera suelos salinos y calcáreos, pero no los suelos anegados, suelos con un drenaje pobre y arenas con una fertilidad baja (11, 14, 18). Su tolerancia por sitios relativamente pobres ha llevado a su uso en el sur de Asia y

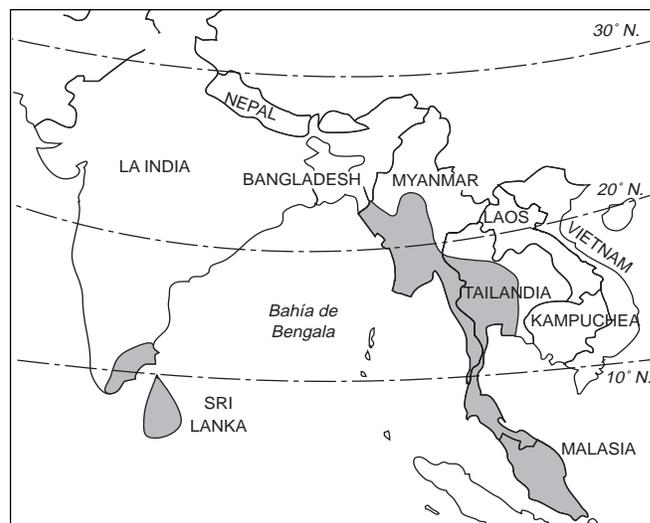


Figura 2.—Distribución natural de la casia de Siam, *Senna siamea*.

Africa en la reclamación de tierras degradadas, incluyendo a sitios lateríticos (4, 40). Sin embargo, en pruebas de reforestación efectuadas en Maharashtra (en la India) en un sitio caracterizado por Vertisoles degradados, el crecimiento y la supervivencia de la casia de Siam fueron relativamente pobres cuando comparados con los de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y *Azadirachta indica* A. Juss. (44). El árbol crece de manera natural a altitudes que varían entre el nivel del mar hasta 600 m, y ocasionalmente se le encuentra creciendo a 900 m (10, 35).

Cobertura Forestal Asociada

En su área de distribución natural, la casia de Siam es común en bosques del sur de la India, en bosques mixtos caducifolios y secos del oeste de Myanmar y en Sri Lanka, creciendo a elevaciones de hasta 600 m (17). En el oeste de Tailandia, es común encontrarla en bosques semi-siempreverdes en asociación con *Azalia xylocarpa* (Kurz) Craib, *Alangium salvifolium* Wang., *Cassia garrettiana* Craib, *Chukrasia velutina* Wight & Arn., *Dalbergia cultrata* Grah., *Dillenia* spp., *Dipterocarpus tuberculatus* Roxb., *Erythrophloeum teysmannii* (Kurz) Craib, *Garuga pinnata* Roxb., *Hopea odorata* Roxb., *Lagerstroemia flos-regina* Retz., *Michelia champaca* Linn., *Pterocarpus macrocarpus* Kurz, *Terminalia tomentosa* Bedd. y *Vitex pubescens* Vahl (61).

En algunas áreas en donde la casia de Siam ha sido introducida como una especie ornamental o de plantación se ha naturalizado, tal como en los llanos de Accra en Ghana (42). En Puerto Rico, rodales mixtos y regenerados de manera natural, compuestos de casia de Siam en asociación con especies como *Spatodea campanulata* Beauv., *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf., *Syzygium jambos* (L.) Alst., *Albizia procera* (Roxb.) Benth. (48), *Terminalia catappa* L., *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Casuarina equisetifolia* L., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer y *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire se pueden encontrar por lo común a elevaciones bajas en la vecindad de plantíos a la orilla de caminos.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—En su área de distribución natural, la casia de Siam florece entre junio y enero (7). Debido a la variedad de ambientes en los que crece en América Latina, la especie se puede encontrar floreciendo y dando fruto durante casi cualquier parte del año (36). Sin embargo, en cada área ambiental, especialmente en las más secas, la casia de Siam se ve sincronizada en su producción de flores y frutos. Numerosas flores de un color amarillo encendido aparecen en panículas axilares piramidales de gran tamaño, de 20 a 30 cm de largo y de 13 cm de ancho, al final de las ramitas (fig. 3), (36). Las flores individuales, que miden aproximadamente 3 cm de ancho, ocurren en cabillos delgados de 2 a 2.5 cm de largo. Las flores son casi regulares y están compuestas de cinco sépalos cóncavos, puntiagudos, de color amarillo-verdusco, cubiertos con vellos finos y de 8 mm de largo, y cinco pétalos amarillos, de cabillo corto, esparcidos, redondeados y de tamaño casi igual, de 15 a 20 mm de largo. Las flores tienen siete estambres de longitud variable; tres estamenos de menor tamaño y estériles, y un pistilo con

un ovario de una sola célula, de color verde pálido y finamente vellosa, y un estilo curvo (35).

Las frutas, por lo general producidas en abundancia desde una edad de 5 años, consisten de vainas aplastadas y delgadas, de un color pardo oscuro cuando maduras, de 5 a 25 cm de largo y de 12 a 20 mm de ancho. Una vaina puede contener hasta 25 semillas (35, 62).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas de la casia de Siam son pequeñas, aplastadas, en forma de frijol (de 8 mm de largo), brillantes y de un color pardo oscuro, con una testa delgada pero durable. Hay aproximadamente de 30,000 a 45,000 semillas en un kilogramo (30, 35). Las semillas son liberadas de las vainas dehiscentes cuando éstas se encuentran aún en el árbol (36). Las vainas maduras pero no abiertas se pueden recolectar de las ramas, para luego secarlas al aire y beldarlas para separar las semillas (59).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en la casia de Siam es epigea. Las semillas se pueden sembrar sin tratamiento previo, aunque se reporta que la escarificación por cualquiera de los métodos siguientes facilita una germinación más rápida y uniforme: baño en ácido sulfúrico concentrado por entre 5 y 10 minutos, baño en agua fría o tibia por 6 horas o inmersión en agua hirviendo seguida por enfriamiento (15, 21, 30, 57).

Por lo común, la germinación de las semillas es del 50 al 90 por ciento para semillas frescas, y por lo general ocurre entre 4 y 6 semanas después de la siembra (30, 58). Las semillas permanecen viables por varios años almacenadas bajo condiciones secas a temperatura ambiente (58).

La regeneración natural de la casia de Siam es por lo general buena bajo su propio dosel o en rodales mixtos,

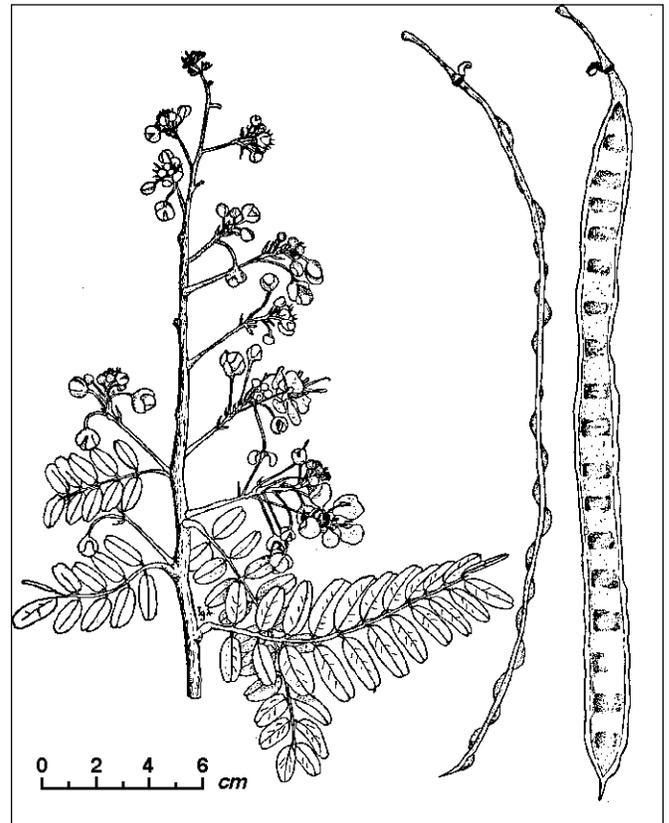


Figura 3.—Follaje, flores y fruto de la casia de Siam, *Senna siamea*, (tomado de 36).

siempre que haya suficiente luz en el estrato inferior. Sin embargo, la regeneración natural es por lo usual pobre en áreas con una cubierta herbosa densa.

Para la producción en el vivero las semillas se pueden sembrar directamente en contenedores para plántulas o en semilleros al aire libre, para luego transplantarlas a contenedores cuando las plántulas alcancen de 7 a 10 cm de alto (12). Las plántulas son muy sensitivas a la irrigación con agua salina (0.6-9.0 mmhos) durante los primeros 9 meses (41), aunque en la India se ha obtenido éxito en el cultivo de plantaciones usando agua salobre para la irrigación (14). Las plántulas por lo general alcanzan un tamaño plantable a los 6 meses y después (12). En Nepal, las plántulas en contenedores alcanzaron un tamaño plantable (altura promedio: 25 cm; diámetro promedio del collar radical: 2.6 mm) 12 semanas después de la siembra (60).

Las plantaciones se pueden establecer mediante la siembra directa, con plántulas en contenedores o con plántulas con la parte superior removida para dejar 10 cm de tallo y las raíces cortadas dejando 20 cm (12, 59). En localidades estacionalmente secas se recomienda que el plantado ocurra luego del comienzo de la temporada lluviosa. En partes de Africa y el sur de Asia, en donde la siembra directa se ha usado extensamente, la práctica recomendada es la de sembrar de tres a cinco semillas por cada punto labrado a una profundidad de 0.5 cm y a un espaciamiento inicial de 1.5 por 1.5 m (1, 16, 27, 55, 58). Las plantaciones establecidas por medio de la siembra directa por lo general se entresacan durante el segundo año para alcanzar una densidad de 1,500 a 3,000 tallos por hectárea (55). En regiones áridas o en sitios en donde las tasas de mortalidad posterior a la germinación son potencialmente altas, el uso de plántulas en contenedores se recomienda en vez de la siembra directa (33).

El crecimiento durante el primer año muestra una variación considerable de acuerdo al sitio. Por lo común se reportan unas alturas promedio para las plántulas de 0.5 a 3.0 m en plantaciones de 1 año de edad en la América Central, la República Dominicana y la India (9, 13, 30).

Reproducción Vegetativa.—Después de cortada, la casia de Siam rebrota bien por cuatro o cinco rotaciones, produciendo de dos a cinco vástagos por tocón (14, 47, 64). Se reportan unos rendimientos mayores cuando los árboles se cortan al final de la temporada seca (12). El árbol también produce raíces adventicias al ser dañado (58). Se reporta que la aplicación de reguladores de crecimiento tales como el ácido indolbutírico, el ácido naftalen-acético y el ácido indolacético mejoran la producción de raíces y la formación de tejido cicatrizal en las estacas (49). Se reporta que los cultivos histológicos usando tejido de las anteras producen tejido cicatrizal (19). El árbol se puede propagar por medio de estacas en el vivero, aunque la supervivencia tiende a ser baja después del trasplante al campo (30).

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento de la casia de Siam es rápido. Los árboles maduros se caracterizan por un tronco recto de hasta 30 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.), una corteza lisa y de color gris y una copa esparcida, irregular y redondeada con un follaje denso. La parte inferior de los troncos de árboles de mayor edad tienden a ser de aspecto aflautado. Las alturas promedio a la madurez

son de aproximadamente 18 m. Las hojas son alternas, pinadamente compuestas, de 23 a 33 cm de largo, con ejes delgados de color verde con matices rojizos. Cada pina está compuesta de 6 a 12 pares de hojuelas delgadas de 3 a 7 cm de largo y de 12 a 20 mm de ancho. Las hojuelas, con bordes lisos, son redondeadas en ambos extremos y con una pelusa diminuta en la punta, con superficies superiores de color verde brillante y casi sin vellos, y unas superficies inferiores de color verde-gris cubiertas con vellos finos (35).

Cuando las plantaciones se manejan para la producción de leña o rollizos, se establecen por lo común a espaciamientos que corresponden a una densidad de 1,000 a 3,000 tallos por hectárea (36, 55), aunque se han reportado unas densidades de plantación mayores (13, 31). Las plantaciones establecidas para la producción de leña se cosechan por lo usual en rotaciones de entre 5 y 10 años, dependiendo de las condiciones del sitio (26, 42).

La casia de Siam, plantada en una mezcla con la caoba dominicana (*Swietenia mahagoni* Jacq.) en el Bosque Experimental de Luquillo (Bosque Nacional del Caribe) en Puerto Rico en un sitio caracterizado por suelos de arcilla y una precipitación anual de 2250 mm, alcanzaron una altura promedio de 9.2 m a los 8 años.¹ Árboles plantados en cuevas cercanas, abiertas y llenas de hierbajos, promediaron entre 2.5 y 5.0 cm en d.a.p. y entre 4.6 y 6.2 m de altura entre los 2 y 3 años. En dos rodales de casia de Siam regenerados de manera natural en Puerto Rico, se registraron unas áreas basales de 55.0 y 23.7 m²/ha para rodales de 12 años de edad y de 25 a 30 años de edad, respectivamente. En el primer rodal, se registraron unos d.a.p. y alturas promedio de 19.5 cm y 20.0 m; en el segundo rodal, el d.a.p. promedio y la altura promedio fueron de 16.3 cm y 12.9 m. En la tabla 1 se presenta información sobre d.a.p. promedio y altura promedio para plantaciones selectas.

Se reportó un rendimiento de volumen de tallos de 19.5 m³/ha por año para un plantío a pequeña escala de 3 años de edad en un sitio en la zona de bosque tropical seco de Colombia, caracterizado por una precipitación anual promedio de 1200 mm, una elevación de 1,030 m y suelos agrícolas con un pH de 7.8 (43). Se reportaron unos rendimientos más pobres de menos de 2 m³/ha por año en Burkina Faso para plantaciones de 7 años de edad establecidas en un sitio que recibe entre 600 y 1000 mm de precipitación anual (54).

En una plantación establecida en Nigeria en un sitio caracterizado por margas arenosas y areniscas superficiales, una precipitación anual promedio de 1230 mm y unas temperaturas promedio máximas y mínimas de 31.4 y 21.4 °C, los rendimientos por rebrotes a la tercera rotación (cosechados 10 años después de la corta previa) se reportaron como de 85 toneladas por hectárea, de los cuales el 71 por ciento fue madera del tallo y el 22 por ciento ramas (47). Al oeste de Bengala (en la India), se reporta que los rendimientos de biomasa arriba de la superficie del terreno en pruebas de plantación para leña, de alta densidad (de 10,000 a 110,000 árboles por hectárea) y de 2.5 años de edad, variaron entre 17 y 32 toneladas por hectárea por año en peso secado al horno (31). Se reporta que los rendimientos promedio en pruebas similares, efectuados también en el oeste de Bengala, variaron entre 3 y 51 toneladas por hectárea a los 1.3 años

¹Información archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de Puerto Rico, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

(13). En otras partes en la India, los rendimientos totales de madera se reportaron como de 7.2, 30.1 y 63.7 toneladas por hectárea en peso secado al aire a los 1, 2 y 3 años de edad, respectivamente, en plantaciones establecidas a un espaciamiento de 1.4 por 2.7 m (38). Se han reportado tablas de peso usando el diámetro basal como una variable pronosticadora tanto para la biomasa total arriba de la superficie del terreno y la biomasa de madera total (26).

Comportamiento Radical.—La casia de Siam produce un sistema radical lateral extenso y superficial, y por lo usual produce una profunda raíz pivotante cuando las condiciones locales lo permiten (30). Al igual que la mayoría de los miembros del sub-género *Fistula* de la *Senna*, al cual pertenece, se reporta que la casia de Siam es un especie que no forma nódulos y por lo tanto no forma una asociación simbiótica con la bacteria fijadora de nitrógeno del género *Rhizobium* (2, 3, 34).

En rodales de plantación de 2 años de edad en Tanzania, caracterizados por un d.a.p. promedio de 6.5 cm, una altura promedio de 4.6 m y una densidad de 1,800 tallos por hectárea, la biomasa radical fina (raíces de <2mm de diámetro) hasta una profundidad de 100 cm se estimó como de 780 kg/ha en peso secado al horno (28). La abundancia de raíces finas fue mayor en los primeros 20 cm del perfil del suelo y declinó de manera gradual con la profundidad.

Se reporta que la biomasa radical comprende, como promedio, el 16 por ciento de la biomasa total en plantaciones de 1.3 años de edad en la India, establecidas a un espaciamiento fluctuando entre 0.3 por 0.3 m y 1 por 1 m (13). La biomasa radical lateral grande (>5 cm de diámetro) y la biomasa de la raíz pivotante se estimaron como de 35.8 y 15.2 toneladas por hectárea, respectivamente, en rodales de rebrotos de 10 años de edad en la tercera rotación, establecidos a un espaciamiento inicial de 1.8 por 1.8 m. La biomasa total arriba de la superficie del terreno en estos rodales se estimó en 83.2 toneladas por hectárea (47).

Reacción a la Competencia.—La casia de Siam es intolerante a la sombra y requiere del desyerbado durante los primeros 1 ó 2 años bajo condiciones de plantación (28, 55, 58). En suelos poco profundos, la especie sufre mucho de la competencia con gramíneas, en particular *Imperata* y *Digitaria* spp. (55).

A pesar de que la casia de Siam a menudo se planta en densidades de hasta 100,000 árboles por hectárea en plantaciones de biomasa (13, 16, 31, 38), el crecimiento de los árboles individuales se ve muy reducido bajo condiciones de alta densidad. Por lo tanto se recomienda que las plantaciones para la producción de leña y maderos pequeños se establezcan a densidades de entre 1,000 y 3,000 tallos por hectárea (36, 55). En la zona de bosques de sabana en Nige-

Tabla 1—Crecimiento de *Senna siamea* en plantaciones seleccionados

Localidad	Precipitación	Suelos	Espaciamiento arbóreo	Edad	Altura promedio	D.a.p promedio	Referencia
	<i>mm/año</i>			<i>Años</i>	<i>m</i>	<i>cm</i>	
América Central* (12 sitios)	600-800	Bien drenados	2 por 2 m	2 33.0	1.5-5.5 8.0	nd† nd	(9)
República Dominicana	740	Secos, compactos, pH 6.8	2 por 2 m	2	5.0-5.5	nd	(30)
	1400	Rocosos	2 por 2 m	2	5.0	nd	
	2000	Compactos	2 por 2 m	2	4.5	nd	
	1900	pH 5.9	2 por 2 m	2	3.8	nd	
	950-1000	Arcillas profundas, pH de 7.0 a 7.7	2 por 2 m	2	2.6-3.0	nd	
	1200-200	Superficiales, erosionados, infértiles, pH de 4.5 a 6.1	2 por 2 m	2	0.4-0.5	nd	
Colombia	1200	pH 7.8	3 por 3 m	3	7.5	9.0	(42)
Fiji	nd	Profundos, fértiles	nd	3	4.6-6.2	nd	
Tanzanía	870	Margas arenosas, pobres en nitrógeno y carbono orgánico	nd	2	4.6	6.5	(28)
Nigeria	nd	nd	1.8 por 1.8 m	10-12	15.0	10.0-12.0	(53)
Bengala Occidental, India	nd	nd	0.3 por 0.3 hasta 1 por 1	1.3	1.1-4.3	nd	(13)

*Sitios ubicados en zonas de vida sub-tropical seca, sub-tropical húmeda y tropical húmeda en Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua. No hubieron tendencias consistentes en la tasa de crecimiento entre los sitios.

† No disponible.

ria, el crecimiento después de 4 años en área basal plantada de la casia de Siam en un área totalmente talada cultivada dos veces al año fue mayor para rodales a una densidad de 120 árboles por hectárea que para aquellos a 240 árboles por hectárea (29), sugiriendo la existencia de una competencia radical considerable bajo condiciones limitantes de humedad.

Agentes Dañinos.—Se han reportado varias plagas de insectos alimentándose de las hojas, ramas y corteza de la casia de Siam en Puerto Rico, incluyendo a los homópteros *Asterolecanium pustulans* Cockerell y *Saisetia oleae* Olivier, el isóptero *Nasutitermes costalis* Holmgren y el lepidóptero *Megalopyge krugii* Dewitz (37). En Sri Lanka se ha reportado una defoliación extensa por la larva defoliante de *Eurema blanda* Boisduval (Pieridae) (5). Se ha reportado a *Catopsilla pomona* Fabricius como causando cierto daño en China (22). Se reporta que los árboles son por lo general resistentes al ataque por las termitas (16, 55), aunque se ha mencionado a *Macrotermes* sp. y *Odontotermes* sp. como causantes de daño en partes del Africa Occidental (51).

Un gran número de patógenos foliares ha sido reportado (20, 40), aunque pocos de ellos se conocen como causantes de un daño serio. *Cercospora cassiae-siameae* Chiddarwar y *Cochliobolus nodulosus* Luttrell han sido reportados como causantes de la mancha foliar en la India (40). *Oidium* sp., un añublo polvoso, se ha reportado en la casia de Siam en la India (40). *Corticium salmonicolor* Berk. & Br., la causa de la “enfermedad rosa”, ha sido reportado en Mauricio y Tanzania, y *Botrydiplodia theobromae* Pat. ha sido asociado con una necrosis de la corteza de la casia de Siam en Kenya, Uganda y Tanzania (20). *Nectria haematococca* Berk. & Br. y otras especies en este género han sido reportados como asociados con canchros y marchitamiento progresivo en Africa Occidental (20). Entre los patógenos radicales reportados como causando un daño serio a las plantaciones de casia de Siam se encuentran *Armillariella mellea* (Fr.) Karst. en Uganda (20); *Ganoderma lucidum* (Leyss.) Karst. en la India, Java y Taiwan (20, 40, 66); *Polyporus baudoni* Pat. en Ghana y Tanzania (20); y *Phellinus noxius* (Corner) G.H. Cunn. en Ghana (20). Se reporta que la casia de Siam es susceptible al marchitamiento vascular causado por *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (53).

Se han reportado varios hongos de la pudrición en la casia de Siam en Sierra Leone, incluyendo a *Flavodon flavus* (Kl.) Ryv., *Nothopanus hygrophanus* (Mont.) Singer, *Trametes cotonea* (Har. & Pat.) y *Trametes meyenii* (Kl.) Lloyd (20). Se reporta a *Phaeolus manihotis* Heim. como la causa de una seria pudrición radical en la casia de Siam en Ghana (46).

Entre las plantas parasíticas reportadas en *S. siamea* en la India y Sri Lanka se encuentran *Cuscuta reflexa* Roxb., *Dendrophthoe falcata* (L. f.) Ettingsh. y una especie de *Tapinanthus* (af. *T. globifer* (Rich.) v. Tiegh) (20).

Los árboles jóvenes son ocasionalmente sujetos al pastoreo por el ganado y los animales salvajes (35). Las ramas de los árboles maduros son a veces dañados por los vientos fuertes, y el comportamiento radical superficial lateral hace que el árbol sea susceptible a ser volcado por el viento (55).

USOS

La casia de Siam se cultiva extensamente como una ornamental y como un árbol de sombra para cultivos tales como café y cacao. Se ha cultivado también en sistemas

agroforestales en Nigeria y Tanzania como un cultivo en “callejones” con el maíz (28, 63) y para leña, interplantada con el mijo africano (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.), ricino (*Ricinus communis* L.) y algodón (*Gossypium* spp.) en la India y Africa Occidental (1). Se cultiva extensamente en hileras como setos y como rompevientos en regiones áridas (24, 25) y se usa en la India como huésped para el sándalo (*Santalum album* L.), un árbol parasítico (8, 14, 35). Es una especie útil en la reforestación de cerros desnudados y otros sitios degradados; se le ha usado con éxito en el norte de Nigeria para la reclamación de sitios de minas de estaño (42).

La albura es de color pardo claro o blanquecina y más bien gruesa. El duramen es de pardo oscuro a casi negro, con franjas oscuras y claras, duro, durable y pesado, con un peso específico de 0.6 a 0.8 g por cm³ (14, 17, 35). La madera se usa para postes, construcción, puntales en minas, muebles y artículos torneados (35). Se reporta que es susceptible al ataque de la termita de la madera seca en muchas localidades (35, 36).

La madera se puede usar como un combustible excelente, aunque produce mucho humo, con un valor calórico relativamente alto de 5.8 kcal/g (14). Se ha extraído tanino de la corteza (35). Se reporta que las pulpas preparadas con la casia de Siam son inadecuadas o marginalmente adecuadas para la producción de papel (23, 50, 65).

La casia de Siam en una fuente importante de miel en Venezuela (11). Las flores se usan a veces como un ingrediente en curri (7). El follaje y las frutas, a pesar de ser muy tóxicos para el ganado porcino (36) son, de acuerdo a reportes, una fuente adecuada de forraje para el ganado ovino y bovino (35).

GENETICA

Hasta hace poco la casia de Siam se conocía más que nada como *Cassia siamea* Lam. Otros sinónimos botánicos incluyen *C. florida* Vahl, *C. sumatrana* Roxb. ex Hornem., *C. gigantea* Bert. ex DC, *Chamaefistula gigantea* (Bert. ex DC.) G. Don, *Sciaccassia siamea* (Lam.) Britton y *Senna sumatrana* Roxb. (7, 32, 37, 56). La especie se confunde a veces con *Cassia surattensis* Burm. f., la cual tiene hojuelas más pequeñas y a veces obovoides y una glándula pedunculada en el raquis entre los dos juegos de hojuelas más basales (6). Entre las especies relacionadas que al presente están atrayendo atención como fuentes de combustible y maderos pequeños se encuentran *C. marginata* Roxb., cultivada extensamente en Haití, y *C. spectabilis* DC., una especie nativa a la América Central y al norte de la América del Sur (42). Ambas especies comparten con la casia de Siam las características de crecimiento rápido y rebrote vigoroso. El número de cromosomas haploide de la casia de Siam es de 14 (19, 52).

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1939. Forest research in India, 1937-38. Part II. Provincial report. Delhi, India: Manager of Publications. 170 p.
2. Allen, O.N.; Allen, E.K. 1981. The Leguminosae: a sourcebook of characteristics, uses, and nodulation. Madison, WI: University of Wisconsin Press. 812 p.
3. Athar, M.; Mahmood, A. 1980. A qualitative study of the nodulating ability of legumes of Pakistan. List 2. Tropical Agriculture. 57(4): 319-324.
4. Aubert, G. 1963. Soil with ferruginous or ferrallitic crusts of tropical regions. Soil Science. 95(4): 235-242.
5. Bandara, M.M.; Gunasena, H.P.; Ranasinghe, M.A. 1986. Insect attack on some introduced nitrogen fixing trees grown in Sri Lanka. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 4: 36-39.
6. Barrett, M.F. 1956. Common exotic trees of south Florida. Gainesville, FL: University of Florida. 414 p.
7. Benthall, A.P. 1933. The trees of Calcutta and its neighborhood. Calcutta, India: Thacker Spink & Co. 513 p.
8. Bhaskar, V.; Rao, N.S. 1983. *In situ* development of callus shoots in sandal (*Santalum album* L.). Indian Forester. 109(1): 45-46.
9. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para lena en áreas secas y húmedas de América Central. Tec. Ser. Rep. 79. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 691 p.
10. Corner, E.J.H. 1952. Wayside trees of Malaya. 2d ed. Singapore, Malaysia: Government Printing Office. 772 p.
11. Crane, E.; Walker, P.; Day, R. 1984. Directory of important world honey sources. London: International Bee Research Association. 384 p.
12. Chable, A.C. 1967. Reforestation in the Republic of Honduras, Central America. Ceiba. 13(2): 1-56.
13. Chakrabarti, K. 1984. Experiments on forest biomass and energy plantations in West Bengal—an appraisal. Indian Forester. 110(8): 820-840.
14. Chaturvedi, A.N. 1985. Firewood farming on degraded lands in the Gangetic Plain. Uttar Pradesh Forest Bulletin 50. Lucknow, India: Uttar Pradesh Forest Department. 52 p.
15. Chaudhuri, K.N. 1957. Afforestation technique for the laterite zone. West Bengal Forest Bull. 5. Calcutta, India: Government of West Bengal, Directorate of Forests. 61 p.
16. Food and Agriculture Organization. 1958. Choice of tree species. FAO Forestry Development Paper 13. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 305 p.
17. Gamble, J.S. 1922. A manual of Indian timbers. London: Sampson Low, Marston & Co. 866 p.
18. Garg, V.K.; Khanduja, S.D. 1979. Mineral composition and leaves of some forest trees grown on alkali soils. Indian Forester. 105(10): 741-745.
19. Gharyal, P.K.; Rashid, A.; Maheshwari, S.C. 1983. Androgenic response from cultured anthers of a leguminous tree, *Cassia siamea* Lam. Protoplasma. 118(1): 91-93.
20. Gibson, I.A.S. 1975. Diseases of forest trees widely planted as exotics in the Tropics and Southern Hemisphere. I. Important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae and Meliaceae. Oxford, England: Commonwealth Mycological Institute, Unit of Tropical Silviculture, Department of Forestry, University of Oxford. 51 p.
21. Granfulah, M.M.; El-Hadidy, N.A.H. 1987. The effect of various treatments on the germination of seeds of three ornamental plants. Dirasat. 14(11): 139-145.
22. Gu, M.B. 1983. Biology and control of *Catopsilia pomona* Fabricus. Acta Entomologica Sinica. 26(2): 172-176.
23. Guha, S.R.D., Singh, M.M.; Kumar, K. 1966. Production of mechanical pulps from *Sterculia alata* and *Cassia siamea*. Indian Forester. 92(8): 523-528.
24. Guiscafre, J. 1961. Conservation des sols et protection des cultures par bandes brise-vent Cantons Doukala, Tchatabali et Wina (Cameroun). [Conservación del suelo y protección de siembras mediante rompevientos en los distritos del norte de Camerún]. Bois et Forêts des Tropiques. 49: 17-29.
25. Gupta, J.P.; Rao, G.G.S.N.; Gupta, G.N.; Ramana Rao, B.V. 1983. Soil drying and wind erosion as affected by different types of shelterbelts planted in the desert region of western Rajasthan, India. Journal of Arid Environments. 6(1): 53-59.
26. Hawkins, T. 1987. Volume and weight tables for *Eucalyptus camaldulensis*, *Dalbergia sissoo*, *Acacia auriculiformis*, and *Cassia siamea* in the central bhabar terse of Nepal. Banko Janakari. 1(2): 21-28.
27. Howland, P.; Hosegood, P.H. 1965. Observations on new techniques for the direct sowing of exotic softwoods in East Africa. Commonwealth Forestry Review. 44(3): 222-231.
28. Jonsson, K.; Fidjeland, I.; Maghembe, J.A.; Hogberg, P. 1988. The vertical distribution of fine roots of five tree species and maize in Morogoro, Tanzania. Agroforestry Systems. 6(1): 63-69.
29. Kemp, R.H. 1963. Growth and regeneration of open savanna woodland in northern Nigeria. Commonwealth Forestry Review: 42(3): 200-206.
30. Knudson, D.M.; Chaney, W.R.; Reynoso, F.A. 1988. Fuelwood and charcoal research in the Dominican Republic—results of the wood fuel development project. West Lafayette, En: Purdue University, Department of Forestry and Natural Resources. 181 p.
31. Lahiri, A.K. 1986. Trials on intensive cultivation of fuelwood for maximum production. Indian Agriculture. 30(4): 281-285.
32. Larsen, K.; Larsen, S.S.; Vidal, J.E. 1980. Flore du Cambodge, Laos et du Viet-nam. Paris: Museum National d'Histoire Naturelle. 227 p. Vol. 18.
33. Letonzey, R. 1961. Technique d'afforestation en zone subaride au Cameroun. [Técnica de reforestación en la zona sub-árida del norte de Camerún]. Bois et Forêts des Tropiques. 77: 3-12.
34. Lim, G.; Ng, H.L. 1977. Root nodules of some tropical legumes in Singapore. Plant and Soil. 46(2): 312-327.
35. Little, E.L., Jr.; 1983. Common fuelwood crops: a handbook for their identification. Morgantown, WV: Communi-Tech Associates. 354 p.
36. Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.W. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
37. Martorell, L.F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Department of Entomology. 303 p.

38. Mathur, R.S.; Kimothi, M.M.; Gurumurti, K. 1984. Quest for improving the production and availability of forest biomass—a review. *Indian Forester*. 110(8): 695-725.
39. Misra, B.R. 1960. Creation of fuel-cum-fodder reserves in the plains of Chhattisgarh [Madhya Pradesh]. En: *Farm Forestry Symposium: Proceedings; 1958* [Fecha del Simposio desconocida]; New Delhi. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research: 160-168.
40. Mukerji, K.G.; Bhasin, J. 1986. *Plant diseases of India*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Co. 468 p.
41. Muthana, K.D.; Jain, B.L. 1984. Use of saline water for raising tree seedlings. *Indian Farming*. 34(2): 37-40.
42. National Academy of Sciences. 1983. *Firewood crops: shrub and tree species for energy production*. Washington, DC: National Academy of Sciences. 92 p. Vol. 2.
43. Newman, D. 1981. Crecimiento de las especies del arboretum de Pulpapel al finalizar el tercer aflo. Informe de Investigación 66. Cali, Colombia: Celulosa y Papel de Colombia, S.A., Investigación Forestal. 9 p.
44. Nimbkar, B.V.; Nimbkar, N.; Zende, N. 1986. Desertification of western Maharashtra: causes and possible solutions. I. Comparative growth of eight tree species. *Forest Ecology and Management*. 16(1-4): 243-251.
45. Nkaonja, R.S.W. 1985. Fuelwood and polewood research project for the rural population of Malawi. *Forestry Research Record* 62. Malawi: Forestry Research Institute. 83 p.
46. Ofusu-Asiedu, A. 1973. Root rot of *Eucalyptus citriodora* Hook. [Resumen]. En: 2a International Congress of Plant Pathology; 1973 September 6-12; Minneapolis, MN: University of Minnesota. St. Paul, MN: American Phytopathological Society, Inc.: [s.p.].
47. Ola-Adams, B.A. 1976. Dry matter production and nutrient content of a stand of coppiced *Cassia siamea* Lam. in Ibadan fuel plantation. *Nigerian Journal of Forestry*. 6(1,2): 63-66.
48. Parrotta, J.A. 1986. *Albizia procera* (Roxb.) Benth. Silvics of forest trees of the American Tropics. SO-ITF-SM-6. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.
49. Puri, S.; Nagpal, R. 1988. Effect of auxins on air layers of some agro-forestry species. *Indian Journal of Forestry*. 11(1): 28-32.
50. Razzaque, M.A.; Siddique, A.B.; Das, P. 1970. Pulping and paper making studies of minjri (*Cassia siamea*) wood. Pulp and Paper Series, Tech. Bull. 7. Chittagong, Bangladesh: Forest Research Institute. 26-31.
51. Sands, W.A. 1960. Observations on termites destructive to trees and crops [in West Africa]. En: 1956-1960 Report, Colonial Termite Research. London: Commonwealth Institute of Entomology: 14-66.
52. Sareen, T.S.; Pratap, R. 1975. Chromosome number in some species of *Cassia* Linn. *Indian Forester*. 101(2): 142-144.
53. Shetty, K.S.; Balasubramanya, R.H.; Gowda, T.K.S. [y otros]. 1974. Studies on the disease of *Cassia siamea* Lam. caused by *Fusarium*. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*. 8(3): 384-390.
54. Sieder, P. 1983. Grossflächenaufforstungen in Obervolta. [Reforestación a gran escala en el Alto Volta]. *Forstund Holzwirt*. 38(5): 112-120.
55. Streets, R.J. 1962. *Exotic forest trees in the British Commonwealth*. Oxford, England: Clarendon Press. 765 p.
56. Troup, R.S. 1921. *The silviculture of Indian trees*. Oxford, England: Clarendon Press. 1195 p. 3 vol.
57. Von Carlowitz, P.G. 1986. *Multipurpose tree and shrub seed directory*. Nairobi: International Council for Research in Agroforestry. 265 p.
58. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J. 1980. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. *Tropical Forestry Paper* 15. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford; London: Overseas Development Administration. 256 p.
59. Weber, F.R.; Stoney, C. 1986. *Reforestation in arid lands*. Arlington, VA: Volunteers in Technical Assistance. 335 p.
60. Westwood, S. 1987. The optimum growing period in the nursery for six important tree species in lowland Nepal. *Banko Janakari*. 1(1): 5-12.
61. Williams, L. 1965. *Vegetation of Southeast Asia. Studies of forest types 1963-65*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 302 p.
62. Worthington, T.B. 1959. *Ceylon trees*. Colombo: The Colombo Apothecaries Co. 429 p.
63. Yamoah, C.F.; Mulongoy, K.; Agboola, A.A. 1985. Decomposition and nitrogen contribution by prunings of selected legumes in alley cropping systems. En: Ssali, H.; Keya, S.O., eds. *Biological nitrogen fixation in Africa*. Nairobi, Kenya: Microbiological Resources Centres, University of Nairobi: 482-485.
64. Yantasath, K.; Supatanakul, W.; Ungvichian, I. [y otros]. 1985. Determination of biomass production of NFT using allometric regression equation. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 3: 51-53.
65. Yantasath, K.; Supatanakul, W.; Ungvichian, I. [y otros]. 1985. Pulping and papermaking characteristics of fast growing trees. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*. 3: 54-56.
66. Ying, S.L.; Chien, C.Y.; Davidson, R.W. 1976. Root rot of *Acacia confusa*. *Quarterly Journal of Chinese Forestry*. 9(1): 17-21.

Previamente publicado en inglés: Parrotta, John A.; Francis, John K. 1990. *Senna siamea* Irwin & Barnaby. Yellow cassia, minjri. SO-ITF-SM-33. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p.

Sloanea berteriana Choisy Motillo

Elaeocarpaceae Familia del eleocarpus

Peter L. Weaver

Sloanea berteriana Choisy, conocido como motillo en Puerto Rico, cacao cimarrón en la República Dominicana y petit coco o chataignier en Guadeloupe y la Martinica, es un árbol siempreverde que alcanza 30 m de alto y entre 60 y 90 cm en d.a.p. a la madurez. Unos contrafuertes en la base del tronco (fig. 1), especialmente en los especímenes grandes, ayudan en la identificación del motillo en el campo. Otra característica diagnóstica de utilidad es que el pecíolo de las hojas se encuentra ensanchado en ambos extremos (45). La madera del motillo es pesada y los usos principales de esta especie han sido para postes de cerca y para la construcción.



Figura 1.—Arbol de motillo, *Sloanea berteriana*, en un área drenaje de la Sierra de Luquillo en Puerto Rico. Observe los contrafuertes y las grandes hojas.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El motillo es endémico a las Islas del Caribe (fig. 2), creciendo de manera natural en la Isla de Española (2, 30, 37), en Puerto Rico (31) y en las Antillas Menores, desde St. Kitts (5), a través de Guadeloupe (22) y Dominica (5) hasta la Martinica (48). Sin embargo, unos estudios taxonómicos recientes indican que esta especie podría haber desaparecido de la Martinica (22).

El motillo es un componente común de los bosques montanos de la Sierra de Luquillo de Puerto Rico, a unas elevaciones de 150 a 600 m (50, 54, 55). Antes del año 1900 en Puerto Rico, esta especie fue también común en la Cordillera Central a elevaciones de 150 a 900 m (50). Sin embargo, gran parte de la Cordillera Central se encuentra hoy en día cubierta por un bosque secundario en donde el motillo es menos común (6, 7).

Clima

En Puerto Rico, el motillo crece en los bosques montanos húmedos a muy húmedos. La precipitación en estos tipos de bosque varía entre 1800 a 4000 mm por año, con unas temperaturas anuales promedio de 20 a 24 °C (10). La precipitación a través de la distribución natural de esta especie es similar a la de Puerto Rico, aunque en algunas áreas de Dominica (26) la precipitación excede los 5000 mm por año. Las áreas en donde el motillo es nativa se encuentran libres de heladas.

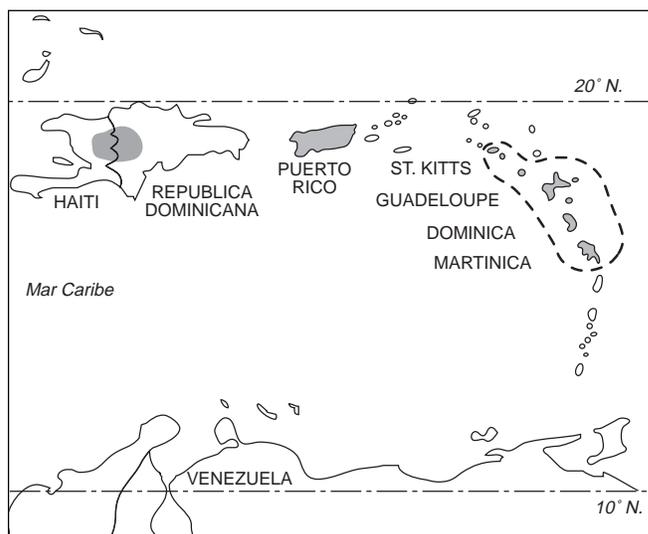


Figura 2.—Las áreas sombreadas representan la distribución natural del motillo, *Sloanea berteriana*, en el Caribe: Española, Puerto Rico y de St. Kitts hasta la Martinica.

Suelos y Topografía

El motillo en el bosque montano bajo pluvial de Dominica crece en suelos de arcilla roja densa, que en varias áreas se encuentran sobre unas capas duras impermeables (26). Estos suelos pobremente drenados son bajos en oxígeno.

En la Sierra de Luquillo de Puerto Rico, el motillo crece principalmente en suelos arcillosos ácidos, clasificados como Ultisoles e Inceptisoles. Esta especie se encuentra en todas las posiciones topográficas, pero es más común en las pendientes escarpadas, las pendientes bajas y las tierras bajas (15) o en las hondonadas húmedas (31). Los suelos en estas posiciones de pendiente baja están caracterizados por unos niveles más altos de magnesio (28). En la vertiente de Bisley de la Sierra de Luquillo, los árboles y brinzales de motillo son más comunes en las posiciones topográficas más bajas o en los valles (3).

Cobertura Forestal Asociada

El bosque más espléndido del Archipiélago del Caribe es el bosque pluvial designado como la asociación *Dacryodes-Sloanea* (48). *Dacryodes excelsa* Vahl, el componente principal de este bosque, se encuentra desde Puerto Rico hasta Grenada. El componente de *Sloanea* de esta asociación está compuesto de varias especies de árboles, incluyendo al motillo. La tabla 1 lista las especies de árboles más comúnmente asociadas con el motillo en los bosques caribeños.

En Puerto Rico, el motillo está en su mayor parte restringido al bosque montano bajo pluvial (*sensu* Beard; 5), el cual es el equivalente del bosque tabonuco (51) o aproximadamente el equivalente del bosque subtropical muy húmedo y subtropical pluvial (*sensu* Holdridge; 21, 27). Es mucho menos común en el bosque montano pluvial (*sensu* Beard; 5), el cual es el equivalente del bosque colorado (51) o

aproximadamente el equivalente del bosque montano bajo muy húmedo y montano bajo pluvial (*sensu* Holdridge; 27). El motillo existe también en las áreas más húmedas del bosque subtropical húmedo.

Los censos de todos los árboles ≥ 10.0 cm en d.a.p. durante la mitad de la década de 1940, mostraron que el motillo constituyó el 4.2 por ciento de todos los tallos en el bosque tabonuco, pero sólo el 0.6 por ciento de los tallos en el bosque colorado (51). De las 30 especies de árboles principales en el bosque tabonuco, el motillo ocupó el tercer lugar en la densidad de los tallos y el noveno tanto en la dominancia del área basal como el volumen (9). La mayoría de los tallos se encontraron en clases de acuerdo al d.a.p. de menos de 30 cm. En el bosque tabonuco de la vertiente de Bisley, el motillo promedió 25 toneladas por ha, o alrededor del 11 por ciento de la biomasa sobre el terreno (44).

En contraste, el motillo es poco común en los bosques secundarios de Puerto Rico. En el censo a través de toda la isla en 1980, que cubrió la mitad de Puerto Rico, el motillo constituyó 2,500 m³ del volumen maderero o solamente un 0.5 por ciento del volumen total muestreado (7). En un censo del bosque Toro Negro en 1983 en la Cordillera Central, el motillo, con solamente el 0.3 por ciento del área basal, constituyó una porción relativamente menor de la muestra mixta de rodales primarios y secundarios (6).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores del motillo aparecen en racimos sin ramificar de 5 cm o menos de largo, con varias flores emergiendo de pedúnculos finos y vellosos de alrededor

Tabla 1.—Especies de árboles con mayor frecuencia asociadas con el motillo, *Sloanea berteriana*, en varias localidades en bosques del Caribe

Pais	Localidad	Elevación	Precipitación	Principales especies asociadas	Referencia
		-Metros-	mm/año		
Dominica	Valle de Layou	275-425	~4000	<i>Dacryodes excelsa</i> <i>Sloanea truncata</i> <i>Sterculia caribaea</i>	(5)
	Sylvania	500	5000	<i>Amanoa caribaea</i> <i>D. excelsa</i> <i>Tapura antillana</i>	(26)
Puerto Rico	Bisley	300	3300	<i>D. excelsa</i> <i>Guarea guidonia</i> <i>Inga fagifolia</i> <i>Prestoea montana</i> *	(3)
	Sierra de Luquillo, Río Grande	180-600	2300 a	<i>Cecropia schreberiana</i> <i>D. excelsa</i>	(15)
	Sabana 4 Sabana 8		3500	<i>Ormosia krugii</i> <i>P. montana</i>	
	Sierra de Luquillo, bosque tabonuco	250-600	3000	<i>C. schreberiana</i> <i>D. excelsa</i> <i>Prestoea montana</i> * <i>Micropholis garciniaefolia</i>	(51)
St. Kitts	Wingfield Estate	275-450	~3000	<i>Aniba bracteata</i> <i>D. excelsa</i> <i>P. montana</i>	(5)

**Euterpe globosa* es el nombre anterior de *Prestoea montana*.

de 1.3 a 1.9 cm de largo (31). Cada flor contiene cuatro o cinco sépalos de color amarillo pálido, puntiagudos y vellosos y de 0.6 a 0.8 cm de largo. Los pétalos están ausentes. Los numerosos estambres vellosos, de 0.6 cm o menos de largo, se encuentran adheridos a un disco ancho. El pistilo veloso, de 0.6 cm de largo, consiste de un ovario de 4 células, un estilo, y cuatro estigmas (a veces de un ovario de 3 células y tres estigmas). La florescencia en Puerto Rico ocurre principalmente entre febrero y julio (20).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las cápsulas de semillas del motillo consisten de cuatro partes y son duras, con unas paredes de aproximadamente 0.5 cm de grueso. Las cápsulas contienen unas pocas semillas de redondas a elípticas, de aproximadamente 1.3 cm de largo (31). La caída de las frutas ocurre en todos los meses (31), con el máximo coincidiendo con la temporada de invierno entre noviembre y marzo (20, 38).

En unos estudios en Puerto Rico efectuados en la segunda mitad de la década de 1940, una muestra de 1,125 frutas verdes pesada poco después de la recolección tuvo un promedio de 110 frutas por kilogramo; las semillas, algunas de ellas con partes de la fruta todavía adheridas, promediaron 1,170 por kilogramo (34). El contenido de humedad de las frutas verdes representó el 42 por ciento del peso total de las frutas (34). La germinación para las semillas sembradas inmediatamente en el suelo fue de 17 por ciento (34). Las semillas almacenadas por 1 mes a 5 °C no germinaron, pero el 45 por ciento de aquellas almacenadas a 26 °C por 1 mes sí germinaron (34).

Unos estudios recientes en Puerto Rico usando una muestra de 80 frutas y semillas confirmaron los resultados anteriores: las frutas promediaron 9.04 ± 0.22 g en peso y las semillas promediaron 0.46 ± 0.01 g (Alberto Rodríguez, comunicación personal¹). Una prueba usando 250 semillas de motillo almacenadas por unos pocos días bajo condiciones ambientales tuvo una germinación del 52 por ciento, comenzando a los 5 días y terminando a los 9 días.

Desarrollo de las Plántulas.—Las plántulas de motillo son hipogeas, pero han sido clasificadas más específicamente

como fanerocotilares, es decir, caracterizadas por unas plántulas que escapan de la testa durante la germinación (18). El crecimiento inicial del motillo es lento. De las 116 semillas germinadas plantadas en bolsas plásticas, el 82 por ciento sobrevivió por 10 meses con una exposición al sol directo. Las 96 plántulas sobrevivientes crecieron a una altura promedio de tan solo 12.5 ± 0.2 cm. Los problemas con la irrigación, causados por la prolongada sequía de 1993-94 en Puerto Rico, probablemente tuvieron un impacto negativo sobre la supervivencia de las plántulas y su desarrollo. Además, el sombreado parcial de las plántulas o la inoculación de las raíces con micorrizas endotróficas, o ambas prácticas a la vez, podrían haber rendido unos resultados diferentes.

Reproducción Vegetativa.—No se ha observado la reproducción vegetativa del motillo en los bosques sin perturbar. Sin embargo, después del Huracán Hugo, unos nuevos tallos rebrotaron a lo largo de los troncos, inclinados o en pie, que habían perdido la mayor parte de sus copas. Se observó también el rebrote a lo largo de árboles tumbados.

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El árbol de motillo de mayor tamaño en Puerto Rico mide 2.4 m en d.a.p. y 26.0 m de alto y tiene una alcance de copa de 22.2 m (en los archivos del IIDT²). Sin embargo, en general, el motillo no alcanza un gran tamaño en Puerto Rico.

Las observaciones sobre el crecimiento arbóreo a partir de varias parcelas permanentes esparcidas a través del bosque tabonuco en la Sierra de Luquillo se encuentran disponibles. La mediciones comprendiendo de 18 a 30 años mostraron un crecimiento anual en el d.a.p. promedio de 0.30 a 0.69 cm por año para los árboles ≥ 10 cm en d.a.p. y de 0.09 a 0.18 cm por año para los árboles ≥ 4 cm en d.a.p. (tabla 2). Estas tasas de crecimiento son comparables a las de otras especies de árboles en el mismo tipo de bosque.

Comportamiento Radical.—Las plántulas de 15 cm de alto tienen unas raíces pivotantes que promedian

¹Alberto Rodríguez, técnico forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, P.O.Box 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

²Registro de árboles campeones de Puerto Rico, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, P.O.Box 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

Tabla 2.—Información comparativa sobre el crecimiento del motillo, *Sloanea berteriana*, en Puerto Rico

Parcela	Elevación	Arboles muestreados	Duración	Crecimiento en el d.a.p.	Referencia
	- - Metros - -	Número	Años	cm / año	
Río Grande	420-600	17	18	0.30 *	(16)
Sabana 4	210-600	41	18	0.48 †	(16)
Sabana 8	180-360	8	18	0.69 *	(16)
Cima tabonuco 1	400	17	30	0.09 ‡	(54)
Pendiente tabonuco 3	570	14	30	0.10 ‡	(54)
Tabonuco entresacado	450	3	30	0.18 §	(54)
Varias parcelas	400-600	30	5	0.48 ¶	(49)

* Arboles ≥ 10 cm en d.a.p., parcelas entresacadas.

† Arboles ≥ 10 cm en d.a.p., parcela sin perturbar.

‡ Arboles ≥ 4 en d.a.p., parcela sin perturbar.

§ Arboles ≥ 4 cm en d.a.p., parcela entresacada.

¶ Arboles codominantes e intermedios en varias parcelas dentro de la Sierra de Luquillo.

aproximadamente 20 cm de largo. Numerosas raíces laterales promediando entre 5 y 8 cm de largo emergen a lo largo de la raíz pivotante. Las raíces del motillo bajo condiciones naturales crecen en asociación con micorrizas endotróficas (19). Los injertos radicales entre árboles vivos y tocones viejos adyacentes, que en ese caso permanecen con vida, han sido observados en el Bosque Experimental de Luquillo (40).

Reacción a la Competencia.—El motillo está clasificado como una especie forestal primaria (46). Esta designación se derivó al comparar la supervivencia de las plántulas y los árboles del sotobosque en un bosque cerrado, el tamaño de las semillas, y el peso específico de la madera para las especies que alcanzan el dosel en el bosque tabonuco. La calificación compuesta del motillo, basada en la alta supervivencia de las plántulas y los árboles del sotobosque, sus semillas grandes y la madera densa de la especie, lo ubicó como tercero entre las especies más primarias de las 29 especies estudiadas, después de *Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze, la cual ocupó el primer lugar, y *Eugenia stahlia* (Kiaersk) Krug & Urban, la cual ocupó el segundo lugar (46).

La información a partir de cuatro parcelas permanentes en el bosque tabonuco podría proveer de una información valiosa para entender la reacción del motillo a la competencia (tabla 3). En 1946, 14 años después del Huracán de San Cipriano, el motillo constituyó el 6.0 por ciento de los tallos y el 2.7 por ciento del área basal en los cuatro rodales combinados. Para 1976, la proporción de los tallos y el área basal del motillo había disminuido a 4.7 y 2.2 por ciento, respectivamente. Alrededor del 54 por ciento de los tallos de motillo censados originalmente en 1946 estaban todavía vivos en 1976.

El motillo se regeneró bien después del huracán de 1932 (14), como lo revela el aumento subsecuente en el número de tallos pequeños. El crecimiento en d.a.p. del motillo en rodales entresacados medido por un espacio de 18 a 30 años fue un 48 por ciento mayor que aquel de las parcelas de control sin perturbar (54). Las condiciones inmediatamente después de los huracanes pueden ser excelentes para la germinación y crecimiento inicial del motillo. Además, con un espaciamiento adecuado, un aumento sostenido en el d.a.p. es también posible. Sin embargo, a medida que el bosque posterior al huracán se recupera, numerosos árboles pequeños mueren,

el área basal aumenta y el dosel forestal se cierra. Bajo estas condiciones, las proporciones de los tallos y el área basal del motillo disminuyen (tabla 3).

Existen datos ecológicos sobre el motillo a partir de numerosos estudios efectuados en la Sierra de Luquillo. El peso promedio de 814 hojas de motillo fue de 9.3 mg por cm² (40), lo que implica un peso foliar específico de 107.5 cm² por g. El número de estomas en la epidermis inferior de las hojas de motillo promedió 40,000 por centímetro cuadrado (13). Los números de estomas se encontraron alrededor de la media para las 30 especies de plantas medidas, árboles en su mayoría. Los tamaños de los estomas y los poros, sin embargo, tienden a ser un tanto menores que la media respectiva para las 30 especies.

Otros estudios muestran que la descomposición fungal de las hojas de motillo en un arroyo en el bosque pluvial fue aproximadamente un 20 por ciento más lenta que la de otras especies comunes en el dosel en el bosque tabonuco (42). En contraste, la desaparición de la hojarasca de motillo en el suelo forestal fue la más lenta de tres especies primarias sometidas a prueba, pero más rápida que la de tres especies secundarias (12). Otros estudios ecológicos del motillo proveen de información sobre la biomasa y el contenido de nutrientes para los varios componentes de la planta (23, 24, 41, 44), de estimados sobre el contenido de clorofila de las hojas (39), de varios parámetros metabólicos relacionados a la fotosíntesis y respiración de las plántulas (33), y de los valores para el carbono en las hojas, tallos y raíces de las plántulas (36).

Agentes Dañinos.—La madera del motillo es moderadamente resistente a la termita de la madera seca *Cryptotermes brevis* Walker (56), pero no es durable insertada en el suelo ni resistente a los teredos marinos (32).

Acanalonia agilis y *Nipaecoccus nipae*, unos insectos homópteros, fueron recolectados del follaje del motillo y podrían consumir las hojas de esta especie (35). Además, un patógeno sin identificar fue responsable por la muerte de porciones de copas de gran tamaño del motillo (Frank H. Wadsworth, comunicación personal³).

³Frank W. Wadsworth, investigador forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, P.O.Box 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

Tabla 3.—Información comparativa para el motillo, *Sloanea berteriana*, en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico*

Plot	Area basal				Número de tallos				Supervivencia de los tallos de motillo de 1946†
	1946		1976		1946		1976 †		
	Rodal	Motillo	Rodal	Motillo	Rodal	Motillo	Rodal	Motillo	
	-----m ² /ha-----				-----No./ha-----				Porcentaje
El Verde 3	20.6	1.67	25.0	1.67	1,728	285	1,410	119	32
Pendiente de Palmas 2	31.9	0.65	31.8	0.82	1,772	51	1,470	59	51
Cima tabonuco 1	43.7	1.00	51.1	0.31	1,778	82	1,188	52	51
Pendiente de tabonuco 3	41.6	0.36	43.5	0.53	2,359	43	2,032	53	81
Promedio	34.4	0.92	37.8	0.83	1,909	115	1,525	71	54

* Referencias: 14, 34.

† El grupo de datos de 1976 incluye el reclutamiento de nuevos tallos de motillo y otras especies entre 1946 y 1976. La información sobre la supervivencia se refiere solamente al porcentaje de tallos de motillo censados en las parcelas de 1946 que se encontraron sobreviviendo en 1976.

Los árboles de motillo en la Sierra de Luquillo que habían sido defoliados durante el Huracán de San Felipe en 1928 se refoliaron en un período de 6 meses (4). Después del Huracán Hugo en 1989, los árboles de motillo en El Verde, a sotavento de la tormenta en la Sierra de Luquillo, sufrieron de varios impactos, incluyendo la defoliación, la pérdida de ramas, la quiebra de troncos y los tallos desarraigados; algunos de los árboles perecieron (53).

USOS

El motillo tiene una madera muy dura, pesada, fuerte y de varios colores (32), con un peso específico de 0.8 g por cm³ (31, 40). El duramen puede ser de color grisáceo, amarillo pardo grisáceo, pardo amarillento o de un pardo rosáceo uniforme a pardo chocolate. El duramen es por lo usual fácil de distinguir de la albura amarillenta.

La madera del motillo se seca al aire moderadamente bien, con una cantidad moderada de degradación. Durante el secado ocurre una cantidad de leve a moderada de curvatura, cuarteadura superficial y encogimiento uniforme. Esta madera se trabaja moderadamente bien y rinde unas superficies de buenas a excelentes en todas las operaciones a máquina, pero acepta los tornillos y los clavos de manera pobre.

La madera de los árboles de motillo tiene una textura mediana, un lustre bajo y una fibra irregular y no es particularmente atractiva; como resultado de esto, la madera ha sido escasamente usada para muebles y ebanistería (31, 32). La madera del motillo se usa principalmente para traviesas de ferrocarril, la construcción, partes para botes, pisos con tráfico pesado, mangos de herramientas, partes de implementos agrícolas y pilotes en áreas libres de teredos (31, 32, 52). Los tratamientos preservativos en pentaclorofenol⁴ al 5 por ciento disuelto en aceite diesel, a la vez que un proceso de doble difusión que usa floruro de sodio seguido de sulfato de cobre, aumentaron en alrededor de 10 años la vida de servicio de los postes de cerca en Puerto Rico (17).

La cotorra de Puerto Rico, *Amazona vittata*, se alimenta de las semillas de motillo en el Bosque de Luquillo (47). En la República Dominicana y en Dominica, los especímenes de *Sloanea* (posiblemente de motillo) de gran tamaño, sirven como lugares para el anidaje de las cotorras (47). Sin embargo, en Puerto Rico el motillo rara vez crece a un tamaño lo suficientemente grande como para producir unas cavidades apropiadas para el anidaje.

GENETICA

Se ha reportado el volumen nuclear del motillo (29) y el contenido de ácido deoxirribonucleico en hojas al sol y sombreadas de esta especie en la Sierra de Luquillo (11). *Rheedia laterifolia* Bert. ex Choisy non L. se reporta como un sinónimo para el motillo (48).

Otra especie, *S. amygdalina* Griseb., que es rara en el Bosque de Maricao en el occidente de Puerto Rico, se reporta

también en Cuba y la Isla de Española (31). Además, varias otras especies de *Sloanea* crecen en el Archipiélago del Caribe desde Cuba y Jamaica a través de las Antillas Menores hasta Grenada (1, 2, 5, 8, 30, 43, 49). Muchas de estas especies se encuentran en gran parte restringidas al bosque montano bajo pluvial y rara vez se encuentran en otras comunidades. Stehle (44) sugirió que estas especies podrían ser unos remanentes de un endemismo conservativo en bosques pluviales insulares separados, o posiblemente unas especies sujetas al endemismo después de su segregación de las especies continentales. El género *Sloanea*, el segundo en tamaño en la familia Elaeocarpaceae, contiene aproximadamente 120 especies de árboles tropicales asiáticos y americanos (25).

LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Barker, Henry D.; Dardeau, William S. 1930. Flore d'Haiti. Port-Au-Prince, Haiti: La Direction du Service Technique du Departement de l'Agriculture et de l'Enseignement Professionnel. 455 p.
3. Basnet, Khadga. 1992. Effect of topography on the pattern of trees in the tabonuco (*Dacryodes excelsa*) dominated rain forest of Puerto Rico. *Biotropica*. 24(1): 31-42.
4. Bates, Charles Z. 1929. Efectos del huracán del 13 de septiembre de 1928 en distintos árboles. *Revista de Agricultura de Porto Rico*. 23: 113-117.
5. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
6. Birdsey, Richard A.; Jiménez, Diego. 1985. The forests of Toro Negro. Res. Pap. SO-222. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 29 p.
7. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Res. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
8. Bisse, Johannes. 1981. Árboles de Cuba. Habana, Cuba: Ministerio de Cultura, Editorial Científico-Técnica. 384 p.
9. Briscoe, C.B.; Wadsworth, F.H. 1970. Stand structure and yield in the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 79-89. Capítulo B-6.
10. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. *Climatography of the United States* 60-52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Administration, Environmental Data Service. 29 p.
11. Canoy, Michael J. 1970. Deoxyribonucleic acid in rain forest leaves. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 69-70. Capítulo G-6.
12. Caro, F. la; Rudd, R.L. 1985. Leaf litter disappearance rates in Puerto Rican montane rain forest. *Biotropica*. 17(4): 269-276.

⁴El uso de pentaclorofenol ha sido prohibido por la Agencia para la Protección del Ambiente de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency).

13. Cintrón, Gilberto. 1970. Variation in size and frequency of stomata with altitude in the Luquillo Mountains. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 133-135. Capítulo H-9.
14. Crow, T.R. 1980. A rainforest chronicle: a 30 year record of change in structure and composition at El Verde, Puerto Rico. *Biotropica*. 12(1): 42-55.
15. Crow, Thomas R.; Grigal, David F. 1979. A numerical analysis of arborescent communities in the rain forest of the Luquillo Mountains, Puerto Rico. *Vegetatio*. 40(3): 135-146.
16. Crow, Thomas R.; Weaver, Peter L. 1977. Tree growth in a tropical moist forest of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
17. Chudnoff, M.; Boone, R.S.; Goytía, E. 1969. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico. Res. Pap. 10. Río Piedras, Puerto Rico: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 30 p.
18. Duke, James A. 1970. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 239-274. Capítulo B-15.
19. Edmisten, Joe. 1970. Survey of mycorrhiza and nodules in El Verde forest. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 15-20. Capítulo F-2.
20. Estrada Pinto, Alejo. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 237-269. Capítulo D-14.
21. Ewel, John J.; Whitmore, Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
22. Fournet, Jacques. 1978. Flore illustree des phanerogames de Guadeloupe et de Martinique. Paris, France: Institut National de la Recherche Agronomique. 1654 p.
23. Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1985. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain forest. *Ecological Monographs*. 55(3): 315-369.
24. Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1991. Hurricane damage to a flood plain forest in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Biotropica*. 23 (4a): 324-335.
25. Heywood, V.H. 1978. Flowering plants of the world. New York: Mayflower Books, Inc. 336 p.
26. Hodge, W.H. 1954. Flora of Dominica, B.W.I.: Part 1. *Lloydia*. 17(1): 1-238.
27. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
28. Johnston, Mark H. 1992. Soil-vegetation relationships in a tabonuco forest community in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology*. 8: 253-263.
29. Koo, F.K.S.; Irizarry, Edith R. de. 1970. Nuclear volume and radiosensitivity of plant species at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 15-20. Capítulo G-1.
30. Liogier, Henri Alain. 1981. *Phytologia memoirs III. Antillan studies I, flora of Hispaniola: part 1, Celastrales, Rhamnales, Malvales, Thymedeales, Viciales*. Plainfield, NJ: Harold N. Moldenke and Alma L. Moldenke. 218 p.
31. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
32. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. *Agric. Handb.* 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
33. Lugo, Ariel. 1970. Photosynthetic studies on four species of rain forest seedlings. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 81-102. Capítulo I-7.
34. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 10: 11-30.
35. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Department of Entomology. 303 p.
36. Medina, E.; Sternberg, L.; Cuevas, E. 1991. Vertical stratification of delta 13C values in closed natural and plantation forests in the Luquillo Mountains, Puerto Rico. *Oecologia*. 86(3): 369-372.
37. Moscoso, R.M. 1943. *Catalogus florae Domingensis (Catálogo de la flora dominicana)*. Parte 1: Spermatophyta. New York: L & S Printing Company, Inc. 732 p.
38. Murphy, Peter G. 1970. Tree growth at El Verde and the effects of ionizing radiation. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 141-171. Capítulo D-4.
39. Odum, H.T.; Abbott, W.; Selander, R.K. [y otros]. 1970. Estimates of chlorophyll and biomass of the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 3-19. Capítulo I-1.
40. Odum, Howard T. 1970. Summary: an emerging view of the ecological system at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 191-289. Capítulo I-10.
41. Ovington, J.D.; Olson, J.S. 1970. Biomass and chemical content of El Verde lower montane rain forest plants. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 53-77. Capítulo H-2.
42. Padgett, D.E. 1976. Leaf decomposition by fungi in a tropical rainforest stream. *Biotropica*. 8(3): 166-178.
43. Sauget, J.S.; Liogier, H.A. 1953. Flora de Cuba. *Contribuciones Ocasionales* 13. Habana, Cuba: Museo de Historia Natural de "Colegio de la Salle." 502 p.
44. Scatena, F.N.; Silver, W.; Siccama, T.; Sánchez, M.J. 1993. Biomass and nutrient content of the Bisley experimental watersheds, Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico, before and after Hurricane Hugo, 1989. *Biotropica*. 5(1): 15-27.

45. Smith, Robert Ford. 1970. Preliminary illustrated leaf key to the woody plants of the Luquillo Mountains. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 275-290. Capítulo B-16.
46. Smith, Robert Ford. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican rain forest before and after short-term gamma radiation. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 103-140. Capítulo D-3.
47. Snyder, Noel F.R.; Wiley, James W.; Kepler, Cameron B. 1987. The parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican Parrot. Los Angeles, CA: Western Foundation of Vertebrate Zoology. 384 p.
48. Stehle, Henri. 1947. Notes taxonomiques, xylologiques et géographiques sur les chataigniers du genre *Sloanea* des Petites Antilles. Caribbean Forester. 8: 301-307.
49. Tropical Forest Experiment Station. 1953. Thirteenth annual report. Caribbean Forester. 14(1): 1-33.
50. Wadsworth, Frank H. 1950. Notes on the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900. Caribbean Forester. 11: 38-47.
51. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. Caribbean Forester. 12(3): 93-114.
52. Wadsworth, Frank H. 1952. Forest management in the Luquillo Mountains. III. Selection of products and silvicultural policies. Caribbean Forester. 13(3): 93-119.
53. Walker, Lawrence R. 1991. Tree damage and recovery from Hurricane Hugo in Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. Biotropica. 23(4a): 379-385.
54. Weaver, Peter L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
55. Weaver, Peter L. 1994. Baño de Oro Natural Area: Luquillo Mountains, Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-111. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 56 p.
56. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indies dry-wood termite *Cryptotermes brevis* Walker. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 41: 259-311.

Spathodea campanulata Beauv.

Tulipán africano

Bignoniaceae

Familia de las bignonias

John K. Francis

Spathodea campanulata Beauv., conocido comúnmente como tulipán africano, african tulip tree o fountain tree (16, 25), ha sido plantado a través de la zona tropical húmeda por sus flores rojo-naranja de gran tamaño (fig. 1). La madera de este árbol de rápido crecimiento es liviana y poco usada.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del tulipán africano se extiende a lo largo de la costa occidental de África, desde la república de Ghana hasta Angola, y tierra adentro cruzando el centro húmedo del continente hasta el sur del Sudán y Uganda (fig. 2) (12). Su área de distribución atraviesa la línea ecuatorial desde la latitud 12° N. hasta la 12° S. Fuera



Figura 1.—Un árbol de gran tamaño de tulipán africano, *Spathodea campanulata*, creciendo en Puerto Rico.

de su área de distribución natural, se ha naturalizado por lo menos en Colombia (17), Costa Rica (10), Puerto Rico (15), Cuba (29), Jamaica (25) y Sri Lanka (30). El tulipán africano se ha plantado exitosamente como una especie de ornamento a través de la zona tropical húmeda (fig. 2) (16, 17).

Clima

El tulipán africano obtiene su mejor desarrollo en las margas fértiles, profundas y bien drenadas, pero la especie no es particularmente exigente en cuanto a sitios. La textura del suelo puede variar entre arenas margosas hasta arcillas, el pH puede fluctuar entre 4.5 y 8.0, y el drenaje del suelo puede variar desde un tanto pobre hasta un drenaje excesivo. Los árboles de tulipán africano colonizan incluso los sitios intensamente erosionados. Sin embargo, tanto la forma como la tasa de crecimiento sufren de manera considerable en los sitios difíciles. La posición en cuevas no parece ser un factor limitante. La especie crece desde casi el nivel del mar hasta una elevación de 1,200 m (30).

Cobertura Forestal Asociada

El tulipán africano crece de manera natural en África en bosques secundarios en la zona de bosque alto y en los bosques de sabana caducifolios y en transición (12). En Uganda, el tulipán africano y *Albizia* spp., *Caloncoba schweinfurthii* Glig., *Croton* spp., *Dombeya mukole* Sprague, *Olea* sp., *Phyllanthus discoideus* Muell.-Arg. y *Sapium ellipticum* Pax, son los primeros árboles en colonizar los pastizales (4). En la región de Benue de Nigeria, los árboles de tulipán africano y los árboles de pequeño tamaño tales como *Voacanga* spp.,

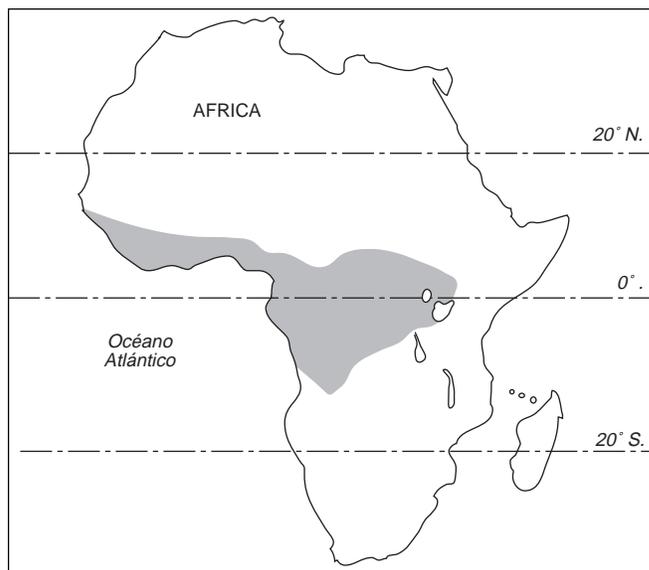


Figura 2.—Distribución natural del tulipán africano, *Spathodea campanulata*.

Xylopia parviflora (A. Rich.) Benth., *Oncoba spinosa* Forsk., *Garcinia ovalifolia* Oliv., *Myrianthus serrastus* (Trecul.) Benth. y *Raphia vinifera* P. Beauv., luchan por sobrevivir como oportunistas en los claros y entre árboles altos tales como *Iringia smithii* Hook.f., *Cola laurifolia* Mast., *Trichilia retusa* Oliv., *Erythrophleum guineense* G. Don, *Chlorophora excelsa* (Welw.) Benth. y *Anthocleista nobilis* G. Don (27). El tulipán africano crece como un dominante ocasional en los extensos rodales de *Euphorbia dawei* N.B.Br. ubicados en la Cuenca del Lago Edward en el Congo y Uganda (28). La especie rara vez domina o ocupa un sitio por más de una generación. Los rodales maduros de tulipán africano en Puerto Rico se ven con frecuencia invadidos por *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, un árbol que produce una madera valiosa.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores tienen forma de tulipán pero sesgadas hacia un lado, son de un color rojo-naranja intenso, de alrededor de 10 cm de largo y agrupadas en racimos terminales en las ramas (11, 16). Se ha reportado una variedad con una flor amarilla en la Costa de Oro (27). Las flores aparecen en tal abundancia que los árboles son visibles y obvios a una gran distancia. Se reporta que los árboles en flor en ciertos lugares a lo largo de la costa africana se usaron como guías por navegantes del siglo XVIII (29). El tulipán africano puede comenzar a florecer a una edad de 3 ó 4 años (22). En Puerto Rico, los árboles creciendo a campo abierto pueden comenzar a florecer cuando tienen 5 m de alto (observación personal del autor). Sin embargo, en algunos ambientes, la florescencia se retrasa hasta que los árboles tienen mucho mayor tamaño (29).

No es claro cuándo la especie florece en su área de distribución natural, pero en el sur de África florece en el otoño y el invierno (6) y en el Caribe florece más que nada desde el final del invierno hasta el principio del verano (16, 24). De una a cuatro vainas pardas y en forma de bote, de 15 a 25 cm de largo, se desarrollan a partir de cada agrupación de flores (4, 16).

Producción de Semillas y su Diseminación.—La florescencia se extiende a través de un período de 5 ó 6 meses, y las vainas maduran y comienzan a liberar las semillas alrededor de 5 meses después de la florescencia. En algunas áreas, el árbol presenta unas pocas flores a través de todo el año (16), de manera que las semillas se ven constantemente liberadas. Las semillas son finas y de forma aplanada, y se encuentran rodeadas por una ala membranosa. A menudo el viento las acarrea a cientos de metros de su fuente. Las semillas se pueden recolectar mediante la cosecha de las vainas después de que se tornan de color marrón, para luego dejarlas que se sequen al aire hasta que se rajen y se abran. Hay alrededor de 125,000 semillas por kilogramo (10).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación, la cual es epigea, puede comenzar en tan solo 2 días. El autor obtuvo una germinación del 38 por ciento de un lote de semillas esparcido sobre la superficie de tierra húmeda en una bandeja cubierta. Las semillas germinantes son frágiles; no deberán ser cubiertas por más de una ligera capa de turba o arena fina y deberán ser protegidas de las lluvias fuertes. Bajo una sombra del 50 por ciento, las plántulas necesitaron de 2 meses para producir las primeras hojas verdaderas. Las plántulas, transplantadas en esta etapa y trasladadas a una sombra

del 25 por ciento, necesitaron de 5 meses adicionales para alcanzar un tamaño plantable (35 cm de altura). Un régimen con una cantidad mayor de luz solar hubiera probablemente reducido el tiempo necesario para alcanzar este tamaño. Las plántulas en tiestos probablemente darían los resultados más consistentes. No se han sometido a prueba otros métodos.

La reproducción natural tiene lugar sobre la superficie rasa, entre las hierbas y bajo la maleza hierba y los matorrales. El crecimiento parece ser lento hasta que las plántulas desarrollan unas pocas hojas, después de lo cual el crecimiento se ve acelerado. Las plántulas a veces crecen de una altura de 3 ó 4 cm hasta una altura de 1 m en 6 meses. Se reporta en Venezuela que varias plántulas alcanzaron una altura de 3 m en 14 meses (7). El único árbol medido en cuanto a crecimiento en altura en Puerto Rico creció en la cima de una colina sobre suelo de arcilla. Alcanzó una altura de 8 m en 3 años y una altura de 12 m a los 5 años, después de lo cual el crecimiento en altura disminuyó con rapidez.

Reproducción Vegetativa.—El tulipán africano rebrota al ser cortado hasta por lo menos la etapa de poste. La reproducción vegetativa se puede llevar a cabo con facilidad usando estacas o brotes radicales (6). Una investigación para determinar los mejores tipos de estacas para el arraigamiento demostró que las obtenidas a partir de ramas maduras leñosas de 8 a 10 cm de diámetro y de 60 cm de largo rindieron una supervivencia del 88 al 91 por ciento de todas las estacas lo suficientemente vigorosas como para producir vástagos (1).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El tulipán africano se considera por lo general como un árbol de tamaño mediano alcanzando una altura de 21 m (20), pero en algunas partes del África Occidental puede alcanzar 30 m de altura (27). En Puerto Rico, el tulipán africano de mayor tamaño medido por el autor midió 35 m de altura y 1.75 m en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.). De acuerdo al dueño de la propiedad, el árbol tenía una edad de 35 años. Se han observado en Puerto Rico unas tasas de crecimiento en diámetro en árboles individuales de hasta 5 cm por año (10). Cuatro rodales regenerados de manera natural, de alrededor de 20 a 25 años de edad en tierras previamente para siembras, con varios tipos de suelo, tuvieron una altura dominante-codominante de 18 a 26 m y un d.a.p. de entre 34 y 46 cm (tabla 1). El incremento anual promedio en volumen del tallo en Puerto Rico parece exceder los 20 m³ por ha por año. Sin embargo, debe de observarse que la mayoría de los árboles tienen defectos tales como curvatura o giro del tallo y un acanalamiento del pie del tronco y el tallo inferior. Muchos árboles de más de 20 a 25 años de edad que habían sufrido daño mecánico o por incendios presentaron pudrición del pie del tallo y el duramen. Existe una falta de información sobre el crecimiento en otras partes del mundo, a excepción de referencias sobre el rápido crecimiento de la especie (17, 22). Si el tulipán africano se coloca bajo manejo, lo mejor sería el manejarlo en rotaciones cortas para la producción de fibra y virutas. Un plan inicial razonable sería un espaciado corto de tal vez 2 por 2 m en una rotación de 6 años. Una vez establecido, el rodal se podría cortar para obtener regeneración por rebrotes por uno o más ciclos.

Comportamiento Radical.—Las plántulas y los árboles jóvenes desarrollan una raíz pivotante carnosa, especialmente en suelo flojo. Las raíces laterales se desarrollan de manera gradual; los árboles de gran edad

Tabla 1.—Características de cuatro rodales de 20 a 25 años de edad tulipán africano, *Spathodea campanulata*, en tierras anteriormente sembradas en Puerto Rico

Sitio*	Orden de suelo	Árboles dominantes y codominantes‡			Tallos >0.5 cm area basal
		D.a.p†	Altura	Densidad	
		--- cm---	--- m---	No. / ha	m ² / ha
Vega Baja	Inceptisol	33.7 ± 5.8	18.1 ± 0.7	1,846	51
Guaynabo I	Ultisol	35.4 ± 4.3	21.8 ± 1.5	1,432	41
Guaynabo II	Inceptisol	43.5 ± 2.9	26.5 ± 0.7	2,769	74
Barceloneta	Oxisol	45.8 ± 2.7	21.3 ± 0.3	350 §	53

* Una parcela circular de 0.0314 ha colocada en el centro de cada rodal se usó como muestra.

† Diámetro a la altura del pecho.

‡ Promedio ± error estándar.

§ Este rodal había sido entresacado (tallos pequeños removidos) y segado.

pueden tener un sistema radical lateral masivo. Los árboles de mayor edad desarrollan contrafuertes y pueden poseer un acanalamiento del tronco inferior en asociación con raíces con contrafuertes. Existen opiniones contradictorias en cuanto a la probabilidad de que las raíces del tulipán africano dañen las aceras y otras estructuras (16, 22). El daño es definitivamente más probable en estructuras cercanas a los árboles de gran tamaño y edad creciendo en suelo arcilloso o compacto.

Reacción a la Competencia.—El tulipán africano es intolerante a la sombra; se requiere de luz solar plena para su rápido crecimiento. Los brinzales y los árboles en etapa de poste pueden sobrevivir por varios años bajo el dosel de bosques secundarios en etapa temprana. Avanzan rápidamente al estrato superior en rodales de baja densidad (de 5 a 10 m² por ha en área basal) y en claros. La reproducción del tulipán africano ocurre rara vez en rodales de árboles africanos o bajo rodales con existencias máximas de especies sucesionales medias. Se ve casi siempre reemplazado por especies secundarias con mayor tolerancia a la sombra.

Las plántulas son muy competitivas. Las áreas perturbadas cerca de fuentes adecuadas de semillas se llenan con rapidez de una densa cobertura de plántulas de tulipán africano. Unos pocos de los individuos más avanzados y agresivos rápidamente alcanzan una posición dominante para permanecer encima de competidores potenciales de por vida. Las plántulas mueren en grandes números, pero de 1,000 a 3,000 tallos por hectárea pueden sobrevivir por 25 años o más. Se midieron unas áreas basales de 41 a 74 m² por ha en cuatro rodales casi puros en Puerto Rico (tabla 1).

Debido a su reproducción agresiva, el tulipán africano se convierte con frecuencia en una plaga en pastizales, en siembras con plantas perennes y en lotes urbanos baldíos. El anillado es un método efectivo para matar a los árboles, así como la corta acompañada de repetidas remociones de rebrotes. No existe ninguna información sobre el control químico.

Agentes Dañinos.—En Uganda, se reporta que el tulipán africano es atacado por dos lepidópteros, dos especies de termitas y un escarabajo de la corteza (3). No se reportó qué tan seria es la amenaza presentada por estos insectos. En Puerto Rico, se reportaron nueve especies de insectos de los órdenes Homoptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Thysanoptera alimentándose de varias partes del tulipán africano (18). Los árboles muertos y las ramas muertas en el bosque son consumidas por la termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren) (observación personal del autor). Los tulipanes africanos no se ven seriamente amenazados por insectos en ninguna parte de Puerto Rico.

Las plántulas en pastizales son objeto del pastoreo por el ganado; seguramente otras especies herbívoras salvajes y domésticas se alimentan también del follaje.

Los tulipanes africanos son considerablemente susceptibles a la pudrición de la base del tronco y del duramen. Esta penetra por las heridas y los muñones de ramas. Las ramas y los troncos de árboles cerca de caminos y viviendas presentan el peligro de quebrarse y caer sin previo aviso (20). Los árboles deberán ser removidos tan pronto como se observen señales que indiquen un interior hueco o podrido. La especie es susceptible a la quiebra por los vientos fuertes (15). El tulipán africano no se recomienda para áreas urbanas con una contaminación ambiental seria (13). La madera del tulipán africano se pudre con rapidez cuando en contacto con el suelo (18, 24).

USOS

El uso más importante del tulipán africano es el de ornamental. Es uno de los árboles de flor de mayor belleza en el continente africano (5, 20). A pesar de que su tendencia a quebrarse y a poseer una vida más corta que otras especies de árboles ornamentales imponen ciertas restricciones (17), el tulipán africano se recomienda como un árbol de sombra para parques y patios (2, 22). Se ha usado como sombra en cafetales (14), pero es inferior a varios otros árboles usados para este propósito. La especie, ya sea plantada o creciendo de manera natural, se ve frecuentemente usada como postes de cerca viviente. El tulipán africano ayuda en la rehabilitación de tierras perturbadas a través de su invasión agresiva y su rápido crecimiento.

La madera del tulipán africano es de un color de blanco cremoso a moreno, volviéndose de color moreno o marrón claro al secarse. Hay poca diferencia entre la albura y el duramen. La textura es un poco tosca y con una fibra de aspecto placentero. La madera es suave y liviana, con un peso específico (secada al horno) de 0.30 a 0.45 g por cm³ en Gabón (19), de 0.24 a 0.27 g por cm³ en las Filipinas (8, 26) y de 0.26 g por cm³ en Puerto Rico. Se aserra, cepilla y taladra con facilidad (19). En el pasado, la madera no ha sido muy usada, pero es adecuada para usos tales como carpintería burda, jabas, maderos de estibar y moldes para cemento. Se han medido las dimensiones de la fibra del tulipán africano y sometido a pruebas que han determinado que se le puede usar para la producción de pulpa (comparable a la de *Swietenia macrophylla* King y *Nauclea horsefieldii* (Mig.) Comb. Dox. (1, 8, 26). Sin embargo, se requiere de una gran

cantidad de agentes blanqueadores para darle una blancura aceptable (21). No existe ninguna razón obvia contra el uso de la especie en la manufactura de tableros de partículas y otros productos similares. El tulipán africano produce una leña notablemente pobre (2). De hecho, su resistencia a quemarse ha llevado a su uso para fueles y en construcciones alrededor de fraguas en Africa (2).

Se reporta que las semillas se usan como alimento en Africa (27). Varias partes de la planta se utilizan en la medicina natural africana (12) y en rituales mágicos (24). Se reporta que la porción central dura de la fruta se usa para obtener un veneno para matar animales (12). Se sabe que los tejidos del árbol contienen saponinas (23).

GENETICA

Existe probablemente una considerable variación genética en el tulipán africano a través de su distribución natural, como lo indican las diferencias en el tamaño del árbol y el color de las flores (27). Existen dos especies de *Spathodea*. La segunda especie, *S. nilotica* Seem., el árbol llama de Uganda, es un árbol del este de Africa de menor tamaño. Es posible que se descubra que es simplemente una variedad del tulipán africano (2). Los números diploides de cromosomas en el tulipán africano son de 26, 36 y 38 (9).

LITERATURA CITADA

- Amihan, Jessie B. 1959. A study of the survival of African tulip (*Spathodea campanulata* Beauv.) cuttings in relation to their diameter. *Philippine Journal of Forestry*. 15(1/4): 135-149.
- Benthall, A.P. 1946. The trees of Calcutta and its neighborhood. Calcutta, India: Thacker Spink and Co., Ltd. 513 p.
- Brown, K.W. [s.f.] Forest insects of Uganda. Entebbe, Uganda: Uganda Government. 98 p.
- Eggeling, W.J. 1947. Working plan for the Budongo and Siba Forests. Entebbe, Uganda: Uganda Protectorate. 66 p.
- Eggeling, William J. 1940. The indigenous trees of the Uganda Protectorate. Edinburgh, Scotland: University of Edinburgh. 296 p. Disertación doctoral.
- Eliovson, Sima. 1969. Flowering shrubs, trees, and climbers for southern Africa. Cape Town, South Africa: Howard Timmins. 216 p.
- Fiasson, R. 1952. Essai de reforestation de la pampa vénézuélienne. *Revue Internationale de Botanique Appliquée & d'Agriculture Tropicale*. 32(353/354): 155-163.
- Forest Products Research and Industrial Development Commission. 1980. Guidelines for the improved utilization and marketing of tropical wood species. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 153 p.
- Goldblatt, P.; Gentry, A.H. 1979. Cytology of Bignoniaceae. *Botaniska Notiser*. 132(4): 475-482.
- Holdridge, L.R. 1942. Trees of Puerto Rico. Occasional Pap. 2. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Experiment Station. 105 p. Vol. 2.
- Holdridge, L.R.; Poveda A., Luis J. 1975. Arboles de Costa Rica. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical. 546 p. Vol. 1.
- Irvine, F.R. 1961. Woody plants of Ghana. London: Oxford University Press. 868 p.
- Kaitpraneet, W.; Thairutsa, B.; Pattaratumma, A.; Soonhuay, P. 1978. [Los efectos de la contaminación ambiental sobre el desarrollo de algunos árboles ornamentales.] Res. Note 28. Kasetsart, Thailand: Faculty of Forestry, Kasetsart University. 15 p.
- Liogier, Alain Henri. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
- Liogier, Henri Alain [Alain Henri]; Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
- Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
- Mahecha Vega, Gilberto E.; Echeverri Restrepo, Rodrigo. 1983. Arboles del Valle del Cauca. Bogotá, Colombia: Litografía Arco. 208 p.
- Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of insects of Puerto Rico. Río Piedras, Puerto Rico: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
- Ministeres de Guerre. 1929. Les bois du Gabon. Paris, France: Mission d'Etudes Forestières, Ministeres de la Guerre. 304 p. Vol. 2.
- Neal, Marie C. 1948. In gardens of Hawaii. *Publicación Especial* 40. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum Press. 805 p.
- Oliva Esteva, Francisco. 1969. Arboles ornamentales y otras plantas del trópico. Caracas, Venezuela: Ediciones Armitano. 368 p.
- Petroff, G.; Doat, J. 1960. Caractéristiques papetières de queleques essences tropicales de reboisement. Pub. 19. Mogen-sur-Marne, France: Centre Technique Forestier Tropical. 140 p.
- Puri, G.S. 1966. Medicinal plant wealth of Africa—a plea for its scientific exploration. 5. Kumasitech, Ghana: University of Science and Technology. 21 p.
- Storer, Dorothy P. 1958. Familiar trees and cultivated plants of Jamaica. Kingston, Jamaica: Institute of Jamaica. 81 p.
- Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 750 p.
- Tamolang, Francisco N.; Mebesa, Edgardo O.; Eusebio, Mario A. [y otros]. 1957. Fiber dimensions of certain Philippine broadleaved woods and bamboos. *Tappi*. 40(8): 671-676.
- Unwin, A. Harold. [s.f.]. West African forests and forestry. New York: E.P. Dutton and Company. 527 p.
- White, F. 1983. The vegetation of Africa. *Natural Resources Res.* 20. Paris: Unesco. 356 p.
- White, William C. 1951. Flowering trees of the Caribbean. New York: Rinehart and Company, Inc. 125 p.
- Worthington, T.B. 1959. Ceylon trees. Colombo: The Colombo Apothecaries' Co., Ltd. 429 p.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1990. *Spathodea campanulata* Beauv. African tulip tree. SO-ITF-SM-32. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.

Spondias mombin L. Jobo, ciruela

Anacardiaceae Familia del anacardo

John K. Francis

Spondias mombin L., también conocido como jobo, ciruela (en español), hogplum, yellow mombin (en inglés), tapereba y caja (en portugués) (13), es un árbol forestal común y de tamaño mediano (fig. 1) y crece a través del Neotrópico. Produce una fruta amarilla y agria que es consumida por la gente y muchos animales. La madera blanda es de poca importancia comercial.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural del jobo se extiende a lo largo tanto de la costa del Pacífico como la del Golfo de México en el centro de México, hacia el sur a través de la América Central, incluyendo las Indias Occidentales, hasta Ecuador, la Cuenca Amazónica en Brasil, y Perú (16, 19, 20, 31, 34) (fig. 2), cubriendo aproximadamente desde la latitud 25° N. hasta la 10° S. Parte de esta área, en particular algunas de

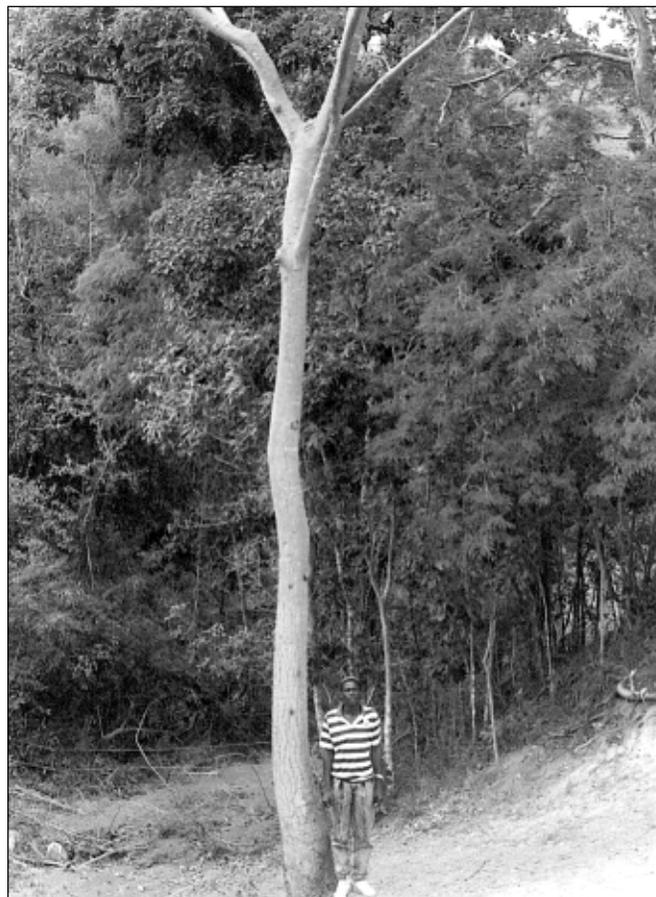


Figura 1.—Tronco de un árbol de jobo, *Spondias mombin*, creciendo en un bosque seco en Puerto Rico.

las islas de las Antillas, puede constituir un área de naturalización (25, 26). Sin embargo, ha estado presente en las Indias Occidentales por mucho tiempo, posiblemente desde los tiempos pre-colombinos. La especie se ha naturalizado también extensamente en África (15, 33) y en otras áreas tropicales y se le planta de manera extensa.

Clima

A pesar de que llueve en cada mes en ciertas áreas, en la mayoría de su área de distribución existe una estación seca de 1 a 5 meses de duración. El jobo crece en el bosque Alisio de Venezuela, que recibe una precipitación anual promedio de 1,000 a 2,000 mm y tiene una temperatura anual promedio que varía entre 23 y 28 °C (21). En Brasil, la especie se puede encontrar por lo general creciendo en áreas con una precipitación anual de 1500 mm o más (13). En Puerto Rico, el jobo crece en bosques que reciben una precipitación anual de 1250 a 2000 mm (observación personal del autor). También crece en áreas secas como una especie ribereña.

Suelos y Topografía

El jobo crece tanto en sitios elevados como bajos, y en una gran variedad de suelos. Los órdenes de suelo en los que crece aparentemente más importantes son los Oxisoles, Ultisoles e Inceptisoles. El pH del suelo puede variar desde tan bajo como 5.0 hasta arriba de 7.0. La especie también tolera suelos que tienen una concentración moderadamente baja de nutrientes y que son hasta cierto punto compactos. La especie



Figura 2.—Area de distribución natural y naturalizada del jobo, *Spondias mombin*, en la América Tropical. Las líneas punteadas indican el límite exterior de esa área.

coloniza suelos desde arenas hasta arcillas; el drenaje del suelo puede variar desde un cierto exceso de drenaje (arenoso o rocoso) hasta una cierta falta de drenaje (arcilloso por lo general). En los llanos inundables de la Cuenca Amazónica, los árboles pueden soportar el empantanamiento de los suelos por 2 a 3 meses por año (13). En México, el jobo crece desde cerca del nivel del mar hasta elevaciones de 1,200 m (31). A veces se le puede encontrar en pendientes escarpadas, pero crece más a menudo en cuevas más bajas, en llanos y en los bancos de arroyos.

Cobertura Forestal Asociada

El jobo se encuentra por lo usual asociado con bosques secundarios pero probablemente penetra bosques primarios a través de perturbaciones naturales. En un sitio forestal húmedo en Puerto Rico con suelo arcilloso sobre material paterno de piedra caliza porosa, el jobo se encuentra asociado con *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC., *Thouinia striata* Rdlk., *Nectandra coriacea* (Sw.) Griseb. e *Inga fagifolia* (L.) Willd. (observación personal del autor). En el fondo de hondonadas en Barbados, el jobo se asocia con *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Chlorophora tinctoria* (L.) Gaud., *Hura crepitans* L., *Citharexylum spinosum* L., *Hippomane mancinella* L., *Cecropia schreberiana* Miq. e *I. fagifolia* (L.) Willd. (18). En un bosque húmedo en Venezuela se encontró el jobo con *Bombacopsis sepium* Pittier, *Astronium graveolens* Jacquin, *Tabebuia* spp., *Hura crepitans* L., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Brosimum* spp., *Cedrela odorata* L. y *Pouteria* spp. (21).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores de color blanco amarillo y minúsculas se presentan en panículas que se originan de las axilas de las nuevas hojas (25, 26). Los árboles son monoicos, las flores siendo bisexuales o ocurriendo en panículas de flores masculinas o femeninas. En las Antillas, la especie florece principalmente del invierno hasta el verano y la fruta madura del verano al invierno. La fruta es una drupa carnosa de color amarillo, de aproximadamente 2 a 2.5 cm de grueso y de 3 a 4 cm de largo y que contiene una pepita de cerca de 2.5 cm de largo con semillas múltiples.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Una muestra de semillas procedente de Puerto Rico promedió 0.85 ± 0.04 g por semilla (850 semillas por kilogramo) (observación personal del autor). Otra muestra, esta vez de México, promedió 0.68 g por semilla (680 semillas por kilogramo) (3, 32). Los árboles de gran tamaño pueden producir más de 100 kg de fruta por año. La producción de frutas y semillas comienza por lo usual cuando el árbol tiene aproximadamente 5 años de edad (13).

Los monos aulladores, *Alouatta palliata*, se alimentan de las frutas del jobo en México y dispersan las semillas a lo largo de un período de 3 meses cada año (12). Se reporta que los murciélagos y las aves, al igual que los venados, que se tragan pero no digieren las semillas, son también agentes de la dispersión (27).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es

hipogea (27). Las semillas sembradas en Puerto Rico comenzaron a germinar en 12 días o menos (observación personal de autor). Una germinación del 90 por ciento se obtuvo en 20 días o menos después de sembrar las semillas en México (3, 32). Algunas de las semillas producen dos o más plantas cada una. Cuando esto ocurre, es necesario el entresacado, arrancando los vástagos para dejar solamente uno. Las plántulas en Puerto Rico que fueron cultivadas en bolsas de vivero estuvieron listas para el trasplante al campo a los 3.5 meses después de la siembra, cuando promediaron 48 cm de altura (observación personal del autor).

Reproducción Vegetativa.—El árbol frecuentemente se propaga mediante el colocar estacas de las ramas en suelo húmedo (13). Por lo usual se usan estacas de 50 a 100 cm de largo y de 5 a 10 cm de diámetro insertadas verticalmente hasta la mitad. De hecho, las cercas vivientes se establecen al colocar postes de cerca recién cortados en suelo húmedo. Los árboles jóvenes rebrotan bien, y los árboles grandes a veces rebrotan después de ser cortados (27).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—En el bosque subtropical húmedo en St. John, Islas Vírgenes de Los Estados Unidos, el jobo constituyó el 7 por ciento del área basal (24 m² por ha) y creció un promedio de 0.1 cm en diámetro por año (36). El crecimiento en diámetro promedio de los árboles de jobo en dos rodales en los bosques tropicales secos viejos en Costa Rica varió entre 0.43 y 0.46 cm por año (9). Los árboles de jobo en un rodal más joven en la misma área promediaron 0.69 cm por año en crecimiento en diámetro. El jobo plantado en cuatro parcelas experimentales en Campeche, México, tuvo una supervivencia promedio del 61 por ciento, una altura promedio de 7.9 m y un d.a.p. promedio de 14.2 cm después de 9 años (3).

El jobo ocupó el 41° lugar en importancia (en cuanto al área basal total) en un censo de las tierras forestales comerciales en Puerto Rico en 1980 y comprendió un volumen de madera aserrable de 10,000 m³ (4). En tres parcelas de 1 ha en un bosque secundario en Veracruz, México, el jobo constituyó el 8, 11 y 60 por ciento de las áreas basales (44, 56 y 21 m² por ha respectivamente) (24). Otra parcela de 1 ha en Oaxaca, México, dominada por *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell, sostuvo un área basal de 23 m² por ha, el 6 por ciento de la cual fue ocupada por el jobo (17).

Los árboles de jobo en sitios apropiados pueden alcanzar un gran tamaño. Se han reportado árboles de 39 m de alto, con un d.a.p. de 1.2 m y libres de ramas hasta una altura de 24 m en la América del Sur (23). Sin embargo, unas alturas máximas de 20 a 30 m son más comunes a través de su área de distribución (13, 21, 31).

Se desarrolló un modelo para predecir el volumen de los fustes de jobo en el estado de Quintana Roo, México (5). En este modelo, el volumen total del fuste incluyendo la corteza es igual a 0.04690 mas 0.39511 AD², en donde A es la altura y D es el d.a.p. En Brasil, el grosor de la corteza se reporta variando entre 2.0 y 4.5 cm (22).

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen raíces pivotantes carnosas, gruesas y largas. Los árboles de mayor edad desarrollan un sistema radical grande y esparcido (27). En los suelos arcillosos, grandes raíces horizontales protruyen arriba del suelo. Los contrafuertes en los árboles de jobo son poco desarrollados o se encuentran

ausentes.

Reacción a la Competencia.—El jobo es intolerante a la sombra en todas las etapas de su ciclo vital (27). Las semillas germinan a la sombra, pero las plántulas necesitan de sol pleno o casi pleno para su desarrollo. Los árboles más viejos necesitan mantener una posición dominante o codominante en rodales cerrados o eventualmente mueren debido a la supresión. Por lo tanto, el jobo requiere de la perturbación para su establecimiento. Hoy en día, los hábitats más comunes son los márgenes de los caminos, los cercos en pastizales, las áreas de explotación maderera y los campos de pozos petroleros. Los claros abiertos por árboles tumbados y otras perturbaciones naturales también permiten el establecimiento de un árbol ocasional.

Agentes Dañinos.—Se reporta que el jobo es una planta preferida para el forrajeo por la hormiga defoliadora, *Atta cephalotes* (L.), en Costa Rica (10). Las frutas del jobo pueden ser infectadas por los dípteros *Anastrepha mombinpraeoptans* Seln, *Drosophila ampelophila* Loew y *D. repleta* Wollaston (28). La madera se califica como muy susceptible al ataque por las termitas de la madera seca de las Indias Occidentales, *Cryptotermes brevis* (Walker) (37). Tiene poca resistencia a la pudrición por los hongos de la pudrición blanca y parda (35). Se recomienda el procesamiento rápido de los maderos cosechados, ya que los maderos de jobo pueden mancharse rápidamente con la savia. La madera se puede proteger contra la pudrición con sustancias químicas. Después de estar en el suelo por un espacio de 4 años, las estacas de prueba tratadas con una solución de pentaclorofenol¹ al 5 por ciento en diesel se encontraron todavía libres de pudrición o termitas (7).

En un censo de bosques secundarios en Puerto Rico, el 8 por ciento de los árboles madereros de jobo se descartó debido a la pudrición y el 16 por ciento se descartó por otras razones (2). La forma pobre y la presencia de clavos y alambre en los árboles constituyen obstáculos serios para su uso en Puerto Rico.

USOS

Los árboles de jobo de bosques naturales y semi-cultivados producen muchas frutas que se consumen frescas o se utilizan para hacer jaleas y bebidas por la gente local. El mesocarpio de la fruta (la parte comestible) tiene un 70 por ciento de agua y contiene un promedio de 104 cal por g. En base a su peso en seco, contiene un 27 por ciento de carbohidratos, 0.6 por ciento de fibra cruda, 0.2 por ciento de grasas y 1.0 por ciento de ceniza. La fruta también provee de 20 mg de Ca, 49 mg de P, 1 mg de Fe, 55 mg de vitamina C por 100 g respectivamente, además de cantidades significativas de vitamina A, tiamina, riboflavina y niacina (29).

Los agrios vástagos jóvenes se comen a veces crudos o cocidos como vegetales (26). El chupar un pedazo grande de una raíz proveerá de suficiente agua de buena calidad como para satisfacer la sed del viajero (25). Las flores son una fuente de néctar para las abejas de miel, y la miel resultante es de color ámbar (9). El jobo se utiliza comúnmente como un poste de cerca viviente (30).

El jobo cuando joven puede ser una planta importante

¹ La producción y uso de este compuesto químico está prohibido actualmente en los Estados Unidos.

para el forrajeo. Al ser colocadas en un pastizal de sabana en Nigeria conteniendo seis especies de forraje y una especie de gramínea, las ovejas y las cabras tomaron el 27 y el 30 por ciento de su forraje del jobo, respectivamente (6). El análisis del forraje seco del jobo resultó en un 6 por ciento de ceniza, 7 por ciento de grasa, 14 por ciento de proteína, 17 por ciento de fibra y 56 por ciento de carbohidratos. Los extractos acuosos y etanólicos de las hojas del jobo inhiben el crecimiento de algunas bacterias gram-positivas y gram-negativas (1).

El duramen y la albura, que no son fáciles de distinguir, son de color de crema a moreno amarillento. La madera tiene un lustre mediano y una textura de mediana a áspera con una fibra en su mayoría recta (11). Es relativamente liviana y su densidad cuando secada al horno promedia 0.40 g por cm³ (23). La madera se seca al aire rápidamente, con una copa, torsión, arco y endurecimiento superficial ligeros (22). La contracción durante el secado es del 2.7 por ciento radial, 4.7 por ciento tangencial y 7.5 por ciento volumétrica (11). El jobo tiene una buena fortaleza para su peso, comparable a la de *Liriodendron tulipifera* L. A un contenido de humedad del 12 por ciento, el jobo mostró una resistencia al doblado de 619 kg por cm³, un módulo de elasticidad de 90,000 kg por cm³ y una resistencia a la compresión máxima de 310 kg por cm³ (35). La madera se trabaja con facilidad y toma un acabado uniforme por lo general, aunque en algunas operaciones puede resultar una pelusa en la fibra (11). La madera de jobo se recomienda para la construcción ligera, molduras, paneles prensados y entrepaños, cajas y postes para cercas (22). Usando el proceso con soda, se puede producir una pulpa de fibra corta y buena, adecuada para la producción de papel para imprimir (14).

GENETICA

El jobo ha sido conocido por los sinónimos botánicos *Spondias myrobalanus* L., *S. lutea* L., *S. lutea* var. *maxima* Engler., *S. lutea* var. *glabra* Engler., *S. radlkoferi* J.D. y *S. nigrescens* Pittier (13, 29). Puede ser que *Spondias "lutea,"* que se encuentra en Brasil, se reconozca eventualmente como una especie diferente o como una sub-especie. La fruta del árbol brasileño tiende a ser de color anaranjado y tiene un mejor sabor (13).

LITERATURA CITADA

1. Ajao, A.O; Shonukan, O.; Femi-Onadeko, B. 1985. Antibacterial effect of aqueous and alcohol extracts of *Spondias mombin* and *Alchornea cordifolia*—two local antimicrobial remedies. *International Journal of Crude Drug Research*. 23(2): 67-72.
2. Anderson, Robert L.; Birdsey, Richard A.; Barry, Patrick, J. 1982. Incidence of damage and cull in Puerto Rico's timber resource, 1980. *Resour. Bull. SO-88*. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 13 p.
3. Bertoni Vega, Raúl; Juárez Gutiérrez, Víctor M. 1980. Comportamiento de nueve especies forestales tropicales plantadas en 1971 en campo experimental forestal tropical "El Tormento". *Ciencia Forestal*. 25(5): 3-40.

4. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bu11. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
5. Caballero Deloya, Miguel. 1972. Tablas y tarifas de volúmenes. I.N.F. Nota 4.2-1: 7. Ciudad de México, México: Subsecretaría Forestal y de la Fauna. 55 p.
6. Carew, B.A.R.; Mosi, A.K.; Mba, A.U.; Egbunike, G.N. 1980. The potential of browse plants in the nutrition of small ruminants in the humid forest and derived savanna zones of Nigeria. En: Houerou, H.N., ed. Browse in Africa. Ibadan, Nigeria: International Livestock Center: 307-311.
7. Combe, Jean; Gewald, Nico J. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 378 p.
8. Crane, Eva; Walker, Penelope; Day, Rosemary. 1984. Directory of important world honey sources. London: International Bee Research Association. 384 p.
9. Chapman, Colin A.; Chapman, Lauren J. 1990. Density and growth rate of some tropical dry forest trees: comparisons between successional forest types. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 117(3): 226-231.
10. Chen, T.K; Wiemer, D.F.; Howard, J.J. 1984. A volatile leafcutter ant repellent from *Astronium graveolens*. Naturwissenschaften. 71(2): 97-98.
11. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
12. Estrada, Alejandro; Coates-Estrada, Rosamond. 1986. Frugivory by howling monkeys (*Alouatta palliata*) at Los Tuxtlas, Mexico: dispersal and fate of seeds. En: Estrada, Alejandro; Fleming, Theodore. Frugivores and seed dispersal. T:VS 15. Dordrecht, Netherlands: Dr. W. Junk Publishers: 93-104.
13. Food and Agriculture Organization, Forestry Department. 1986. Food and fruit-bearing forest species: 3. Examples from Latin America. Forestry Paper 44/3. Rome: Forestry Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 308 p.
14. Forest Department of British Honduras. 1946. Notes on forty-two secondary hardwood timbers of British Honduras. Bull. 1. Belize City, British Honduras: Forest Department of British Honduras. 124 p.
15. Forest Products Research Institute. [s.f.]. Forest trees of Ghana. Info. Bull. 2. Kumasi, Ghana: Forest Products Research Institute. 11 p.
16. Froes, R.L. 1959. Informações sobre algumas plantas economicas do planalto Amazonico. Bol. Téc. 35. Belém, Para, Brazil: Instituto Agronomico do Norte. 113 p.
17. Gomez Pompa, Arturo; Vásquez Soto, Jesús; Sarukhan Karmez, José. 1964. Estudios ecológicos en las zonas tropicales calido húmedas de México. Publicación Especial 3. Contribuciones al estado ecológico de las zonas calido húmedas de México. Ciudad de México, México: Secretaría de Agricultura y Ganadería. 207 p.
18. Gooding E.G.B. 1974. The plant communities of Barbados. Bridgetown, Barbados: Ministry of Education, Barbados, W.I. 243 p.
19. Graham, Edward H. 1934. Flora of the Kartabo region, British Guiana. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh. 292 p. Vol. 2. Disertación doctoral.
20. Holdridge, L.R., Teesdale, L.V.: Mayer, J.E.; Little, E.L., Jr. 1947. The forests of western and central Ecuador. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 133 p.
21. Hueck, Kurt. 1961. The forests of Venezuela. Hamburg, Germany: Verlag Paul Parey. 106 p. Vol. 14.
22. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1981. Madeiras da Amazonia, características e utilização. Brasilia, Brasil: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 113 p. Vol. 1.
23. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. 1966. Descripción y propiedades de algunas maderas venezolanas. Boletín Informativo Divulgativo. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. [s.p.]
24. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. [s.f.] Comisión de estudios sobre ecología de dioscoreas. Informe 5. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 221 p.
25. Liogier, Alain Henri. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
26. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
27. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
28. Martorell, Luis F. 1975 Annotated food plant catalog of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agriculture Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
29. Mendoza, Rodolfo B. 1979. Frutales nativos y silvestres de Panamá. Ciudad de Panamá, Panamá: Universidad de Panamá. 171 p.
30. Murphy, Louis S. 1916. Forests of Puerto Rico, past, present and future. Agric. Bull. 354. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 99 p.
31. Pennington, T.D.; Sarukhan, José. 1968. Arboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 413 p.
32. Sánchez, Oscar Cedeño. 1978. Especies tropicales de rápido crecimiento. En: Algunas experiencias de investigación en los campos experimentales forestales. Pub. Especial 12. Coyoacán, D.F., México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 27-37.
33. Schnell, R. 1976. Introduction to tropical phytogeography. Flora and vegetation of tropical Africa. Paris: Gauthier Villars. 368 p.
34. Veillón, Jean Pierre. 1986. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 199 p.
35. Wangaard, Frederick F.; Koehler, Arthur; Muschler, Arthur F. 1954. Properties and uses of tropical woods, IV. Tropical Woods. 99: 1-190.
36. Weaver, Peter L. 1990. Tree diameter growth rates in Cinnamon Bay watershed, St. John, U.S. Virgin Islands. Caribbean Journal of Science. 26(1/2): 1-6.
37. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1992. *Spondias mombin* L. Hogplum. SO-ITF-SM-51. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.

Swietenia macrophylla King Caoba hondureña, Honduras mahogany

Meliaceae Familia de la caoba

Gerald P. Bauer y John K. Francis

Swietenia macrophylla King, conocido comúnmente como caoba o caoba hondureña en español y como Honduras bigleaf mahogany en inglés, es un árbol de gran tamaño, a menudo alcanzando más de 30 m de altura y 1.5 m de diámetro en el tronco. Las hojas de color verde oscuro son pinadas compuestas y el fuste se ve cubierto de una corteza áspera y de color gris pardo, con un grosor de 1 a 1.5 cm (fig.1). El duramen, de un color pardo rojizo claro, que se añeja a un color pardo dorado, tiene una textura uniforme y una figura atractiva. Es una de las maderas más fáciles de trabajar y toma un acabado excelente y se le considera por muchos como la mejor madera para la ebanistería a nivel mundial (36).

Existen tres especies reconocidas en el género *Swietenia*: *S. macrophylla*, *S. mahagoni* y *S. humilis*.



Figura 1.—Una plantación de 11 años de edad de caoba hondureña, *Swietenia macrophylla*, creciendo en Puerto Rico.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La caoba hondureña posee la más amplia distribución de las tres especies del género *Swietenia*. Crece de manera natural desde la latitud 23° N. hasta un poco más abajo de la latitud 18° S en el Neotrópico (30, 33) (fig. 2). Es nativa a México en la América del Norte y a Belice, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá en la América Central. En la América del Sur, es nativa a Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia.

Debido a su valor comercial bien establecido y a su habilidad para adaptarse a una variedad de condiciones de sitio, la caoba hondureña ha sido plantada de manera extensa a nivel mundial, tanto dentro como fuera de su distribución natural. Se le ha plantado en “plantaciones cerradas” o en plantaciones a campo abierto, en áreas deforestadas y en tierras agrícolas abandonadas y en plantaciones de enriquecimiento o en hileras bajo un dosel forestal degradado (3, 7, 8, 9, 11, 18, 28, 40, 42, 43, 44, 47, 49, 50, 56, 57, 64, 66). La caoba hondureña ha sido plantada en casi todas las islas de las Indias Occidentales. Fue introducida a Puerto Rico alrededor de 1906 (23) y se ha naturalizado a partir de esa fecha.

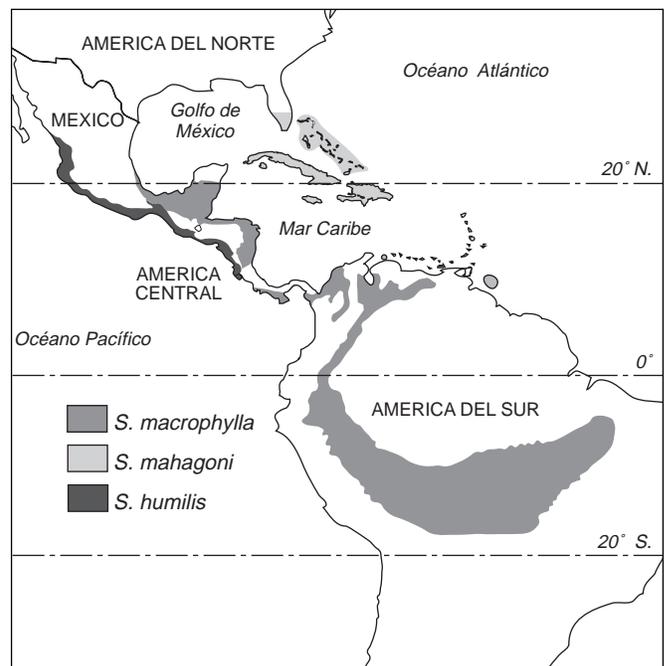


Figura 2.—Distribuciones naturales de la caoba hondureña, *Swietenia macrophylla*, y de otras dos especies de *Swietenia* en el Neotrópico.

Clima

La caoba hondureña crece mejor y alcanza su tamaño mayor bajo las condiciones climáticas encontradas en la zona de vida tropical seca. La zona de vida está limitada por una temperatura anual promedio de 24 °C o más, una precipitación anual promedio de 1000 a 2000 mm y una relación de evapotranspiración potencial de entre 1.00 y 2.00. Bajo ciertas circunstancias ecológicas, la caoba hondureña se extiende hacia la zona de vida tropical húmeda, la cual está limitada por una temperatura anual promedio de 24 °C o más, una precipitación anual promedio de entre 2000 y 4000 mm y una relación de evapotranspiración potencial de entre 0.50 y 1.00. De manera adicional, la especie probablemente se extiende hacia la transición entre las dos zonas anteriormente mencionadas y las zonas de vida forestal subtropical seca y subtropical húmeda (33). Se reporta que el crecimiento óptimo de la caoba hondureña en Puerto Rico ocurre en áreas que reciben 1900 mm o más de precipitación anual (25).

Suelos y Topografía

La caoba hondureña se ha adaptado a una gran variedad de condiciones de suelo. Dentro de su área de distribución natural, crece en suelos aluviales de origen mixto, en suelos volcánicos y en suelos derivados de piedra caliza, granito, andesita y otras rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas (33). Bajo condiciones de plantación, ha mostrado un crecimiento satisfactorio en suelos erosionados y deficientes en fósforo en Java del Oeste (14); en suelos lateríticos pobres y cascajosos formados por la descomposición de gneiss en Sri Lanka (33); en suelos lateríticos desintegrados (pero no desnudos) en la India (61); en suelos ándicos en Fiji y las Filipinas (7, 11); en arcillas ácidas y profundas en Puerto Rico (42) y Perú, y en suelos arcillosos derivados de piedra caliza en Puerto Rico. En Honduras, se le ha plantado con éxito en todas las texturas de suelo desde las arenas hasta la arcilla densa y ha mostrado resultados satisfactorios en áreas pobremente drenadas en donde otras especies han fracasado. Los mejores resultados para esta especie en Honduras se obtuvieron cuando se le plantó en margas aluviales bien drenadas (9).

Cobertura Forestal Asociada

La caoba hondureña crece en asociación con muchas especies a través de su amplia distribución. Por ejemplo, en Chiapas, México, se le encuentra creciendo en un bosque siempreverde de especies frondosas dominado por *Dialium* spp., con los notables socios *Alchornea latifolia* Sw., *Ampelocera hottlei* (Standl.) Standl., *Drypetes brownii* Standl., *Ficus* spp., *Guarea glabra* Vahl, *Guatteria anomala* R.E. Fries, *Licania platypus* (Hemsl.) Fritsch., *Manilkara zapota* (L.) V. Royen, *Mirandaceltis monoica* (Hemsl.) Sharp, *Pithecellobium arboreum* (L.) Urban, *Poulsenia armata* (Miq.) Standl., *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn, *Quararibea funebris* (Llave) Vischer, *Sapium* sp. y *Varairea laundellii* (Standl.) Killip (54). En el Petén, Guatemala, en un bosque dominado por *Manilkara zapota*, los socios arbóreos incluyen a la caoba hondureña, *Aspidospera magalocarpon* Muell.-Arg., *Astronium graveolens* Jacq., *Brosimum alicastrum* Sw., *Calophyllum brasiliense* Jacq.,

Cedrela odorata L., *Guatteria glabra* y *Vitex gaumerri* Greenm. (24). Cerca del extremo sur de su distribución en el desagüe del Río Tambo en Perú, la caoba hondureña se encuentra asociada con los siguientes géneros: *Aniba*, *Brosimum*, *Caryocar*, *Cedrela*, *Cedrelinga*, *Clarisia*, *Juglans*, *Podocarpus* y *Virola* (46).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las agrupaciones florales (panículas), de 10 a 15 cm o más de largo, se forman en la caoba hondureña en la base de las nuevas hojas. Las agrupaciones presentan flores pequeñas, con un pedúnculo corto, fragantes y de un color amarillo verdusco de casi 1 cm de diámetro. Las flores contienen 5 pétalos, 10 estambres minúsculos de color pardo y un pistilo con un ovario de 5 células. Unas pocas flores tienen cuatro partes o en múltiples de cuatro (36).

El género *Swietenia* es monoico, con flores estructuralmente perfectas pero funcionalmente imperfectas. Los árboles producen tanto flores funcionalmente estaminadas como funcionalmente pistiladas, usualmente en inflorescencias separadas (35, 72). Se cree que la Meliaceae se ve polinizada primariamente por las abejas y las falenas (59).

La caoba hondureña produce unas cápsulas grandes en forma oval o de pera (de aproximadamente 15 cm de largo y 9 cm en su parte más ancha). Estas aparecen en pedúnculos largos y robustos (31). Las cápsulas frutales tienen un pericarpio de paredes gruesas, áspero y de un color tirando a pardo (36). El pericarpio está compuesto de cinco carpelos fusionados que se ven claramente delineados en la superficie por una líneas ligeramente más pálidas. Antes de la dehiscencia se forma una capa de abscisión a través del pedúnculo de la fruta, privándola de su provisión de agua. Esto causa que la fruta se raje y se abra. La rajadura ocurre a lo largo de los lindes del pericarpio a partir de la parte media de la fruta hacia abajo. El pericarpio se raja en cinco segmentos exteriores y cinco interiores. Los segmentos exteriores permanecen adheridos a la parte superior de la fruta por un corto período de tiempo y eventualmente se caen, exponiendo los segmentos interiores de color blanco del pericarpio, que caen más tarde.

Internamente, la cápsula frutal está compuesta de una placenta leñosa dividida en 5 lóculos, cada uno de los cuales contiene de 10 a 16 semillas aladas dispuestas de manera simétrica en dos hileras (31). Las semillas aladas miden de 8 a 9 cm de largo y de 2.0 a 2.5 cm de ancho (36). El ala papirácea se adhiere a la placenta y cuelga hacia abajo. La longitud de la semilla en sí varía, permitiendo de esta manera que cada semilla se ajuste de una manera precisa arriba de la parte prominente de la semilla inmediatamente inferior, de manera que la superficie sea lisa y compacta. Las semillas son blancas y suculentas cuando inmaduras, pero para el momento de la dehiscencia, todos los apéndices tienen el característico color pardo caoba. Después que el pericarpio se cae, las semillas maduras cuelgan a partir de la placenta en un ángulo inclinado a partir de su punto de adherencia en la parte superior y pronto después se desprenden de su fragil adhesión (31).

Bajo condiciones favorables, la caoba hondureña puede

comenzar a florecer a los 12 años de edad (33). El tiempo del año en que la producción de flores y frutos tiene lugar varía, coincidiendo con la incidencia de un tiempo seco. Un tiempo con vientos secos provee de las condiciones ideales para la apertura de la fruta madura y la dispersión de las semillas, a la vez que para la dispersión del polen de las flores. En cualquier localidad específica, debido a las variaciones en la estación seca, la producción de flores y frutos puede tener una variación de hasta un mes de un año a otro (33).

Las observaciones de México a Colombia y Venezuela registran a la caoba hondureña como floreciendo y produciendo frutos de diciembre a mayo (1, 32, 39, 53). En la costa del Océano Pacífico en Panamá, en la región de la Zona del Canal de Panamá, la producción de flores y frutos se ha registrado del final de diciembre hasta el comienzo de enero (33). En la región amazónica del Perú, en donde la temporada seca dura de julio a octubre, la florecencia tiene lugar en septiembre u octubre y la fruta se madura durante el año siguiente (70). Un estudio más reciente cerca de Pucallpa, Perú, reportó que la florecencia ocurre desde el mes de agosto hasta mediados de septiembre, mientras que las semillas maduras se diseminan de abril a septiembre (16).

En las áreas en donde se ha introducido la caoba hondureña, la florecencia y la producción de frutos ocurre durante la temporada seca (33). En las Filipinas, la caoba hondureña florece de marzo hasta abril y produce semillas maduras entre diciembre y febrero (11). En la Martinica, la producción de semillas ocurre de enero hasta abril (40). Se ha reportado que en Puerto Rico la florecencia procede de mayo a junio, mientras que la producción de semillas maduras tiene lugar "al final del otoño" (36). Se ha observado que, en la zona de vida subtropical muy húmeda en el Bosque Experimental de Luquillo y en otras partes de Puerto Rico, la liberación de las semillas es más frecuente de febrero a marzo, aunque los árboles individuales han sido observados presentando frutas maduras a través de todo el año.

Producción de Semillas y su Diseminación.—La cantidad de semillas producida varía considerablemente de un árbol a otro y de año con año, probablemente en respuesta a las condiciones de crecimiento (observación personal de los autores). Sin embargo, a excepción de uno que otro año cuando se desarrollan solamente unas pocas frutas, la caoba hondureña se puede clasificar como una productora de abundantes semillas (33). En Puerto Rico, es común que los árboles individuales produzcan más de 150 cápsulas frutales, cada una conteniendo de 50 a 70 semillas. En las Filipinas, en árboles individuales, se han observado hasta 210 cápsulas frutales, con entre 57 y 64 semillas cada una (11).

El tamaño de las semillas de la caoba hondureña varía entre las regiones geográficas (33) y también entre los árboles y las frutas individuales. Unas muestras de Venezuela promediaron 1,323 semillas por kilogramo; de Panamá, 1,984 semillas por kilogramo; de Nicaragua, 1,433 semillas por kilogramo; de Honduras, 2,072 semillas por kilogramo, y de Guatemala (en la costa pacífica), 1,543 semillas por kilogramo (33). En otros estudios, se ha reportado que las semillas (con las alas inclusive) del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt de Perú, promediaron 1,242 semillas por kilogramo (62), las semillas sin las alas de Belice promediaron 2,100 semillas por kilogramo (69) y las semillas con las alas removidas y secadas al aire de Puerto Rico, almacenadas bajo refrigeración promediaron 1,724 semillas por kilogramo, mientras que semillas similares almacenadas a temperatura ambiente promediaron 1,852 semillas por kilogramo (2). En

un estudio reciente en Puerto Rico, el peso individual de las semillas (con las alas removidas y secadas) para semillas almacenadas varió entre 0.33 y 0.91 g para semillas refrigeradas y entre 0.21 y 0.72 para semillas a temperatura ambiente (2).

El agente más importante de la dispersión es el viento. Un árbol de gran tamaño dispersa sus semillas sobre un área de aproximadamente 4 hectáreas en el lado a sotavento. Ya que la dispersión de las semillas ocurre justo antes de la temporada lluviosa, es probable que las aguas de inundación jueguen un papel importante en la dispersión de las semillas en algunas áreas. Los mamíferos y las aves no se conocen como factores importantes en la dispersión. Sin embargo, a veces ellos destruyen las semillas, previniendo de esta manera su dispersión (33).

Desarrollo de las Plántulas.—Las semillas de la caoba hondureña germinarán tan pronto como estén maduras si las condiciones edáficas son favorables (33). En Puerto Rico, las semillas han sido observadas germinando en las cápsulas frutales frescas sobre el terreno. En los viveros de árboles, las semillas podrán comenzar a germinar tan solo 10 días después de la siembra (33), pero por lo general no comienza hasta entre 15 y 24 días después de la siembra. La germinación se completa por lo usual en un período de aproximadamente 20 a 30 días, pero podrá continuar por entre 65 y 70 días (2, 26, 33, 45, 62, 63). En Puerto Rico, un estudio de 448 semillas mostró que la tasa más alta de germinación ocurrió entre 16 y 20 días después de la siembra (un 61.7 por ciento para las semillas almacenadas bajo refrigeración y un 44.1 por ciento para las semillas almacenadas a temperatura ambiente) y que aproximadamente un 95 por ciento de todas las semillas habían germinado a los 30 días después de la siembra (2). La germinación se ve influenciada por: (1) la edad de las semillas (las semillas frescas germinan con mayor rapidez y en un mayor porcentaje), (2) la profundidad de la siembra (la profundidad generalmente recomendada es de 2 a 5 cm), (3) los estratos del suelo (los suelos bien drenados son los mejores), (4) la provisión de humedad (deberá ser abundante), (5) la temperatura y (6) la posición en que se efectúa la plantación (2, 26, 33, 45, 62, 63).

Un estudio sobre la supervivencia de caoba hondureña joven cultivada en viveros en Puerto Rico mostró una tasa de supervivencia de las plántulas de por lo menos el 90 por ciento a los 6 meses de edad y del 87 por ciento a los 12 meses de edad a partir de semillas que habían sido secadas y almacenadas por 6 meses (2). La diferencia no fue estadísticamente significativa. En otros estudios se ha demostrado que la supervivencia se ve influenciada por la posición de crecimiento de las semillas (29) y su frescura (26).

En las plántulas cultivadas en el vivero, el crecimiento varía considerablemente con la calidad del sitio del vivero y la época del año (25). Cuando se provee de luz plena, un suelo bien drenado y una provisión abundante de agua, el crecimiento es rápido y las plántulas alcanzan una altura de 60 a 90 cm en 6 meses (33). En Puerto Rico, las plántulas cultivadas en el vivero alcanzaron unas alturas de aproximadamente 31 cm en 4 meses y de 61 cm en 6 meses (25). Otro estudio de vivero en Puerto Rico mostró que las plántulas cultivadas en suelo arcilloso sin abonar alcanzaron una altura promedio de aproximadamente 11 cm en 3 meses, 14 cm en 6 meses y 71 cm en 12 meses. Este mismo estudio no mostró ninguna diferencia significativa en el crecimiento en altura entre las semillas almacenadas bajo refrigeración

y aquellas almacenadas a temperatura ambiente a los 3 y 6 meses de edad. Sin embargo, existió una diferencia significativa en el crecimiento en altura cuando las plántulas tuvieron 12 meses de edad, las plántulas obtenidas a partir de semillas refrigeradas creciendo a una altura significativamente mayor que las plántulas obtenidas de semillas almacenadas a temperatura ambiente. Además, una comparación de las alturas de las plántulas a los 12 meses de edad con el peso original de las semillas no mostró ninguna correlación entre estos dos parámetros (2). Bajo condiciones forestales, el crecimiento de las plántulas es mucho más lento que en el vivero, con unas alturas de alrededor de 15 cm alcanzándose en un período de 6 meses a 1 año (33).

Reproducción Vegetativa.—La caoba hondureña se puede propagar de manera vegetativa por medio de estacas en el vivero. Un bajo porcentaje de estacas leñosas se arraigarán en el suelo húmedo sin tratamiento alguno (73). Se obtuvo un arraigamiento del 70 por ciento con estacas leñosas de 25 cm de largo y 5 cm de diámetro tratadas con AIB (ácido indolbutírico) (6). Los brinzales de caoba hondureña, los árboles en etapa de poste y los árboles pequeños de tamaño aserrable rebrotarán al ser cortados.

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Las tasas de crecimiento en diámetro y volumen de los árboles individuales de caoba hondureña son impresionantes, pero los rendimientos por área son menos impresionantes debido a las moderadas áreas basales mantenidas por la especie. Los árboles en una pequeña plantación en Perú alcanzaron unas alturas de 6.5 m en 3 años, 9.3 m en 5 años y 11.4 m en 7 años (6). En un área con una alta precipitación en Sri Lanka, una plantación de 15 años de edad alcanzó una altura de 16 m, y otra extensa plantación alcanzó un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) promedio de 58 cm en 50 años (58). Las mejores fuentes de semillas (de Nicaragua) de una prueba de procedencias en Puerto Rico promediaron entre 21 y 23 m de altura y 26 cm en d.a.p. a los 20 años de edad (22). En otra plantación de caoba hondureña en Puerto Rico, cuatro parcelas de 23 a 26 años de edad tuvieron un incremento anual promedio en el d.a.p. de 0.94 ± 0.01 cm por año (19). Varios cientos de hectáreas de plantaciones de 50 años de edad de caoba hondureña en el Bosque Experimental de Luquillo en Puerto Rico sostuvieron un área basal promedio de 21 m² por hectárea, de la cual la caoba hondureña comprende de una pequeña parte hasta casi toda el área basal. Las cifras para la productividad general para esta especie se han dado como de 7 a 11 m³ por hectárea por año (67). Se encuentran disponibles una tabla de índice de sitio y unos modelos para predecir el rendimiento basados en el índice de sitio y la edad para la caoba hondureña en las Filipinas (52). El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, proyecta unos períodos de rotación de 40 a 60 años para la especie en el Bosque Experimental de Luquillo en Puerto Rico.

Comportamiento Radical.—La caoba hondureña produce una vigorosa raíz pivotante en la etapa de plántula. Añade muchas raíces laterales finas que se engruesan de manera gradual para formar un extenso sistema radical lateral. Los árboles de mayor edad desarrollan unos contrafuertes de pequeños a medianos. Las raíces laterales de los árboles de gran tamaño se ven expuestas sobre el

terreno por un metro o más en los sitios muy húmedos y en los suelos arcillosos.

Reacción a la Competencia.—La caoba hondureña, clasificada como una especie intolerante, no puede sobrevivir la sombra densa. En la luz débil bajo un dosel forestal tropical denso, las plántulas de caoba hondureña que germinan por lo usual fracasan en sobrevivir por más de unos pocos meses. Bajo una luz filtrada, las plántulas podrán persistir por muchos años, creciendo de manera lenta en una condición suprimida. El crecimiento más rápido se alcanza bajo una luz solar plena con protección lateral. Las plántulas responden de manera rápida a la liberación de la vegetación terrestre baja y el dosel superior (33). Se mostró que las plantaciones de caoba reciclan los nutrientes de manera eficiente y sostuvieron casi tantas especies del sotobosque como los adyacentes bosques secundarios naturales (38).

Agentes Dañosos.—El problema más serio de la caoba hondureña cultivada en plantaciones es definitivamente el barrenador de los vástagos *Hypsipyla grandella* Zeller. Mientras que ataca las plántulas y los brinzales, rara vez mata un árbol, pero los rebrotes después de los ataques resultan en una seria degradación de la forma (68). La plaga es a menudo un problema menor en los bosques naturales en donde los árboles de caoba hondureña se encuentran más esparcidos. El gusano tejedor de la caoba (*Macalla thyrissalis* Walker), el cual ocurre a través de la distribución natural de la caoba hondureña, puede causar la defoliación y un enmarañamiento desagradable a la vista (27). *Phyllosticta swietenie* Garcia, una necrosis foliar reportada en Puerto Rico, puede ser seria en las camas de vivero hacinadas que se ven irrigadas al final del día y permanecen mojados durante la noche. *Cercospora subsessilis* Syd. Whidi, la cual causa una mancha foliar, ha sido reportada en numerosas áreas. Se han reportado también numerosas enfermedades foliares, canchros, pudriciones radicales, pudriciones del duramen y muérdagos en las plantaciones fuera de su distribución natural (21).

La albura de los maderos de la caoba hondureña es vulnerable al ataque por los escarabajos de la ambrosía (numerosas especies de varios géneros) y a la subsecuente descoloración si no son protegidos con rapidez (37). La albura seca (e incluso el duramen) es muy atractiva a los escarabajos del género *Lyctus* (observación personal de los autores). Las pruebas efectuadas han mostrado que el duramen es susceptible al ataque por las termitas de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker) (71), pero en la realidad, durante su uso en las áreas infestadas de termitas esta madera casi nunca se ve atacada (37). La caoba hondureña ha mostrado poca resistencia a la polilla de mar (*Teredo* spp.) en ya sea las aguas en Hawaii (17, 37) o del Atlántico. La madera es resistente a la descomposición en condiciones expuestas y cuando en contacto con el terreno. Las pruebas usando madera cultivada en plantaciones mostraron que es resistente a los hongos de la pudrición blanca y muy resistente a los hongos de la pudrición parda en pruebas de cultivo (15). La madera aserrada se seca bien y se cuartea y tuerce poco cuando se ve expuesta a los elementos (10).

USOS

La caoba hondureña se considera por muchos como la mejor madera para la ebanistería a nivel mundial (36, 51) y merece tal reputación por varias razones. Su duramen de

color de rojo a amarillo se seca para alcanzar un vivo color pardo rojizo o pardo dorado con un lustre fino. La albura es de blanca a amarilla, de 2.5 a 5.0 cm de grueso y de un valor mucho menor. La textura de la madera es de fina a tosca, la fibra de recta a ondulada y a menudo con una figura atractiva, especialmente al ser aserrada en plano radial (12, 37). La madera de la caoba hondureña puede ser secada al aire o al horno con rapidez sin torsión o cuarteadura. El encogimiento de los maderos (al ir de verde a secada al aire) aserrados a partir de árboles creciendo en el bosque es de 3.5 por ciento radial, 4.8 por ciento tangencial y 7.7 por ciento volumétrico (65). El peso específico de la caoba hondureña secada al horno varía entre 0.40 y 0.68 g por cm³ (12). Las propiedades de fortaleza son también variables. La madera con un peso específico de 0.44 g por cm³ de Belice mostró un módulo de ruptura de 83 Newtons por mm², una resistencia a la compresión máxima de 44.2 Newtons por mm² y una dureza lateral de 3,110 Newtons (34). La madera cultivada en plantaciones es por lo usual un poco más liviana, blanda y débil que la madera procedente de árboles forestales (65). La caoba hondureña es fácil de trabajar a mano y con instrumentos eléctricos. Sin embargo, la fibra con astillas o desgarres es común con el material veteado (12). La madera es fácil de encolar, agarra los clavos y los tornillos bien y toma un pulido excelente (37). La madera de la caoba hondureña se usa de manera extensa en la manufactura de muebles, en la ebanistería, para molduras y paneles. Se usa una menor cantidad en las artes y artesanías, ataúdes, artículos torneados, instrumentos musicales (pianos en particular) y en la construcción de botes (12, 37). El material de menor calidad se usa para maderaje, cajas y combustibles. La corteza tiene un alto contenido de tanino (36).

La caoba hondureña se planta de manera extensa tanto como un árbol ornamental como de sombra. Tiene las ventajas de un rápido crecimiento, una tolerancia a la sequía y a los suelos pobres y un follaje verde oscuro, pero sus raíces eventualmente dañan las aceras y las orillas de las calles si se le planta muy cerca de ellas. Los árboles de caoba hondureña a menudo sufren el volcamiento y quebraduras con los vientos huracanados (55).

GENÉTICA

El género *Swietenia* está dividido al presente en tres especies: *S. macrophylla*, *S. mahagoni* Jacq. y *S. humilis* Zucc. (48). Sin embargo, se ha sugerido que *S. macrophylla* y *S. humilis* pudieran ser ecotipos de la misma especie (69). Los números cromosómicos para las tres especies son 2N = 48 (*S. mahagoni*), 2N = 54 (*S. macrophylla*) y 2N = 56 (*S. humilis*) (60).

Las especies de *Swietenia* se hibridizan libremente. Un híbrido espontáneo entre *S. macrophylla* y *S. mahagoni* fue descubierto en Puerto Rico en 1935, con unos caracteres más o menos intermedios para las dos especies progenitoras (69). Se reporta que la generación F₂ se segrega en las especies progenitoras y el híbrido, siguiendo la relación Mendeliana de 1:2:1 (41). A pesar de una variabilidad considerable, el híbrido ha adquirido importancia en las plantaciones forestales de la región.

Existe aparentemente una suficiente variabilidad en la caoba hondureña como para justificar unos programas de selección y cruces. Un muestreo al azar de árboles de

plantación mostró una variación fenotípica en el peso específico del rollizo de 0.36 a 0.65 g por cm³ (5). El rollizo también varía significativamente de una fuente geográfica a la otra (4). La densidad de la madera no parece ser un carácter con un alto grado de heredabilidad. A pesar de que las densidades de la madera varían considerablemente entre árboles, no se pudo establecer una relación entre las densidades de la madera de los árboles maternos de varias procedencias y la progenia de libre polinización (13). Otros caracteres importantes que muestran variabilidad entre las fuentes de semillas fueron: la supervivencia después del plantado, la tasa de crecimiento, el momento de la florescencia y el tamaño de las cápsulas (20).

LITERATURA CITADA

1. Bascopé, F.; Bernardi, A.L.; Lamprecht, H. 1957. Descripciónes de árboles forestales no. 1. *S. macrophylla* King. Merida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 18 p.
2. Bauer, G.P. 1987. *S. macrophylla* and *S. macrophylla* X *S. mahagoni* development and growth: the nursery phase and the establishment phase in line planting in the Caribbean National Forest, Puerto Rico. Syracuse, NY: College of Environmental Science and Forestry, State University of New York. 310 p. Tesis de M.S.
3. Bocker, I. 1987. Resultados preliminares de los ensayos de especies y procedencias en campo abierto en Selva Central. En: Avances de la silvicultura en la Amazonia peruana. 1986 Aug. 2-6; Pucallpa, Perú. Lima, Perú: Instituto Nacional de Desarrollo, Documentos de Trabajo. 11: 156-170.
4. Boone, R.S.; Chudnoff, M. 1970. Variation in wood density of the mahoganies of Mexico and Central America. *Turrialba*. 20(3): 369-371.
5. Briscoe, C.B.; Harris, J.B.; Wyckoff, D. 1963. Variation of specific gravity in plantation-grown trees of bigleaf mahogany. *Caribbean Forester*. 24(2): 67-71.
6. Burgos, José A. 1954. Un estudio de la silvicultura de algunas especies forestales en Tingo María, Perú. *Caribbean Forester*. 15(1/2): 14-53.
7. Busby, R.J.N. 1968. Reforestation in Fiji with large-leaf mahogany. En: Ninth Commonwealth Forestry Conference; 1968 January 3-5; New Delhi, India. New Delhi, India: Commonwealth Forestry Commission. 9 p.
8. Catinot, R. 1969. Results of enrichment planting in the Tropics. FAO Report FO:FDT/69/4. En: Committee on forest development in the Tropics. Report of the second session; 1969 Oct. 21-24; Rome, Italy. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations: 38-43.
9. Chable, A.C. 1967. Reforestation in the Republic of Honduras, Central America. *Ceiba*. 13(2): 1-56.
10. Cheo, Y.C.; Cranch, Richard C. 1950. Weathering characteristics of certain tropical American woods. Tech. Rep. 7. New Haven, CN: Yale University of Forestry. 16 p.
11. Chinte, F.O. 1952. Trial planting of large-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). *Caribbean Forester*. 13(2): 75-84.
12. Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.

13. Chudnoff, M.; Geary, T.F. 1973. On the heritability of wood density in *Swietenia macrophylla*. Turrialba. 23(3): 359-362.
14. DeVoogd, C.N.D. 1948. De bosculturan van Janlappa. Tectona. 38(2): 63-76.
15. Dickinson, Fred E.; Hess, Robert W.; Wangaard, Fredrick F. 1949. Properties and uses of tropical woods. I. Tropical Woods. 95: 1-145.
16. Dirección de Investigación Forestal y de Fauna. 1985. Proyecto de estudio conjunto sobre investigación y experimentación en regeneración de bosques en la zona amazónica de la República del Perú. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional Forestal y de Fauna y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. 38 p.
17. Edmondson, Charles H. 1949. Reaction of woods from South America and Caribbean areas to marine borers in Hawaiian waters. Caribbean Forester. 10(1): 37-41.
18. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1974. Enrichment planting—appendix E. En: Committee on forest development in the Tropics. Report of the third session; 1974 May 14-17; Rome, Italy. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations: E1-68.
19. Francis, John K. 1989. The Luquillo Experimental Forest Arboretum. Res. Note SO-358. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 8 p.
20. Geary, T.F.; Barnes, H.; Barra-Coronada, R.Y. 1973. Seed source variation in Puerto Rico and Virgin Islands grown mahoganies. Res. Pap. ITF-17. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
21. Gibson, I.A.S. 1975. Diseases of forest trees widely planted as exotics in the Tropics and Southern Hemisphere. Part I. Important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae, and Meliaceae. Kew, Surrey, England: Commonwealth Mycological Institute, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. 51 p.
22. Glogiewicz, Jeffrey S. 1986. Performance of Mexican, Central American, and West Indian provenances of *Swietenia* grown in Puerto Rico. Syracuse, NY: State University of New York. 69 p. Tesis de M.S.
23. Holdridge, L.R. 1936. Caoba: notas generales y las posibilidades de su uso por los dueños de terrenos en Puerto Rico para obtener ingresos adicionales. Revista de Agricultura de Puerto Rico. 3 (Suplemento): 25-30.
24. Holdridge, L.R.; Lamb, F. Bruce; Mason, Bartell. 1950. Los bosques de Guatemala. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala. 174 p.
25. Holdridge, L.R.; Marrero, J. 1940. Preliminary notes on the silviculture of the big-leaf mahogany. Caribbean Forester. 2(1): 20-23.
26. Holmes, C.H. 1954. Seed germination and seedling studies of timber trees of Ceylon. The Ceylon Forester. 1 (New Series, 3): 3-36.
27. Howard, F.W.; Solis, M. Alma. 1989. Distribution, life history, and host plant relationships of mahogany webworm, *Macalla thyrsialis* (Lepidoptera: Pyralidae). Florida Entomologist. 72(3): 469-479.
28. Hugué, L.; Marie, E. 1951. Les plantations d'Acajou d'Amérique des Antilles Françaises. Bois e Forêts des Tropiques. 17(1): 12-25.
29. Hung, L. 1961. Experiment on the relation of the methods of sowing to the percentages of germination and survival and increments of mahogany seeds (*Swietenia macrophylla* King). Bull. 13. Taiwan Forest Research Institute: 29-32.
30. Irmay, H. de. 1948. La caoba (*S. macrophylla* King) en Bolivia. Caribbean Forester. 10(1): 43-52.
31. Johnson, A. 1969. Studies of the fruit of *Swietenia macrophylla* King. The Malayan Forester. 32(2): 180-186.
32. Kinloch, J.B. 1939. Correspondence. Empire Forestry Journal. 18(2): 248-251.
33. Lamb, F.B. 1966. Mahogany of tropical America: its ecology and management. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press. 220 p.
34. Lavers, Gwendoline M. 1969. The strength properties of timbers. Bull. 50. London: Forest Products Research, Ministry of Technology. 62 p.
35. Lee, H.Y. 1967. Studies in *Swietenia* (Meliaceae): observations on the sexuality of flowers. Journal of the Arnold Arboretum. 48(1): 101-104.
36. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
37. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. Agric. Handb. 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
38. Lugo, Ariel E.; Liegel, Leon H. 1987. Comparison of plantations and natural forests in Puerto Rico. En: Lugo, Ariel E. [y otros], eds. People and the tropical forest. Washington, DC: U.S. Department of State: 41-44.
39. Lundell, C.L. 1941. Studies of American spermatophytes-1. Contributions University of Michigan Herbarium 6. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press. 65 p.
40. Marie, E. 1949. Notes on reforestation with *Swietenia macrophylla* King in Martinique. Caribbean Forester. 10: 211-216.
41. Marquetti, J.R.; Gianza, M.A.; Leon Acosta, J.L.; Monteagudo, R. 1975. Algunos aspectos del comportamiento genético de las *Swietenias*. Baracoa. 5(1/2): 1-27.
42. Marrero, José. 1947. A survey of the forest plantations in the Caribbean National Forest. Ann Arbor, MI: School of Forestry and Conservation, University of Michigan. 167 p. Tesis de M.S.
43. Marrero, José. 1950. Reforestation of degraded lands in Puerto Rico. Caribbean Forester. 11(1): 3-15.
44. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. Caribbean Forester. 11(3): 107-147.
45. Mondala, Concepción A. 1977. Depth and position of sowing large-leaf mahogany seeds. Philippine Forest Research Journal. 2(2): 131-137.
46. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. 1963. Evaluación e integración del potencial económico y social de la zona Perene-Satipo-Ene. Lima, Perú: Instituto Nacional de Planificación. 163 p. Vol. 1.
47. Oliphant, J.N. 1928. The cultivation of mahogany in British Honduras. Papers, Third Empire Forestry Conference: 517-524.
48. Pennington, T.D.; Styles, B.T. 1975. A genetic monograph of the Meliaceae. Blumea. 22(3): 419-540.

49. Perera, S.P. 1955. *Swietenia macrophylla* (broad-leaved or Honduras mahogany) and its propagation by strip-lings. Ceylon Forester. 2(New Series, 2): 75-79.
50. Ponce, S. 1933. The value of mahogany as reforestation crop. Makiling Echo. 12(1): 13-33.
51. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CN: Yale University Press. 640 p.
52. Revella, Adolfo V., Jr.; Bonita, Marcelo L.; Dimapilis, Leonida L. 1976. A yield production model for *Swietenia macrophylla* King plantations. Pterocarpus. 2(2): 172-179.
53. Rolfe, R.A. 1919. The true mahoganies. Kew Bulletin. 3: 201-206.
54. Rzendowski, J. 1981. Vegetación de México. Ciudad de México: Editorial Limusa. 432 p.
55. Schubert, Thomas H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 91 p.
56. Smith, J.H.N. 1942. The formation and management of mahogany plantations at Silk Grass Forest Reserve. Caribbean Forester. 3(2): 75-77.
57. Soubieux, J. 1983. Croissance et production du mahogany (*Swietenia macrophylla* King) en peuplements artificiels en Guadeloupe. Petit-Bourge, Guadeloupe: Institut National de la Recherche Agronomique, Station de Recherches Forestieres des Antilles et de la Guayane. 56 p.
58. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 765 p.
59. Styles, B.T.; Khosla, P.K. 1976. Cytology and reproductive biology of Meliaceae. En: Burley, J.; Styles, B.T., eds. Tropical trees: variation, breeding, and conservation. New York: Academic Press: 61-67.
60. Styles, B.T.; Vosa, C.G. 1971. Chromosome numbers in the Meliaceae. Taxon. 20(4): 489-499.
61. Troup, R.S. 1932. Exotic forest trees in the British Empire. Oxford, England: Clarendon Press. 245 p.
62. Ugamoto, M.; Pinedo, J. 1986. Ensayo de germinación de venticuatro especies forestales de la zona forestal Alexander von Humboldt. Nota Técnica 6. Pucallpa, Perú: Centro Forestal y de Fauna (CENFOR XII), Dirección de Investigación y Capacitación. 19 p.
63. Valclav-Jiriskoupy, E. 1978. Field germination capacity of principal tree species and the initial growth of plantations in Bangladesh. Silvacultura et Subtropica. 6: 45-58.
64. Wadsworth, Frank H. 1960. Records of forest plantation growth in Mexico, the West Indies, and Central and South America. Caribbean Forester. 21 (Supplement): 1-A12.
65. Wangaard, Frederick F.; Muschler, Arthur F. 1952. Properties and uses of tropical woods, III. Tropical Woods. 98: 1-190.
66. Weaver, Peter L. 1987. Enrichment plantings in tropical America. En: Management of the forests of tropical America: prospects and technologies; 1986 September 22-27; Río Piedras, PR. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry: 259-278.
67. Webb, Derek B.; Wood, Peta J.; Smith, Julie P.; Henmean, G. Sian. 1984. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Trop. Forest Pub. 15. Oxford, England: Unit of Tropical Silviculture, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. 256 p.
68. Whitmore, Jacob L. 1976. Myths regarding *Hypsipyla* and its host plants. En: Whitmore, J.L., ed. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) Lep. Pyralidae. CATIE Misc. Pub. 1. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: 54-55. Vol. 3.
69. Whitmore, Jacob L.; Hinojosa, Gilberto. 1977. Mahogany (*Swietenia*) hybrids. Res. Pap. ITF-23. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 8 p.
70. Williams, L. 1932. Peruvian mahogany. Tropical Woods. 31: 30-37.
71. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.
72. Yang, B.Y. 1965. Study on techniques and possibilities for mahogany breeding. Bulletin of the Taiwan Forestry Research Institute. 113: 1-13.
73. Zanomí-Mendiburu, Carlos A. 1975. Propagación vegetative por estacas de ocho especies forestales. Turrialba, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 100 p. Tesis de M.S.

Previamente publicado en inglés: Bauer, Gerald P.; Francis, John K. 1998. *Swietenia macrophylla* King. Honduras mahogany, caoba. SO-ITF-SM-81. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p.

Swietenia mahagoni Jacq.

Caoba dominicana

Meliaceae

Familia de la caoba

John K. Francis

Swietenia mahagoni Jacq., conocida comúnmente como caoba, caoba dominicana, acajou, West Indies mahogany o small leaf mahogany, es por lo normal un árbol de tamaño mediano, pero puede vivir por mucho tiempo y alcanzar tamaños muy grandes. La caoba dominicana fue en el pasado la madera más codiciada para la ebanistería en el mundo. La especie crece a una tasa moderada. Se siembra como un árbol ornamental y se maneja en plantaciones y rodales naturales en bosques secos y húmedos (fig. 1).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural de la caoba dominicana incluye el extremo sur de la Florida, los cayos de la Florida, las Islas Bahamas, Cuba, Jamaica y la isla de Española (5, 23, 25, 47, fig. 2). La especie se siembra como un árbol ornamental fuera de su área de distribución natural en la Florida, varias islas del Caribe, en Hawaii, la India, Sri Lanka y Fiji (36, 47, 57). Se ha naturalizado o escapado en varios sitios en Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos (observación personal del autor).

Clima

Se reporta que la especie está mejor adaptada a áreas con una precipitación anual que va de 760 mm a 1780 mm (29). Una estación seca anual de 2 a 6 meses ocurre por lo normal



Figura 1.—Una plantación de trece años de edad de caoba dominicana, *Swietenia mahagoni*, creciendo en Puerto Rico.

dentro de su área de distribución natural. La procedencia de la Florida es capaz de soportar heladas ocasionales sin un daño significativo (8).

Suelos y Topografía

La caoba dominicana crece en una variedad de sitios dentro de su área de distribución natural. Es tolerante a un pH relativamente alto (de hasta 8.5). Se puede encontrar en áreas expuestas al rocío salino y en suelos con materiales paternos de marga y piedra caliza, un poco más tierra adentro de los manglares (6). La especie domina frecuentemente en bolsones de suelo más profundo sobre cimbras secas de piedra caliza y se le puede encontrar creciendo en todas las inclinaciones y orientaciones. En Jamaica, los rodales naturales crecen de cerca del nivel del mar hasta aproximadamente 900 m de elevación (50). La caoba dominicana crece bien en plantaciones con suelos húmedos y profundos, pero rara vez sobrevive en competencia con especies de más rápido crecimiento en rodales naturales en buenos sitios. La especie se ve limitada por condiciones húmedas y frías y por un pH del suelo bajo, en particular en suelos con texturas arcillosas. Varios rodales de plantación en Puerto Rico que fueron plantados sobre arcillas con un pH de cerca de 5.0 y una precipitación de más de 2250 mm por año han perecido por completo (observación personal del autor).

Cobertura Forestal Asociada

En la Florida, los tipos de vegetación típicamente colonizados por la caoba dominicana son las protuberancias con especies frondosas de madera dura tropicales que sostienen a *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., *Amyris elemifera* L., *Canella winterana* (L.) Gaertn., *Guapira discolor* (Spreng.)

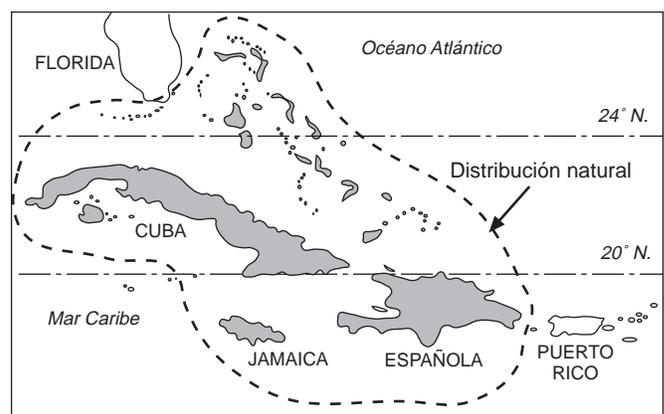


Figura 2.—Area de distribución natural de la caoba dominicana, *Swietenia mahagoni*, en las Indias Occidentales.

Little, *Drypetes diversifolia* King & Urban, *D. lateriflora* (Sw.) Krug & Urban, *Gymnanthes lucida* Sw., *Bumelia celastrina* H.B.K., *Mastichodendron foetidissimum* (Jacq.) H.J. Lam., *Schaefferia frutescens* Jacq., *Cordia sebestena* L., *Coccoloba uvifera* (L.) L., *C. diversifolia* Jacq., *Krugiodendron ferreum* (Vahl) Urban, *Hypelate trifoliata* Sw., *Suriana maritima* L. y *Metopium toxiferum* (L.) Krug & Urban (6). Cuando se ve protegida contra incendios, la caoba dominicana invadirá los bosques adyacentes ocupados por el tipo *Pinus elliottii* Engelm.- *Serenoa repens* (Bertr.) Small (8).

En las montañas de la Sierra Maestra en Cuba, en pendientes mirando hacia el mar de hasta 500 m de elevación, la caoba dominicana crece con *Behaimia cubensis* Griseb., *Bunchosia media* (Ait.) DC., *Carpodiptera cubensis* Griseb., *Colubrina reclinata* (L'Her.) Brong., *Cordia geracanthus* L., *Dipholis salicifolia* (L.) A. DC., *Eugenia floribunda* West, *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk., *Gymnanthes lucida* Sw. y *Oxandra lanceolata* (Sw.) Bail. (44). El bosque subtropical húmedo de la República Dominicana sobrevive sólo en bolsones dispersos, más que nada en terrenos remotos y escarpados. Las especies dominantes asociadas con la caoba dominicana son *Cedrela odorata* L., *Petitia domingensis* Jacq., *Catalpa longissima* (Jacq.) Dum. Cours. y *Juglans jamaicensis* C. DC. (52). La caoba dominicana también se puede encontrar en el bosque subtropical seco en la isla de Española en asociación con *Phyllostylon brasiliensis* Capan., *Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd., *Acacia macracantha* H.B. ex Willd., *Haematoxylon campechianum* L., *Guaiacum officianale* L., *Guaiacum sanctum* L. y *Colubrina arborescens* (Miller) Sarg. (18).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores son unisexuales y los árboles son monoicos, con flores femeninas y masculinas presentes en cada inflorescencia (20, 48). Las flores son aparentemente polinizadas por las abejas y las falenas (49). Las flores y los frutos en los árboles de plantación comienzan a aparecer a los 12 ó 13 años de edad (18). Sólo los árboles dominantes y codominantes producen semillas (observación personal del autor). La fruta es una cápsula parda en forma de pera u ovoide, de aproximadamente 6 a 10 cm de largo (43). Cuando plenamente madura, la cáscara leñosa se parte en cinco secciones a partir de la base hacia arriba y cae, liberando las semillas. Las semillas aladas son de 5 a 6 cm de largo y de un color que va de moreno amarillento a pardo rojizo (2).

Producción de Semillas y su Diseminación.—La producción de semillas es irregular de año a año (51). Una cápsula puede contener hasta 60 semillas (9). Cincuenta cápsulas muestreadas a partir de varios árboles en Puerto Rico promediaron 39.9 ± 1.3 semillas y variaron entre 19 y 56 semillas por cápsula (observación personal del autor). Los árboles de buen tamaño producen de unas pocas hasta 100 cápsulas. Hay aproximadamente 7,000 semillas secadas al aire por kilogramo (28). Las semillas aladas giran y vuelan de lado a medida que descienden. No existen reportes de animales como transportadores de las semillas. Sin la intervención humana, el esparcimiento de la caoba dominicana a hábitats nuevos es bastante lento.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es hipogea. Se observó un promedio de germinación del 70 por ciento en pruebas en Puerto Rico, y se observó un espacio de tiempo promedio de 18 días antes de la germinación de las primeras semillas (28).

En el pasado, las plántulas se plantaban como “striplings”: plántulas con las raíces desnudas y despojadas de todas las hojas. El despojo de las hojas aparentemente protegía las plántulas del estrés de la transpiración hasta que pudieran producir nuevas raíces. Las plántulas se mantenían en el vivero por cerca de un año hasta que tuvieran de 0.6 a 0.9 m de alto, antes de transplantarlas (35). Se han usado “striplings” de hasta 1.8 m de altura con un buen resultado (51).

La siembra directa de semillas ha tenido éxito en áreas húmedas, pero ha fracasado en sitios secos (29). La siembra directa de semillas en espacios de terreno preparados para ese propósito tiene mejores probabilidades de ser exitosa y requiere de un desyerbado intenso durante los primeros meses.

Al presente se usan plántulas en contenedores porque esta práctica no exige tanto de unas condiciones climáticas favorables al momento de plantar, al igual que de la preparación del sitio y el control de las malas hierbas. En el vivero, las semillas se germinan en bandejas llenas de tierra y se transplantan después a contenedores (por lo usual bolsas de vivero plásticas), o las semillas se plantan directamente en contenedores (53). Se requiere de aproximadamente 9 meses para producir buenas plántulas. En áreas secas, el plantado deberá tener lugar después de la primera lluvia copiosa de la temporada lluviosa. En áreas húmedas el plantado se puede efectuar durante todo el año.

Reproducción Vegetativa.—Se ha demostrado el arraigamiento de estacas con hojas de la caoba dominicana bajo rocío (16). Las plántulas, los brinzales y los árboles en etapa de poste rebrotan con facilidad; los árboles de gran tamaño parecen ser menos capaces de crecer de nuevo mediante rebrotes.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La caoba dominicana tiene una reputación de crecer lentamente (46), pero puede ser que ésta no esté totalmente justificada. La tasa de crecimiento en altura es modesta y declina temprano, especialmente en sitios pobres. Sin embargo, el crecimiento en diámetro es bueno para una especie de bosque seco y se sostiene sobre un período largo de tiempo.

En una área plantada de gran tamaño en Puerto Rico, en donde la precipitación es de aproximadamente 1600 mm anuales y los suelos tienen un grosor de sólo unos pocos centímetros sobre piedra caliza porosa, los árboles jóvenes de caoba dominicana promediaron 0.57 m de crecimiento en altura y 1.0 cm de crecimiento en diámetro durante los primeros 7 u 8 años (29). A los 53 y 54 años de edad los árboles dominantes y codominantes en la misma plantación promediaron 16.7 ± 0.5 m de altura y 28.3 ± 1.3 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) (observación personal del autor). En otra plantación en Puerto Rico con una precipitación anual promedio de 760 mm y con suelo profundo, los árboles dominantes y dominantes de 44 años de edad promediaron 42.7 cm en d.a.p. y 20.1 ± 1.1 m de altura (observación personal del autor). Las tasas de crecimiento

en varias plantaciones de caoba dominicana se listan en la tabla 1.

Un árbol dominante de 55 años de edad, cuya edad fue calculada contando los anillos anuales, en St. Croix, Islas Vírgenes de los Estados Unidos (1100 mm de precipitación anual promedio), había crecido un promedio de 0.64 cm por año en d.a.p. a través de su vida (54). Se encontró que los anillos anuales en Cuba fueron una representación exacta de la edad de los árboles de caoba dominicana (11). En otra localidad en St. Croix, 20 árboles a la orilla de caminos habían promediado un incremento anual de 0.63 cm en d.a.p. a través de sus vidas de 200 años (56). Los incrementos anuales promedio en diámetro en árboles plantados de caoba dominicana varían entre 0.24 y 1.6 cm (tabla 1). El crecimiento en el diámetro parece ser un tanto más rápido durante la primera década o las primeras dos décadas

después del plantado y depende en gran medida de la calidad del sitio y el espacio disponible para el crecimiento. Se reportó un rodal natural en St. Croix sosteniendo una área basal de 48 m² por ha (54).

Se sabe que los árboles de caoba dominicana alcanzan una edad y un tamaño considerables. Una hilera de árboles, 20 de los cuales fueron medidos, plantados alrededor de 1790 en St. Croix, promediaron 125.7 ± 5.8 cm en d.a.p. y 22.4 ± 0.4 m de altura (56). Un árbol midiendo 3.7 m de diámetro se cortó y vendió en Jamaica (35). A pesar de que las alturas en los sitios pobres en donde la especie crece por lo usual son de 12 a 18 m (42), los árboles individuales en buenos sitios pueden en ciertas ocasiones alcanzar los 30 m de altura (47).

La caoba dominicana produce unos fustes largos y libres de ramificaciones en los sitios muy buenos. Sin embargo, por lo general, los fustes son cortos y a veces torcidos, en especial

Tabla 1.—Tasas de crecimiento reportadas para varias plantaciones de caoba dominicana, *Swietenia mahagoni*

Localidad	Precipitación anual	Edad	Promedio			Referencia
			D.a.p.	Altura	Incremento en diámetro anual	
	<i>mm</i>	<i>Años</i>	<i>cm</i>	<i>m</i>	<i>cm</i>	
Cambalache, PR	1500	46	15.4	13.0	0.33	*
Fiji (Ornamentales)	nd†	24	34.9	nd	1.46	(47)
Guajataca, PR (Cimas)	1800	7	6.6	3.8	0.94	(29)
Guajataca, PR (Cuestas)	1800	8	8.7	6.1	1.09	(29)
Guajataca, PR (Áreas hundidas)	1800	8	9.0	4.3	1.12	(29)
Guajataca, PR	1800	53	28.3	16.7	0.53	*
Guánica, PR	880	30	16.1	nd	0.54	(3)
Guánica, PR	880	59	14.2	8.0	0.24	*
Guayanilla, PR	960	44	42.7	20.1	0.97	*
Maricuo, PR (Cuestas)	2300	8	3.9	3.0	0.48	(29)
Maricao, PR (Valle)	2300	18	7.8	5.5	0.43	(29)
Mona Island, PR	880	52	18.7	5.4	0.36	*
Nanawale, HI	2500	5	nd	8.2	nd	(58)
San German, PR	1770	11	10.2	5.3	0.93	‡
St. Croix, VI	1000	7	nd	3.0	nd	(37)
St. Croix, VI (Cercas)	1000	200 §	125.7	22.4	0.63	(56)
Susua, PR (Valles)	1500	7	5.9	3.4	0.84	(29)
Susua, PR (Cuestas)	1500	7	4.8	2.8	0.69	(29)
Susua, PR	1500	53	20.2	12.4	0.38	*
Toa Alta, PR (Entresacada)	2000	35	55.9	13.7	1.60	**
Trinidad y Tobago	nd	30 §	19.4	nd	0.65	(30)
Vieques, PR	1200	4	nd	2.1	nd	*

* Observación personal del autor.

† No disponible.

‡ Memorandum de 1953 por Frank H. Wadsworth, archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR.

§ Aproximadamente.

**Memorandum de 1931 por Charles Z. Bates, archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, PR.

en los sitios pobres (fig.3). El desarrollo de la copa sigue el modelo arquitectural de Rauh, en el cual un tronco monopodial crece de manera rítmica y produce ringleras de ramas que son morfogénicamente idénticas al tronco (12).

En la ausencia de regímenes de manejo sujetos a prueba para la caoba dominicana, se sugiere el siguiente: el espaciamiento inicial deberá ser de aproximadamente 3 por 3 m. La plantación deberá ser desyerbada con suficiente frecuencia como para mantenerla sobre la competencia de las hierbas y matorrales. Después de aproximadamente 15 años, cuando las copas se hayan cerrado, se deberá conducir un entresacado comercial temprano para postes de cerca o leña, con el objeto de reducir el aprovisionamiento a un nivel de aproximadamente 300 a 325 árboles por hectárea. Se deberán promover los árboles cosechables mediante la remoción de los competidores con mala forma o de crecimiento lento. Se deberá conducir otro entresacado similar a los 30 años aproximadamente para reducir el aprovisionamiento a un nivel de cerca de 150 árboles por hectárea. Aproximadamente a los 40 y 50 años se conducen entresacados que producen maderos aserrables de tamaño pequeño, con el objeto de reducir el aprovisionamiento a un nivel de cerca de 75 y 40 árboles, respectivamente. Tanto como sea posible, los mejores árboles se deberán retener con el objeto de concentrar el valor. La cosecha final tiene lugar aproximadamente a los 60 años (en buenos sitios), cuando los árboles cosechables tienen un d.a.p. de aproximadamente 0.5 m. En sitios secos y pobres, el proceso completo deberá ser un tanto más prolongado. Al momento de la cosecha final, un rodal de brinzales y de tamaño de poste pequeño de caoba dominicana deberá estar disponible para el manejo en la siguiente rotación. Los rodales naturales con un componente importante de caoba dominicana probablemente



Figura 3.—Los árboles de caoba dominicana, *Swietenia mahagoni*, que crecen en sitios pobres son por lo usual poco altos y se desarrollan con una forma pobre.

se pueden regenerar mediante la selección en grupo, la selección de árboles individuales, cortas sucesivas o mediante técnicas de árboles padres. La regeneración avanzada se encuentra presente por lo normal en rodales de edad avanzada, y la tala rasa deberá resultar en unos rodales con un aprovisionamiento adecuado.

Comportamiento Radical.—Las plántulas producen una vigorosa raíz pivotante. Las raíces pivotantes de árboles de mayor edad en suelos arcillosos no son mucho más grandes que las numerosas raíces que se hunden a partir de las raíces laterales de buen tamaño (observación personal del autor). Sin embargo, las raíces pivotantes de la caoba dominicana se describen como gruesas y cónicas y se propone la extracción de las raíces para madera incluso uno o dos siglos después de la cosecha (41). El grado de desarrollo de la raíz pivotante en árboles de mayor edad probablemente depende del grado de aireación del subsuelo. Los árboles de caoba dominicana forman contrafuertes de tamaño pequeño o mediano y producen muchas raíces laterales de gran tamaño en la superficie o cerca de ella. Estas raíces a menudo dañan las aceras (42, 43).

Reacción a la Competencia.—La caoba dominicana es intolerante a la sombra. Las plántulas pueden sobrevivir por largos períodos en el estrato inferior de un bosque seco, pero los árboles bajo las copas de árboles grandes se debilitan y mueren eventualmente (observación personal de autor). Los árboles jóvenes a menudo son capaces de sobrevivir y crecer a través de hierbas y matorrales, especialmente en las áreas secas.

Agentes Dañinos.—La caoba dominicana es resistente al daño por el viento (huracanes) (55). Los rodales naturalizados y los árboles ornamentales en St. Croix sobrevivieron el Huracán Hugo en 1989 (con ráfagas de más de 240 km por hora), sufriendo defoliación y cierto número de ramas quebradas, pero con muy poca quebradura de los troncos. El volcamiento, cuando ocurrió, estuvo confinado a los suelos con poca profundidad para las raíces (observación personal del autor).

La oruga tejedora de la caoba (*Macalla thyrsisalis* Walker), la cual ocurre a través del área de distribución natural de las caobas, puede causar defoliación y un enmarañado desagradable a la vista (15). Bajo condiciones de vivero húmedas, *Phyllosticta swietenia* causa un añublo foliar en las plántulas que resulta en cierta defoliación en Puerto Rico (1).

Se reporta que la caoba dominicana es más resistente al barrenador de los vástagos de la caoba, *Hypsipyla grandella* Zell., que la caoba hondureña, *Swietenia macrophylla* King (10). Existen relativamente pocos ataques por los barrenadores de los vástagos en la caoba dominicana en Puerto Rico y St. Croix (60). En Asia, los árboles de plantación y de sombra se ven atacados por *H. robusta* Moore (18). En Puerto Rico, la broca del café, *Apate monacha* F., puede causar un daño serio al taladrar en los árboles jóvenes y rollizos (31, 32). Un barrenador de los vástagos sin identificar (no *H. grandella*) se reporta atacando la caoba dominicana en plantaciones en Haití, causando unas reducciones significativas en el crecimiento (45).

Las ramas muertas y de vez en cuando la albura de los troncos son frecuentemente consumidos por la termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren) (32). La madera de la caoba dominicana es muy resistente al ataque por la termita de la madera seca de las Indias Occidentales,

Cryptotermes brevis (Walker) (61). Sin embargo, la madera mostró poca resistencia a la polilla de mar (*Teredo* spp.) en las aguas alrededor de Hawaii (7). La albura como maderaje o en muebles es susceptible al ataque por el escarabajo de polvo de salvadera, *Lyctus caribeanus* (Lesne) (32).

El duramen de la caoba dominicana mostró una mayor resistencia a la pudrición que el duramen de *S. macrophylla* King o *Khaya* spp. (caoba africana) cuando se incubó con tres especies de hongos que pudren la madera por un espacio de tres meses (34). La pudrición del corazón y de la base del tronco, que aparentemente penetran a través de laceraciones y de ramas cortadas, son muy comunes en árboles viejos de caoba dominicana. El volumen comercial perdido en un rodal se calculó en un 20 por ciento (54).

USOS

La caoba dominicana fue en el pasado la madera de ebanistería mejor conocida y más codiciada en el mundo (26). Casi todos los muebles de alta calidad tipo "Chippendale" producidos durante la mitad del siglo XVIII fueron manufacturados con esta madera (14). La madera de la caoba dominicana fue exportada en grandes cantidades de las islas de las Antillas Mayores por un espacio de 400 años hasta que las existencias se acabaron al principio del siglo XX. La demanda era tan grande que las trozas de raigales descartadas por ser demasiado pesadas durante operaciones madereras en décadas o siglos previos fueron recuperados (14). Todavía se cosechan cantidades pequeñas de madera de caoba dominicana de plantaciones y de rodales naturales agotados. La demanda de madera de "caoba" se ve ahora satisfecha en su mayor parte por *S. macrophylla*, *Khaya* spp., otros miembros de la Meliaceae y otros substitutos.

El duramen de la caoba dominicana varía en color desde un rojo vivo y profundo hasta rosa o amarillo, pero se oscurece hasta alcanzar un rojo vivo o pardo con la edad y la exposición (26). La albura es de amarilla a blanca. La textura es fina y la fibra es de recta a vetada, ondulada o rizada. Su superficie es altamente lustrosa, con un aspecto sedoso y dorado. La madera en ebanistería se tiñe frecuentemente de un rojo pardo, pero esta práctica tiene el efecto de ocultar gran parte de su belleza natural.

Su densidad secada al aire se reporta como de 0.61 g por cm³ en madera de Cuba (13) y como de 0.60 g por cm³ en madera de la isla de Española (17). La densidad de la madera (aparentemente secada al aire) en Jamaica se reporta como variando entre 0.54 y 0.83 g por cm³ (50). Muestras secadas al aire procedentes de Cuba mostraron un módulo de ruptura promedio de 276,000 newtons por cm², un módulo de elasticidad de 34,000 newtons por cm², una resistencia a la compresión de 179,000 newtons por cm² y una dureza lateral de 5,900 newtons (13). Se obtuvieron valores casi idénticos con una muestra procedente de la isla de Española (17). Estas propiedades de fortaleza son un poco mayores que las del roble inglés (*Quercus robur* L.) (26).

La madera de la caoba dominicana es fácil de trabajar tanto a mano como con equipo eléctrico. Se encola, se dobla y se acaba bien, y produce una chapa y artículos torneados excelentes (26). Algunos la consideran como un tanto demasiado dura para el trabajo a maquina moderno de alta velocidad (38).

La madera de la caoba dominicana se seca al aire o al

horno sin torceduras o cuarteaduras. El encogimiento cuando va de verde a secada al horno es bajo. Cinco muestras de Cuba promediaron un encogimiento radial de 2.7 por ciento, tangencial de 3.3 por ciento y volumétrico de 6.0 por ciento (13). Otra muestra de la isla de Española se encogió 4.6 por ciento radialmente, 5.4 por ciento tangencialmente y 6.9 por ciento volumétricamente (17). Las pequeñas diferencias entre el encogimiento radial y tangencial le dan una estabilidad excelente durante su uso (26).

En las áreas en donde crece, la madera de la caoba dominicana se usa para muebles por encargo, balustradas, molduras, tallado y artesanías. En Europa y los Estados Unidos se usa principalmente para la reparación y reproducción de muebles de la época Victoriana y Georgiana (38). En las Indias Occidentales, los árboles y las ramas pequeños se usan para postes de cerca, leña y para la producción de carbón.

La especie es un árbol de sombra y ornamental de importancia en las Indias Occidentales y en varias otras áreas en los trópicos (35, 42, 47). Las infusiones hechas con la corteza de la caoba dominicana son fuertemente astringentes y se usan en la medicina herbalista para tratar la influenza y otras enfermedades (39). La corteza tiene un alto contenido de tanino (25) y probablemente se podría usar para curtir cuero. Las flores proveen de néctar para las abejas (25). Se han documentado nectarios extraflorales en la caoba dominicana (19), pero no se sabe con exactitud qué insectos se benefician de ellos.

GENETICA

Existen tres especies de *Swietenia*, todas de la América tropical (24). El nombre específico, *mahagoni*, fue una adaptación de un nombre antiguo para este árbol en Jamaica (33).

Se encontró que el número de cromosomas de la caoba dominicana varía en una serie poliploide, $2N = 12$ a 60 (49). El número de cromosomas para los árboles de caoba dominicana recolectados en la India se reportó como de $N = 28$ (40).

Swietenia macrophylla y la caoba dominicana se cruzan libremente cuando crecen cerca una de otra. El híbrido interespecífico ha sido observado y cultivado en un número de áreas (21, 27, 30, 47, 59). Se ha demostrado que el híbrido crece con mayor rapidez que cualquiera de los dos progenitores en pruebas de crecimiento inicial (4, 22, 27). Se reporta que la generación F₂ se segrega entre las especies progenitoras y el híbrido de acuerdo a la relación Mendélica 1:2:1 (27). En Puerto Rico muchas áreas poseen al presente una abundancia de las especies progenitoras y los híbridos de las generaciones F₁, F₂ y F₃ con hojas, corteza, cápsulas y semillas con características que cubren el espectro de una especie a la otra (observación personal del autor). *Swietenia* spp. por lo normal polinizan hacia afuera, pero son capaces de producir grandes cantidades de semillas mediante la auto-polinización (62).

LITERATURA CITADA

1. Alvarez García, L.A. 1939. A mahogany seedling blight in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 1(1): 23-24.
2. Bisse, Johannes. 1981. *Arboles de Cuba*. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 384 p.
3. Briscoe, C.B. 1962. Tree diameter growth in the dry limestone hills. *Tropical Forest Note* 12. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
4. Briscoe, C.B.; Nobles, R.W. 1962. Height growth of mahogany seedlings. *Tropical Forest Note* 13. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 2 p.
5. Britton, Nathaniel Lord; Millspaugh, Charles F. 1920. *The Bahama flora*. New York: Nathaniel Lord Britton and Charles F. Millspaugh. 695 p.
6. Craighead, Frank C., Jr. 1971. *The trees of south Florida*. Coral Gables, FL: University of Miami Press. 212 p. Vol. 1.
7. Edmondson, Charles H. 1949. Reaction of woods from South America and Caribbean areas to marine borers in Hawaiian waters. *Caribbean Forester*. 10: 37-42.
8. Egler, Frank E. 1941. Mahogany: a potential resource of south Florida. *Journal of Forestry*. 39(8): 725-726.
9. Fors, Alberto J. 1965. *Maderas cubanas*. Habana, Cuba: Instituto Nacional de la Reforma Agraria. 162 p.
10. Geary, T.F.; Barres, H.; Ybarra-Coronado, R. 1973. Seed source variation in Puerto Rico and Virgin Islands grown mahoganies. *Res. Pap. ITF-17*. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 22 p.
11. Gonzalez Randón, O.A.; Eremeev, A. 1976. Cálculo de los coeficientes de edad para seis especies maderables de Cuba. *Baracoa*. 6(3/4): 44-48.
12. Hallé, F.; Oldeman, R.A.A.; Tomlinson, P.B. 1978. *Tropical trees and forests, an architectural analysis*. Berlin: Springer-Verlag. 441 p.
13. Heck, G.E. 1937. Average strength and related properties of five foreign woods tested at the Forest Products Laboratory. *Laboratory Report R1139*. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 5 p.
14. Howard, Alexander L. 1951. *A manual of the timbers of the world*. London: Macmillan & Co. 751 p.
15. Howard, F.W.; Solis, M. Alma. 1989. Distribution, life history, and host plant relationships of mahogany webworm, *Macalla thyrsisalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Florida Entomologist*. 72(3): 469-479.
16. Howard, F.W.; Verkade, S.D.; DeFillippis, J.V. 1990. Propagation of West Indies mahogany, *Swietenia mahagoni*, by cuttings. *Turrialba*. 40(1): 30-32.
17. Kynoch, William; Norton, Newell A. 1938. Mechanical properties of certain tropical woods, chiefly from South America. *Bull. 7. Ann Arbor, MI: School of Forestry and Conservation, University of Michigan*. 87 p.
18. Lamb, F. Bruce. 1966. *Mahogany of tropical America*. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press. 220 p.
19. Larsten, N.R.; Rugenstein, S.R. 1982. Foliar nectaries in mahogany (*Swietenia* Jacq.). *Annals of Botany*. 49(3): 397-401.
20. Lee, H.-Y. 1967. Studies in *Swietenia* (Meliaceae): observations on the sexuality of the flowers. *Journal of the Arnold Arboretum*. 48(1): 101-104.
21. Lee, H.-Y. 1970. Morphological variation of seedlings in *Swietenia* raised from open-pollinated seed. *Taiwania*. 15(2): 1-7.
22. Lee, H.-Y. 1970. Preliminary report on the juvenile characters and heterosis of the hybrids between *Swietenia mahagoni* x *S. macrophylla*. *Taiwania*. 14: 43-52.
23. Little, Elbert L., Jr. 1978. *Atlas of United States trees*. Florida. Misc. Public. 1362. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. [s.p.]; 256 mapas. Vol. 5.
24. Little, Elbert L., Jr. 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized). *Agric. Handb.* 541. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 375 p.
25. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
26. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. *Agric. Handb.* 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
27. Marquetti, J.R.; Gainza, M.A.; León Acosta, J.L.; Monteagudo, R. 1975. Algunos aspectos del comportamiento genético de las Swietenias. *Baracoa*. 5(1/2): 1-27.
28. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 10: 11-30.
29. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 11: 107-147.
30. Marshall, R.C. 1939. *Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago*, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
31. Martorell, L.F. 1939. Some notes on forest entomology. *Caribbean Forester*. 1(1): 25-26.
32. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agriculture Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
33. Mell, C.D. 1930. Biography of the word "mahogany." Part 1.—Origin of the word. *The Timberman*. Oct. 1930: 1.
34. Moses, C.S. 1955. Laboratory decay test of some commercial species of mahogany. *Forest Products Journal*. 5(2): 149-152.
35. Natural History Society. 1949. *Glimpses of Jamaican natural history*. Kingston, Jamaica: Natural History Society, Institute of Jamaica. 28 p. Vol. 1.
36. Neal, Marie C. 1965. In gardens of Hawaii. *Publicación Especial* 50. Honolulu, HI: Bishop Museum Press. 924 p.
37. Nobles, R.W.; Briscoe, C.B. 1966. Height growth of mahogany seedlings, St. Croix, Virgin Islands. *Res. Note ITF-10*. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 3 p.
38. Rendle, B.J. 1969. *World timbers*. Vol. 2. North and South America. London: Ernest Benn Limited. 150 p.

39. Roig y Mesa, Juan Tomás. 1945. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Parte 1. Habana, Cuba: Ministerio de Agricultura, República de Cuba. 872 p.
40. Sareen, T.S.; Uppal, S.; Kant, S. 1980. Chromosome numbers of some woody angiosperms. *Indian Journal of Forestry*. 3(1): 73-77.
41. Schiffino, José. 1945. Riqueza forestal dominicana. Trujillo, República Dominicana: Editora Montalvo. 291 p. Vol. 1.
42. Schubert, Thomas H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 91 p.
43. Schubert, Thomas H.; Zambrana, José. 1978. West Indies or small-leaf mahogany: an ornamental and shade tree for semi-confined areas and adverse conditions. *Urban Forestry Bull. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeast Area State and Private Forestry*. 4 p.
44. Smith, Earl E. 1954. The forests of Cuba. Pub. 2. Petersham, MA: Maria Moors Cabot Foundation. 98 p.
45. Smith, Ronald; Brisson, Lucien. 1976. Silviculture experiences with selected valuable tree species in Haiti. En: Whitmore, J.L., ed. *Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) Lep. Pyralidae. Misc. Pub. 1. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza: 18-20. Vol. 3.*
46. Storer, Dorothy P. 1958. Familiar trees and cultivated plants of Jamaica. London: Macmillan & Co. Ltd. 81 p.
47. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 765 p.
48. Styles, B.T. 1972. The flower biology of the Meliaceae and its bearing on tree breeding. *Silva Genetica*. 21(5): 175-182.
49. Styles, B.T.; Khosla, P.K. 1976. Cytology and reproductive biology of Meliaceae. En: Burley, J.; Styles, B.T., eds. *Tropical trees: variation, breeding and conservation*. London: Academic Press: 61-67.
50. Swabey, Christopher. 1941. The principal timbers of Jamaica. Bull. 29. (New Series). Kingston, Jamaica: Department of Science and Agriculture, Jamaica. 37 p.
51. Swabey, Christopher. 1945. Forestry in Jamaica. *Forestry Bull. 1. Kingston, Jamaica: Forest Department, Jamaica*. 44 p.
52. Tasaico, Humberto. 1966. Ecology of Dominican Republic. Memo. Turrialba, Costa Rica: Food and Agriculture Organization of the United Nations. [s.p.].
53. Tropical Forest Research Center. 1959. 1958 annual report. *Caribbean Forester*. 20(1/2): 1-10.
54. Wadsworth, Frank H. 1947. The development of *Swietenia mahagoni* Jacq. on St. Croix. *Caribbean Forester*. 8(2): 161-162.
55. Wadsworth, Frank H.; Englerth, George H. 1959. Effects of the 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 20(3/4): 38-51.
56. Weaver, P.L.; Francis, J.K. 1988. Growth of teak, mahogany, and Spanish cedar on St. Croix, U.S. Virgin Islands. *Turrialba*. 38(4): 309-317.
57. West, Erdman; Arnold, Lillian E. 1952. The native trees of Florida. Gainesville, FL: University of Florida Press. 212 p.
58. Whitesell, Craig D.; Walters, Gerald A. 1976. Species adaptability trials for man-made forests in Hawaii. Res. Pap. PSW-118. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 30 p.
59. Whitmore, J.L.; Hinojosa, G. 1977. Mahogany (*Swietenia*) hybrids. Res. Pap. ITF-23. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 8 p.
60. Whitmore, Jacob L. 1976. Myths regarding *Hypsipyla* and its host plants. En: Whitmore, J.L., ed. *Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) Lep. Pyralidae. Misc. Pub. 1. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: 54-55. Vol. 3.*
61. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). *Caribbean Forester*. 7(4): 329-334.
62. Yang, B.Y. 1965. Study on techniques and possibilities for mahogany breeding. *Bulletin of the Taiwan Forest Research Institute*. 113: 1-13.

Syzygium jambos (L.) Alst. Pomarroosa

Myrtaceae Familia de los mirtos

John K. Francis

Syzygium jambos (L.) Alst., conocido comúnmente como pomarroosa, rose apple o pomme rose (13), se ha esparcido a través de los trópicos húmedos. La especie, a menudo plantada como una ornamental, se ha naturalizado en muchas áreas (fig. 1). La madera de la pomarroosa se usa para leña, carbón, postes y estacas para hortalizas.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural de la pomarroosa comprendía originalmente parte de o todo el archipiélago Malayo y la parte superior de Myanmar (Burma) (28). Sin embargo, la especie se ha cultivado y naturalizado de manera tan extensa que los límites de su hábitat natural son inciertos (5, 8).

El árbol ha sido cultivado por mucho tiempo (5), posiblemente desde 500 AC en la India (18). La pomarroosa, la cual se ha introducido a todas las áreas de los trópicos húmedos (4), se introdujo en Jamaica en 1762 (23). Se ha



Figura 1.—Árbol de pomarroosa, *Syzygium jambos*, naturalizado, creciendo en Puerto Rico.

naturalizado y es muy común en las islas del Caribe (4, 12, 17, 24), la India (28), Sri Lanka (26) y Fiji (22).

Clima

La pomarroosa requiere de un hábitat húmedo. Crece con mayor frecuencia al margen de las corrientes de agua (27), pero se vuelve más y más común en sitios elevados a medida que la precipitación anual promedio sube por encima de los 1700 mm. Casi todo el hábitat de la pomarroosa se encuentra dentro de las zonas de vida forestales de Holdridge (9) subtropical húmeda y muy húmeda. Una distribución pareja de la precipitación es probablemente lo ideal, pero un clima monzonal es tolerado siempre que haya una humedad en el suelo adecuada durante la temporada seca. Las temperaturas dentro del ambiente tropical no parecen ser de importancia crítica. La siembra de esta especie como ornamento en el sur de California y la Florida (1, 12) indica una tolerancia a las heladas ligeras.

Suelos y Topografía

La pomarroosa no es muy demandante en cuanto a sus requisitos de suelo a lo largo de las corrientes de agua (12). La mayoría de los suelos en donde es exitosa tiene un drenaje ya sea pobre o un tanto pobre. En áreas elevadas, la especie requiere de un suelo fértil; crece muy lentamente sobre suelos erosionados o agotados de nutrientes y por lo general no se puede reproducir sobre suelos arenosos secos. En Puerto Rico, la pomarroosa soporta los suelos en donde el pH es de por lo menos 5.0 o menos. No se conoce el límite superior de tolerancia al pH. En lugares en donde existe una humedad adecuada en el suelo, la pomarroosa puede crecer cerca de la costa (7), pero se le puede encontrar con mayor frecuencia al pie de cerros y colinas y en laderas bajas. En las áreas continentales, la pomarroosa puede crecer a elevaciones de hasta 1,800 m (15).

Cobertura Forestal Asociada

La pomarroosa no ha sido estudiada en su hábitat nativo, de manera que esas asociaciones se desconocen. A lo largo de una corriente de agua al pie de los cerros con una alta humedad en Puerto Rico, en donde la elevación es de 55 m, se le encontró creciendo en bosques secundarios junto con *Pterocarpus officinalis* Jacq., *Inga vera* Willd., *Cecropia schreberiana* Miq., *Sloanea berteriana* Choisy, *Prestoea montana* (R. Graham) Nichols y *Casearia arborea* (L.C. Rich.) Urban. En una arboleda elevada a 25 m de altitud y con una precipitación de 1650 mm, se observaron los siguientes socios: *C. arborea*, *C. guianensis* (Aubl.) Urban, *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Phoebe elongata* (Vahl) Nees, *I. fagifolia* (L.) Willd. y *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC. (32).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores, de tamaño grande y de color blanco o blanco amarillo, aparecen en agrupaciones terminales de dos a ocho flores (5, 14, fig. 2). En la India, la pomarrosa florece entre febrero y abril (28); en las Indias Occidentales muchos árboles florecen a través de todo el año, aunque la florescencia es menos frecuente durante el verano (14). Las frutas se maduran alrededor de 4 meses después de la florescencia (28). Las drupas carnosas son de color amarillo pálido, a veces con matices rosados, de 2 a 5 cm de diámetro y en forma de una manzana o pera pequeña (2, 5, 12). Los árboles creciendo a campo abierto rinden fruta en abundancia, pero los árboles en el sotobosque producen pocas frutas. Los árboles reproducidos mediante acodos pueden producir fruta en un espacio de 4 años (2).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Se puede encontrar una nuez parda de alrededor de 1 cm de diámetro dentro de la cavidad central de la fruta, conteniendo de uno a cuatro embriones (11, 14, 30). Hay de 385 a 440 semillas por kilogramo (29). Las semillas pueden ser movidas a cierta distancia por las aves y los animales que se alimentan de la fruta, o acarreadas por las inundaciones, pero la mayoría de las semillas simplemente caen bajo los árboles maternos (11, 27, 29).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas es hipogea. Debido a que la mayoría de las semillas contiene más de un embrión, la germinación de las semillas frescas parece siempre ser de más del 100 por ciento (30). La germinación ocurre mejor sobre la superficie del suelo húmedo, u otro sustrato para el crecimiento, bajo sombra (28). Puede tomar de 10 a 120 días para que germinen de las semillas (30). Las semillas frescas tienen un contenido de humedad del 50 por ciento y no resisten ser secadas. La

viabilidad de las semillas almacenadas sin sellar a temperatura ambiente es de menos de 1 mes. Sin embargo, un lote sin sellar almacenado a una temperatura de entre 2 y 4 °C retuvo una viabilidad del 50 por ciento por 3 meses (30).

Las plántulas de pomarrosa probablemente se desarrollan mejor bajo sombra, pero el crecimiento es lento. Las plántulas sembradas en un vivero en Puerto Rico tomaron 250 días desde la siembra para alcanzar una altura de 24 cm.¹ El plantado usando varios métodos ha tenido éxito. Las provisiones con raíces desnudas y las plántulas silvestres transplantadas con prontitud sobrevivieron bien en buenos sitios, pero les tomó 6 meses para recuperarse del transplante (30). Las provisiones en contenedores sufrirían probablemente menos que las provisiones transplantadas. La siembra directa de semillas sin desyerbado resultó en una supervivencia del 48 al 91 por ciento después de 12 meses (30). Las malas hierbas y la vegetación baja en competencia no parecen afectar la supervivencia de manera negativa. La siembra directa de semillas en un sitio aclarado con sol pleno resultó en una supervivencia mucho menor. Tal vez la mejor estrategia para la regeneración artificial sería la de sembrar las semillas en sitios preparados, bajo un dosel ralo de árboles o arbustos que se podrán remover pocos años después. La regeneración natural de los rodales de pomarrosa en sitios adecuados es abundante y tendrá lugar bajo casi cualquier condición.

Reproducción Vegetativa.—Los árboles de pomarrosa rebrotan vigorosamente al ser cortados; se han observado numerosos rebrotes en tocones de hasta 60 cm (30). La especie se puede también reproducir mediante acodos (2) y a partir de estacas cortadas de plántulas y brinzales (15). No es necesario el tratamiento hormonal.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Los árboles de pomarrosa crecen de manera lenta por lo general. En los cerros húmedos de piedra caliza de Puerto Rico, las plántulas sembradas alcanzaron alturas de 0.8 m en 2 años, 3 m en 7 años y 4.5 m en 10 años. La pomarrosa no es un árbol grande. Alcanza una altura máxima de alrededor de 15 m y un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) máximo de alrededor de 40 cm (15). Mientras que los árboles originados de plántulas crecen lentamente, el crecimiento de árboles por medio de rebrotes es rápido (30). Un año después de la tala rasa, los árboles de pomarrosa produjeron rodales densos de rebrotes de hasta 3.6 m de altura. El crecimiento rápido continuó hasta que la densidad excesiva causó una reducción radical en la tasa de crecimiento. Un rodal de rebrotes de 6 años de edad en Puerto Rico promedió alrededor de 3 cm en d.a.p., 7.5 m de altura, 16,000 tallos por hectárea y un área basal de 37 m²/ha (30). Esto rendiría aproximadamente 139 m³/ha de volumen leñoso (calculado como el producto del área basal y la altura promedio, multiplicado por 0.5), o 23 m³/ha/año. Otro rodal de rebrotes, de 12 a 15 años de edad en el mismo sitio, promedió alrededor de 5 cm en d.a.p., 9 m de altura, 11,000 tallos por hectárea y 32 m²/ha, con un

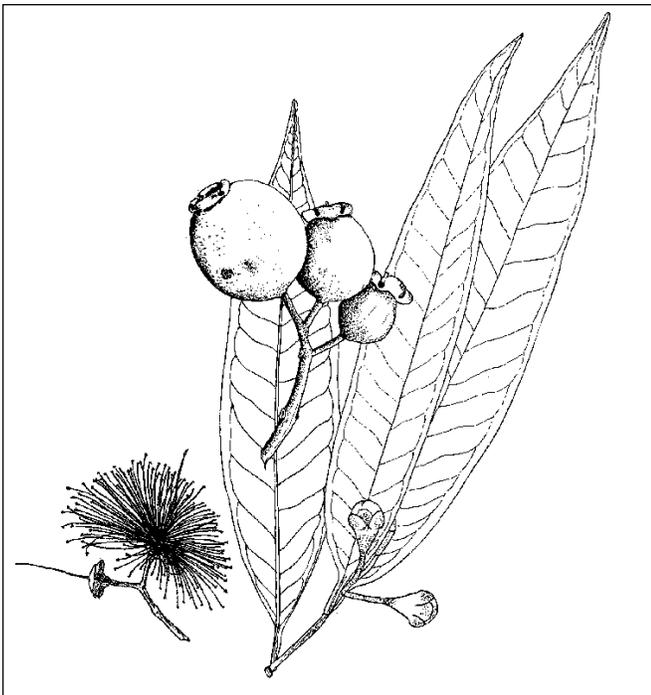


Figura 2.—Flores, frutos y hojas de la pomarrosa, *Syzygium jambos*.

¹Información archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Estación Experimental de los Bosques del Sur, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Río Piedras, PR 00928-5000.

rendimiento de aproximadamente 144 m³/ha o 11 m³/ha/año. El incremento periódico anual en d.a.p. en otro rodal mixto y un tanto más pobre (área basal = 15 m²/ha), originado también por rebrotes, fue de 0.13 cm por año en un espacio de 32 años (32).

Comportamiento Radical.—Las plántulas de pomarrosa desarrollan raíces pivotantes profundas y vigorosas. A medida que envejecen, el sistema radical lateral se vuelve de una importancia cada vez mayor. Eventualmente se desarrolla un sistema radical masivo (30). Mientras que las raíces masivas son útiles para la estabilización del suelo al margen de los ríos y en pendientes escarpadas (17), pueden dificultar la corta para despejar terrenos. Se desarrollan raíces adventicias en los troncos en áreas húmedas, y los acodos naturales (arraigamiento) ocurren cuando las ramas o los tallos doblados o prostrados hacen contacto con el suelo.

Reacción a la Competencia.—La pomarrosa es tolerante a la sombra (umbrófila). También es capaz de sobrevivir y crecer hasta el estrato medio de bosques secundarios de edad mediana o tardíos. En tierras agrícolas abandonadas, las plántulas crecen lentamente a través de las densas hierbas, gramíneas y matorrales (30). La pomarrosa a su vez proyecta una sombra muy densa, de manera que sus propias plántulas mueren si no encuentran aperturas, y sólo unas pocas especies de alta tolerancia pueden sobrevivir (12). La falta de cubierta vegetal baja debajo de los rodales densos de pomarrosa ha resultado en la erosión por capas en algunas áreas (30). Esto se puede aliviar mediante el entresacado para permitir una mayor penetración de luz.

La pomarrosa se puede comportar como una mala hierba en el establecimiento de plantaciones de otras especies madereras (31). La mayoría de las especies de plantación tendrán poca dificultad en crecer por encima de las plántulas de pomarrosa, pero los rebrotes en los tocones de árboles viejos de pomarrosa que han sido cortados deberán ser controlados hasta que los árboles a ser cosechados alcancen una altura de 3 m o más. Los árboles de pomarrosa de gran tamaño se matan con mayor facilidad mediante la corta y el envenenamiento del tocón, seguidos de la corta periódica de los rebrotes (31). El anillado puede ser efectivo, pero es lento. Se necesita de más de un año y se requiere de un tratamiento posterior al final del primer año para remover los rebrotes basales y cortar los puentes de corteza que se forman rápidamente a través del anillo. Los intentos en Puerto Rico para matar la pomarrosa con arsenito de sodio y el herbicida glifosato aplicado a los anillados con cortes incompletos no han sido exitosos.

Agentes Dañinos.—Un gran número de especies de insectos en Puerto Rico se han reportado alimentándose de las hojas, ramitas, flores y fruto de la pomarrosa (16). Una hormiga (*Myrmelachista ramulorum* Wheeler) que taladra las ramitas para reproducirse ha matado en ocasiones muchos de los vástagos terminales de los árboles. Sin embargo, no se sabe de insectos que sean una amenaza para la especie. Un hongo que a menudo crece sobre la superficie de las hojas da a los árboles una apariencia oscura y a veces grisácea (12), pero que se sepa no ocasiona un daño significativo. En Brasil, las hojas de la pomarrosa son atacadas por un hongo que causa un añublo, *Puccinia psidii* (3).

La madera de la pomarrosa es muy susceptible al ataque de la termita de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker)

(33). La madera muerta en el bosque es consumida por la termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren) (16). *Syzygium* spp. en Sri Lanka fue moderadamente resistente al escarabajo *Lyctus* spp., ya sea verde o como madera seca (29). El complejo *Syzygium* spp. en Fiji mostró una durabilidad moderada cuando infectada con tres hongos de la pudrición blanca y dos de la pudrición parda (21). La pomarrosa tiene la reputación de no ser durable en el suelo (14); sin embargo, se dice que es muy resistente a la pudrición cuando sumergida en agua (25).

USOS

La madera de la pomarrosa, de color marrón claro o crema-grisáceo, es dura y pesada, con una densidad de alrededor de 0.7 g por cm³ (14). Es de una fibra recta, fuerte y resistente (25). Se sabe poco acerca de las características del secado y trabajado a máquina de esta madera, tal vez porque rara vez es aserrada debido a su pequeño tamaño y forma pobre. La pomarrosa se usa más que nada para productos de madera rolliza. En las áreas rurales, la pomarrosa se usa para postes de cerca, para postes de corral y construcción, palillos para secar el tabaco y estacas para siembras de vegetales que necesiten soporte (30). Se puede rajar con facilidad, y las tablillas se usan para tejer cercas y divisiones, al igual que para cestos burdos (17, 27).

La madera de la pomarrosa es excelente para leña y carbón, los cuales son sus usos principales hoy en día (13). Su corteza contiene del 7 al 12 por ciento de tanino (10) y se podría usar en tenerías.

La pomarrosa, recomendada para rompevientos y leña en varios sistemas agroforestales en Costa Rica y Nicaragua (20), se ha usado en muchas áreas como rompevientos y cercas vivientes (15, 27). La pomarrosa se planta en muchas regiones como un árbol de ornamento (1, 8). Las vistosas flores de color crema, su follaje verde oscuro y su tamaño mediano contribuyen a su popularidad. La razón original por la que la pomarrosa se extendió a través de los trópicos fue por sus frutas, las cuales tienen el aroma característico de las rosas, son secas y poco carentes de sabor. Han perdido mucha de su popularidad, pero todavía se consumen a nivel local y se usan en la confección de jaleas, conservas y ensaladas de fruta (10, 13). El ganado, en particular el porcino, consume las frutas cuando se encuentran disponibles (12). Las raíces, la corteza y las semillas se usan en varios remedios caseros (19, 24). La pomarrosa es una buena planta para la producción de miel; las abejas producen una miel densa y de color ámbar de manera consistente a partir de su néctar (6, 10).

GENETICA

El género *Syzygium* se consideró en el pasado como parte del gran género *Eugenia*. Existen probablemente muchas revisiones que hacer para estos dos géneros. Los sinónimos botánicos son: *E. jambos* L., *Jambos jambos* (L.) Millsp., *Jambosa vulgaris* DC. y *Caryophyllus jambos* (L.) Stokes (13, 14).

LITERATURA CITADA

1. Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York, NY: MacMillan. 3639 p.
2. Benthall, A.P. 1946. The trees of Calcutta. Calcutta, India: Thacker Spink & Co., Ltd. 513 p.
3. Castro, H.A.; Krugner, T.L.; Inderiha, C.H.F. [y otros]. 1983. Cross inoculation of *Eucalyptus*, *Psidium guajava*, and *Syzygium jambos* with *Puccinia psidii*. Fitopatologia Brasileria. 8(3): 491-497.
4. Cook, O.F.; Collins, G.N. 1903. Economic plants of Puerto Rico. Contribution from the United States National Herbarium 8(3). Washington, DC: Smithsonian Institution. 269 p.
5. Corner, E.J.H. 1952. Wayside trees of Malaya. Singapore: U.C.G. Gatrell, Government Printer. 772 p.
6. Crane, Eva; Walker, Penelope; Day, Rosemary. 1984. Directory of important world honey sources. London: International Bee Research Association. 384 p.
7. Figueroa, Julio C.; Totti, Luis; Lugo, Ariel E.; Woodbury, Roy O. 1984. Structure and composition of moist coastal forests in Dorado, Puerto Rico. Res. Pap. SO-202. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 11 p.
8. Gamble, J.S. 1922. A manual of Indian timber. London: Sampson Low, Marston & Company. 866 p.
9. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
10. Irvine, F.R. 1961. Woody plants of Ghana. London: Oxford University Press. 868 p.
11. Lane-Poole, C.E. 1925. The forest resources of the territories of Papua and New Guinea. Canberra, Australia: The Government of the Commonwealth of Australia. 209 p.
12. Liogier, Henri Alain. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
13. Liogier, Henri A.; Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
14. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
15. Mahecha Vega, Gilberto E.; Echeverri Restrepo, Rodrigo. 1983. Arboles del Valle del Cauca. Bogotá, Colombia: Litografía Arco. 208 p.
16. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Department of Entomology. 303 p.
17. Natural History Society of Jamaica. 1946. Glimpses of Jamaican natural history. Kingston, Jamaica: Natural History Society of Jamaica. 97 p. Vol. 2.
18. Neal, Marie C. 1965. In gardens of Hawaii. Publicación Especial 50. Honolulu: Bernice P. Bishop Museum Press. 924 p.
19. Núñez Meléndez, Esteban. 1982. Plantas medicinales de Puerto Rico. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 498 p.
20. Oficina Forestal. 1986. Sistemas agroforestales. San José, Costa Rica: Organización para Estudios Tropicales y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 818 p.
21. Osboren, Lynette D. 1967. Comparative decay resistance of twenty-five Fijian timber species in accelerated laboratory tests. Pacific Science. 21(4): 539-549.
22. Parham, J.W. 1964. Plants of the Fiji Islands. Suva, Fiji: Government Press of Fiji. 353 P.
23. Powell, Dulcie. 1972. The botanic garden, Liguenea. Kingston, Jamaica: The Institute of Jamaica. 94 p.
24. Roig y Mesa, Juan T. 1945. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Habana: Ministerio de Agricultura, República de Cuba. 872 p.
25. Schiffino, José. 1945. Riqueza forestal dominicana. Trujillo, República Dominicana: Editora Montalvo. 291 p. Vol. 1.
26. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 750 p.
27. Swabey, Christopher. 1941. The principal timbers of Jamaica. Bull. 29 [nueva serie]. Kingston, Jamaica: Department of Science and Agriculture. 35 p.
28. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, England: Clarendon Press. 783 p.
29. Vivekanandan, K. 1964. An investigation of the nature and extent of insect attack on sixteen species of Ceylon timber. Ceylon Forester. 6 (3/4): 126-133.
30. Wadsworth, Frank H. 1943. Pomarrosa, *Jambosa jambos* (L.) Millsp. and its place in Puerto Rico. Caribbean Forester. 4(4): 183-194.
31. Weaver, Peter L.; Bauer, G.P. 1986. Growth, survival, and shoot borer damage in mahogany plantings in the Luquillo Forest in Puerto Rico. Turrialba. 36(4): 509-522.
32. Weaver, Peter L.; Nieves, Luis O. 1978. Periodic annual DBH increment in a subtropical moist forest dominated by *Syzygium jambos* (L.) Alston. Turrialba. 28(3): 253-256.
33. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.

John K. Francis

Tabebuia donnell-smithii Rose, conocido comúnmente como primavera, produce una madera valiosa usada en muebles, molduras y chapa decorativa. Este árbol de gran tamaño (fig. 1) se cultiva para la producción de madera y también como un árbol de ornamento, en parte debido a su impresionante despliegue estacional de flores amarillas.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural de la primavera (fig. 2) se extiende desde el estado mejicano de Nayarit a través de los estados de Chiapas y Veracruz (9, 16, 20) hasta Guatemala (11) y El Salvador (10, 14), y el área central de Honduras (8, 10). Esta área se encuentra entre las latitudes 13° y 21° N. Fuera de su área de distribución natural, la primavera se ha sometido a prueba como un árbol maderero en Costa Rica (4, 5), Hawaii (19), y Puerto Rico (15). Se ha plantado también como un árbol de ornamento en muchas áreas alrededor del mundo (2, 12, 17, 18, 23).



Figura 1.—Un árbol de primavera, *Tabebuia donnell-smithii*, de 36 años de edad creciendo en Puerto Rico.

Clima

La precipitación anual promedio en el área de distribución natural de la primavera varía entre alrededor de 1000 a 3000 mm por año, la mayoría de la cual tiene lugar durante el verano (8, 28). Durante los meses de enero, febrero y marzo tiene lugar una breve temporada seca de 2 a 3 meses de duración (21). La temperatura anual promedio varía entre 23 y 28 °C, y la temperatura promedio durante el mes más frío varía entre 17 y 23 °C (28). No ocurren heladas en el área de distribución natural de la primavera.

Suelos y Topografía

La primavera requiere de un buen sitio. En su área de distribución natural crece sobre suelos aluviales y suelos derivados de cenizas volcánicas, roca metamórfica y piedra caliza (10). Las texturas de suelo adecuadas van de margas arenosas hasta francos arcillosos, con unos valores de pH de entre 5.5 y 7.5. Los suelos bien drenados son los mejores, aunque los suelos un tanto excesivamente drenados y moderadamente bien drenados (sin subsuelos impermeables) pueden también producir buenos especímenes (6). Los terraplenes aluviales y las pendientes bajas coluviales constituyen las mejores posiciones topográficas; los suelos profundos son necesarios en áreas rocosas. La primavera crece desde elevaciones de cerca del nivel del mar hasta alrededor de 1,000 m (9).

Cobertura Forestal Asociada

En Chiapas (México), en las cuestas escarpadas sobre roca metamórfica entre elevaciones de 150 a 800 m, la primavera

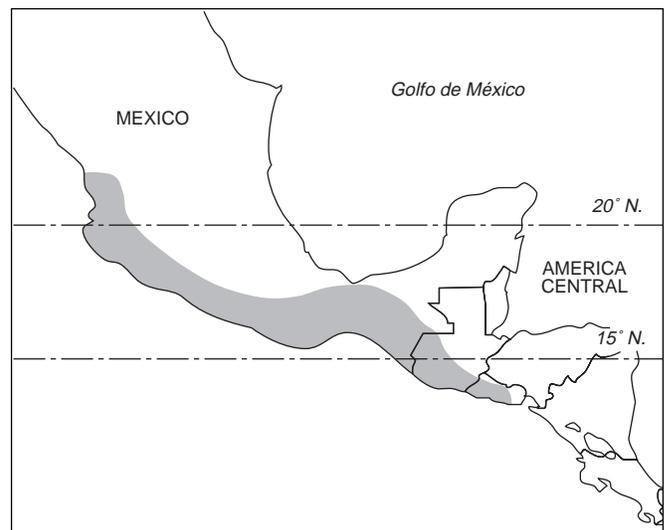


Figura 2.—Distribución natural de la primavera, *Tabebuia donnell-smithii*, en México y la América Central.

crece en bosques dominados por *Terminalia oblonga* (R. & P.) Steud. o *Virola guatemalensis* (Hemsl.) Warb., con los importantes socios *Aspidosperma megalocarpon* Muell.-Arg., *Myroxylon balsamum* (L.) Harms, *Vatairea lundellii* (Standl.) Killip, *Dendropanax arboreus* (L.) Planch. & Decne., *Calophyllum brasiliense* Camb., *Ficus crassiuscula* Warb., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Tetrorchidium rotundatum* Standl. y *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst. (22). Los bosques semi-caducifolios de las laderas hacia el Pacífico en el área central de México son a menudo huésped para las siguientes asociaciones que contienen primavera: *Astronium graveolens* Jacq., *Bernoullia flammea* Oliver, *Calophyllum brasiliense* Camb., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham., *C. elaeagnoides* DC., *D. arboreus*, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *F. cotinifolia*, *F. involuta* (Liebro.) Miq., *F. mexicana* Miguel, *Hura polyandra* Baill., *Luehea candida* (DC.) Mart., *Hymenaea courbaril* L., *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) Macbride., *Swietenia humilis* Zucc., *Tabebuia palmeri* Rose. y *T. rosea* (Bertol) DC. (20).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La primavera produce flores de color amarillo encendido, de 2 a 2.5 cm de ancho, en racimos al final de las ramas (14, 20). Las flores ocurren durante la estación seca (afoliar) y pueden durar por casi 2 meses (18). Las vainas con las semillas tienen de 25 a 50 cm de largo, son rectas, pendientes y de color marrón cuando maduras (20); se maduran 4 meses después de la florescencia (6) y liberan las semillas al rajarse.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas, las cuales se producen en gran cantidad, son delgadas, planas y se encuentran rodeadas de una ala papirácea. Existen alrededor de 170,000 semillas por kilogramo. Estas semillas livianas pueden viajar por cientos de metros en vientos fuertes. La recolección de las vainas puede comenzarse tan pronto como su color cambie de verde a marrón (10). Se pueden recolectar grandes cantidades de vainas de los árboles derribados en proyectos madereros; alternativamente, se pueden recoger cantidades pequeñas de semillas directamente del suelo. Cuando esparcidas sobre el suelo, las vainas se abren en 2 ó 3 días, pero las semillas deberán ser secadas por 1 ó 2 semanas adicionales para alcanzar un nivel de humedad del 5 al 6 por ciento para ser almacenadas (8). Las semillas se pueden almacenar en contenedores herméticos a temperatura ambiente por hasta 1 año (28).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas de primavera es epigea. Las semillas deberán ser germinadas en semilleros a la sombra en un medio fértil y flojo que se mantenga húmedo pero bien drenado. Las semillas deberán cubrirse con una capa ligera de arena fina o un medio similar para protegerlas contra la desecación. La densidad de las plántulas deberá ser de 540 semillas por metro cuadrado en el semillero (10). Las semillas germinarán en 12 a 18 días (28). Un lote de semillas en Puerto Rico tuvo una tasa de germinación del 19 por ciento (observación personal del autor). La irrigación de las nuevas plántulas no deberá ser excesiva, para evitar el mal del vivero. Las plántulas de primavera deberán ser transplantadas a bolsas

de vivero o almácigos a un espaciamiento de 0.3 por 0.3 m a las 3 semanas aproximadamente, o cuando tengan de 2.5 a 5 cm de alto (10). En las bolsas de vivero, las plántulas alcanzarán un tamaño plantable (40 cm de alto) alrededor de 4 meses después del trasplante. Las plántulas en los almácigos de vivero con el fin de obtener plantas tocones (plantas con las raíces desnudas y con la mayoría de la parte superior podada), deberán crecer hasta una altura de alrededor de 1 m. Esto deberá ocurrir de 7 a 9 meses después del trasplante (6). La parte superior se corta alrededor de 10 cm arriba de la superficie antes de que las plántulas sean alzadas. Las raíces se podan ligeramente y se sumergen en una mezcla pastosa de arcilla, se envuelven en musgo o tela de yute húmedas y se plantan en el terreno tan pronto como sea posible. Este tipo de provisiones plantables se ha usado con gran éxito en Honduras (6). Se requiere de un espaciamiento considerable debido a la necesidad de sol pleno y a su crecimiento rápido. El espaciamiento de la primavera en plantaciones en Honduras fue por lo general de 9 por 4.5 m (240 árboles por ha). Se han probado espaciamientos más estrechos, pero sin ninguna mejora en la forma.

Reproducción Vegetativa.—Los árboles jóvenes de primavera son capaces de rebrotar al ser cortados, por lo menos hasta cuando alcanzan un tamaño de poste.

Etapas del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Existe una cantidad limitada de información con respecto al crecimiento de la primavera. Parece que un crecimiento de 1.5 a 2 m por año es posible en los sitios buenos más o menos por los primeros 10 años. El crecimiento en altura disminuye gradualmente hasta que se alcanza una altura máxima de 25 a 35 m. El crecimiento en diámetro en los buenos sitios varía entre alrededor de 1 y 3 cm por año. Es posible alcanzar un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de hasta alrededor de 1 m (10). En la tabla 1 se reportan alturas y d.a.p. promedio para un número de plantaciones de varias edades alrededor del mundo. Las plantaciones en Cambalache, Puerto Rico, tuvieron una supervivencia alta pero un crecimiento pobre debido a que el suelo fue muy poco profundo y se encontraba sobre piedra caliza porosa.

En los rodales naturales en México, los árboles de primavera cosechables se encuentran a menudo muy esparcidos, con el promedio no excediendo cinco árboles por hectárea (16). Una plantación de 32 años de edad en Guatemala promedió alrededor de 2 m³ por árbol; un rodal con una provisión plena podría rendir 446 m³, o 14 m³ por ha por año (11). Otra fuente menciona unas cifras para la producción potencial de la especie de 20 a 30 m³ por ha por año (28). Se ha sugerido una rotación de 35 años para la producción de maderos aserrables (10). En los mejores sitios, 30 años serían probablemente suficientes para la producción de maderos de gran tamaño y de buena calidad.

Por lo general, la forma de la primavera es excelente (28). La supresión puede causar una ramificación baja y una inclinación hacia la luz (6). Debido a esto, el plantado bajo cubierta vegetal con una liberación durante el siguiente año ha mostrado ser un método para el establecimiento que deja mucho que desear. Se pueden observar bifurcaciones en el tallo frecuentemente durante el crecimiento normal y, a pesar de que un líder dominará eventualmente al otro, se desarrollan unas curvaturas leves en esos puntos. Este

defecto se puede evitar mediante la poda de una de las ramas cada vez que se forme una bifurcación (6).

Comportamiento Radical.—Las plántulas desarrollan una raíz pivotante profunda, fuerte y carnosa. Unas grandes raíces laterales se desarrollan de manera gradual. Los árboles de primavera tienen unos contrafuertes pequeños, y se puede desarrollar un acanalamiento en los árboles de gran tamaño.

Reacción a la Competencia.—La primavera es muy exigente en cuanto a la cantidad de luz. Es una especie pionera y sus semillas germinan de manera habitual en tierras agrícolas abandonadas, en áreas perturbadas y al margen de los caminos en su área de distribución natural (6). Las plántulas y los árboles jóvenes pueden sobrevivir por varios años bajo los árboles maternos u otras especies secundarias con copa abierta, pero crecerán muy poco sin luz solar plena. La primavera que crece de manera natural se ve por lo usual reemplazada después de la primera generación por especies más tolerantes a la sombra que se reproducen por medio de semillas a medida que el rodal se desarrolla. La alta mortalidad y el crecimiento lento pueden ocurrir en plantaciones si el estrato superior previo no es removido por completo o si los rebrotes y las hierbas no son controlados de manera adecuada después del plantado. En los sitios buenos, el desyerbado por lo usual es necesario sólo por un espacio de 2 años, ya que la primavera usualmente posee una altura mayor que las hierbas y el matorral a esa edad (6). Se pueden sostener unas áreas basales considerables

Tabla 1.—Diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) promedio y altura en varias plantaciones de primavera, *Tabebuia donnell-smithii*, en cuatro diferentes países

Localidad	Edad	D.a.p.	Altura	Referencia	
	Años	cm	m		
Puerto Rico					
Cambalache	2	nd*	1.5	(24)	
	4	3.8	3.4	(25)	
	36	10.9	11.4	†	
Catalina	2	nd	3.0	(24)	
	4	11.4	9.1	(25)	
	10	18.2	13.2	‡	
	36	47.5	31.0	†	
Honduras					
Cortez	4	nd	2.3	(21)	
Costa Rica					
La Isla	14	15.6	nd	(7)	
Campo Gama	2	nd	3.0	(7)	
	6	18.1	nd	(7)	
Desechada 507	9	23.2	nd	(7)	
	10	18.8	14.1	(4)	
	Parcela Radial 105	8	9.0	10.8	(4)
	Parcela Radial 106	4	10.5	11.5	(4)
Parcela Radial 108	6	6.3	6.9	(4)	
Hawaii					
Oahu	5.6	nd	2.4	(29)	
Sitio sin identificar	40	51.0	17.0	(19)	

* No disponible.

† Mediciones hechas por el autor.

‡ Información archivada en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Estación Experimental de los Bosques del Sur, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Río Piedras, PR, 00928-5000.

en los rodales maduros. Una parcela de 36 años de edad en Puerto Rico contuvo un área basal de 87 m² por ha.

Agentes Dañosos.—No se han reportado enfermedades serias o problemas serios con plagas de insectos. Un insecto sin identificar destruye algunas de las semillas producidas por los árboles en Puerto Rico. El grado de resistencia de la madera a las termitas se desconoce. El duramen de la primavera es por lo general muy durable cuando expuesto a los hongos de la pudrición blanca y parda, y soporta bien la exposición a los elementos (27). Sin embargo, su durabilidad es variable, al igual que muchas de las propiedades de la madera de la primavera (7).

USOS

La primavera es un árbol maderero importante en su área de distribución natural. Sus maderos alcanzan un gran precio (1), y se reporta que el grado de rendimiento es extremadamente bueno para una especie frondosa de madera dura (13). A pesar de que la abundancia de la primavera en bosques naturales se ha visto reducida debido a la corta excesiva, los programas de plantación prometen incrementar la cantidad de madera disponible (6, 11, 16). La madera es de color crema, amarillo o marrón claro, a menudo con listas o bandas y sin una transición definida entre la albura y el duramen (7). La fibra es de recta a variegada y la textura de mediana a tosca. El peso específico es de alrededor de 0.44 g por cm³, y el contenido de humedad de la madera verde es de alrededor del 62 por ciento (27). La madera se seca al aire con rapidez con poca degradación (27). La madera con un contenido de humedad del 12 por ciento tiene una resistencia al doblado de 6,571 newtons por cm², un módulo de elasticidad de 717 newtons por cm² y una resistencia máxima a la compresión de 3,861 newtons por cm² (7). Durante el secado, la madera de la primavera se encoge un 3.1 por ciento radialmente, 5.2 por ciento tangencialmente y 8.7 por ciento volumétricamente (26). La madera se aserra y se trabaja a máquina con mucha facilidad y toma un buen acabado (7). Los usos principales para la madera de primavera son para muebles, chapa decorativa, molduras, maderos estructurales y leña (3).

La primavera es un buen árbol de sombra a la orilla de los caminos, en parques y en propiedades de buen tamaño. A pesar de que pierde sus hojas durante la estación seca, su impresionante despliegue de flores amarillas compensa más que suficientemente cualquier pérdida en su apariencia.

GENETICA

El género *Tabebuia* contiene alrededor de 100 especies en la América tropical y subtropical (9). La primavera es similar a *T. millsii* (Miranda) A. Gentry, la cual crece en el sur de México, con una población descoyuntada en Venezuela. Se pueden encontrar formas intermedias entre estas dos especies, y es posible que ambas sean en realidad una sola especie (9). Los sinónimos botánicos para la primavera son *Roseodendron donnell-smithii* (Rose) Miranda y *Cyristax donnell-smithii* Rose (14).

LITERATURA CITADA

1. Aguilar, G. José I. 1958. Relación de unos aspectos de la flora útil de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Dirección General Forestal. 379 p.
2. Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York: MacMillan. 3639 p. Vol. 3.
3. Barajas Morales, Josefina; Echenique Manrique, Ramón; Carmona Valdovinos, Tomás. 1979. La madera y su uso en la construcción. Número 3. Xalapa, Veracruz, México: Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. 70 p.
4. Camacho M., Pablo. 1981. Ensayos de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales en Costa Rica. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Forestal. 256 p.
5. Combe, Jean; Gewald, Nico J. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 378 p.
6. Chable, A.C. 1967. Reforestation in the Republic of Honduras, Central America. Ceiba. 13(2): 1-56.
7. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
8. Food and Agriculture Organization. 1955. Tree seed notes. Forestry Development Paper 5. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 354 p.
9. Gentry, A.H. 1982. Flora de Veracruz: Bignoniaceae. Fascículo 24. Xalapa, Veracruz, México: Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. 222 p.
10. Glesinger, Egon. 1960. Prácticas de plantaciones forestales en América Latina. Forestry Development Notes 15. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 499 p.
11. Holdridge, L.R.; Lamb, F. Bruce; Mason, Bertell M. 1950. The forest of Guatemala. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas e Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala. 135 p.
12. Holdridge, L.R.; Poveda A., Luis J. 1975. Árboles de Costa Rica. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical. 546 p. Vol. 1.
13. Kukachka, B. Francis. 1958. Primavera. Foreign wood series 2,021. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 11 p.
14. Little, Elbert L., Jr.; Woodbury, Roy O.; Wadsworth, Frank H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 449. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 1024 p. Vol. 2.
15. Marrero, José. 1965. Survival and growth of bagged and barerooted Honduras pine, cadam, and primavera. Research Note ITF-3. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 4 p.
16. Mell, Clayton D. 1942. Timber conditions in Mexico. Pulp and Paper Magazine of Canada. 43: 775.
17. Menninger, Edwin A. 1962. Flowering trees of the world, for Tropics and warm climates. New York: Hearthsides Press Incorporated. 336 p.
18. Neal, Marie C. 1965. In gardens of Hawaii. Publicación Especial 50. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum Press. 924 p.
19. Nelson, Robert E.; Schubert, Thomas H. 1976. Adaptability of selected tree species planted in Hawaii forests. Resour. Bull. PSW-14. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 22 p.
20. Pennington, T.D.; Sarukhan, José. 1968. Árboles tropicales de México. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Food and Agriculture Organization of the United Nations. 413 p.
21. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Informe Técnico 79. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 724 p. Vol. 2.
22. Rzendowski, J. 1981. Vegetación de México. Ciudad de México, México: Editorial Limusa. 432 p.
23. Sturrock, David; Menninger, Edward A. 1946. Shade and ornamental trees for south Florida and Cuba. Stuart, FL: Stuart Daily News, Inc. 172 p.
24. U.S. Tropical Forest Experiment Station. 1950. Primavera makes rapid early growth in Catalina. Caribbean Forester. 11(2): 75, 99.
25. U.S. Tropical Forest Experiment Station. 1951. Recently introduced species tested. Caribbean Forester. 13(1): 18, 41.
26. Wangaard, Fredrick F. 1949. Tropical wood research for the furniture industry. En: Proceedings of the National Annual Meeting; 1949 May 2-4; Grand Rapids, WI. Madison, WI: Forest Products Research Society: 72-84.
27. Wangaard, Fredrick F.; Muschler, Arthur F. 1952. Properties and uses of tropical woods, III. Tropical Woods. 98: 149-154.
28. Webb, Derek B.; Wood, Peter J.; Smith, Julie P.; Henman, G. Sian. 1984. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Tropical Forest Papers 15. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. 256 p.
29. Whitesell, Craig D.; Walters, Gerald A. 1976. Species adaptability trials for man-made forest in Hawaii. Res. Pap. PSW-118. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 29 p.

Tabebuia heterophylla (DC.) Britton

Bignoniaceae

Familia de las bignonias

Peter L. Weaver

Tabebuia heterophylla (DC.) Britton, conocido como roble blanco en español y white-cedar en inglés, es un árbol de tamaño de pequeño a mediano, caducifolio en su mayor parte y con vistosas flores de color rosado. Crece en cualquier tipo de suelo y se adapta a los suelos pobres o degradados si hay humedad disponible. Apreciado como un árbol maderero, ha sido plantado extensamente tanto para la reforestación como para los propósitos ornamentales. La madera, fuerte y dura, se usa para muchos productos y es preferida para la construcción de botes en las Antillas Menores.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El roble blanco es nativo a Puerto Rico y se encuentra ampliamente distribuido a través de las Indias Occidentales desde la isla de Española hasta Grenada y Barbados. Se ha naturalizado en las Islas Bermudas y se planta en el sur de la Florida (16).

En Puerto Rico, la especie se encuentra ampliamente diseminada en los pastizales abandonados y en los bosques secundarios y se le encuentra en los bosques naturales secos o húmedos, a excepción de las mayores elevaciones en la Sierra de Luquillo y la Cordillera Central. En otras partes del Caribe, el roble blanco es particularmente común en las arboledas costeras secas y en los bosques secundarios.

Clima

En Puerto Rico, el roble blanco se encuentra principalmente en las zonas de vida forestales subtropical seca, subtropical húmeda y subtropical muy húmeda (12, 15), en donde la precipitación anual varía entre alrededor de 850 y 2500 mm. La temperatura varía entre un mínimo promedio durante el mes de enero de 16 °C y un máximo promedio de 31 °C en el mes de agosto (5). La evapotranspiración potencial en esas mismas regiones varía entre 1400 y 1900 mm anuales, los valores menores proviniendo de la región montañosa interior.

A través de las Indias Occidentales, el roble blanco se encuentra principalmente en las áreas en donde la precipitación anual varía entre alrededor de 1000 y 2500 mm (tabla 1). No existen heladas en ninguno de estos sitios.

Suelos y Topografía

En Puerto Rico, el roble blanco se encuentra en suelos arenosos, de piedra caliza y de arcilla densa, con una reacción ácida o alcalina y de un origen residual, aluvial o coluvial. Sin embargo, parece crecer mejor en las arcillas profundas. El roble blanco es una especie cosmopolita y se encuentra en todos los suelos hasta este punto identificados en Puerto Rico.

Roble blanco, white cedar

El orden de suelo más común en la isla es el Inceptisol. Fisiográficamente es más común en las pendientes y las cimas (19), pero se le encuentra también en los llanos adyacentes a los lechos de los ríos (8). Es, en general, tolerante de los sitios degradados y las tierras agrícolas abandonadas, en donde tiende a formar unos rodales casi puros.

En Puerto Rico, el roble blanco se planta en los sitios pobres para proveer de una cobertura y para mejorar el suelo. Se recomienda para el plantado en las pendientes uniformes y convexas, a la vez que en las cimas, en donde las plantaciones de prueba han establecido que es una especie prometedora para la reforestación (21). Ha prosperado también en los sitios húmedos y pantanosos.

Cobertura Forestal Asociada

En Puerto Rico, el roble blanco se asocia con el algarrobo (*Hymenaea courbaril* L.), el laurel avispillo (*Ocotea coriacea* (Sw.) Griseb.), el guamá (*Inga laurina* (L.) Willd.) y el laurel

Tabla 1.—Presencia del roble blanco, *Tabebuia heterophylla*, en los bosques tropicales del Hemisferio Occidental

Islas	Tipos de bosque*
Puerto Rico	Bosque seco siempreverde Bosque montano bajo pluvial
Nevis	Bosque seco siempreverde
St. Kitts	Bosque seco siempreverde
Dominica	Chaparrales secos Prados sujetos a incendios
St. Lucia	Arboledas litorales Chaparrales secos Arboledas secundarias
St. Vincent	Chaparrales secos
Grenadines	Chaparrales secos
Grenada	Chaparrales secos
Antigua	Arboledas secundarias
Barbuda	Tierras arbustivas
Anguilla	Tierras arbustivas
Barbados	Chaparrales secos
Martinica	Bosques estacionales Chaparrales secos
Guadeloupe	Chaparrales secos Arboledas litorales
Islas Vírgenes de Gran Bretaña	Chaparrales secos Bosque pluvial xerofítico

*El roble blanco se puede encontrar a través de las Islas de Barlovento y Sotavento como un componente de la Flora de Zonas Secas, con una precipitación de entre 900 y 1700 mm por año. En todos los casos, las clasificaciones son de acuerdo a Beard (1, 2, 3).

geo (*Ocotea leucoxydon* (Sw.) Mez.) en el bosque seco siempreverde (clasificado de acuerdo a Beard, 1, 2, 3). En el bosque montano bajo pluvial en la Sierra de Luquillo, se encuentra asociado con el guamá, el yagrumo macho (*Schefflera morototoni* (Aubl.) Decne. & Planch.), el palo de matos (*Ormosia krugii* Urban), el achiotillo (*Alchornea latifolia* Sw.) y varias especies de plantas compuestas, todas las cuáles son unos constituyentes de la vegetación secundaria (8).

En las Islas de Barlovento y Sotavento (Windward y Leeward Islas), el roble blanco se encuentra con frecuencia con las mismas especies listadas para el bosque seco siempreverde de Puerto Rico. Beard (2) las clasificó como la Flora de Zonas Secas, dentro de la cual los bosques secos siempreverdes, los chaparrales secos y las arboledas litorales son los principales tipos de bosque.

CICLO VITAL

El roble blanco maduro en Puerto Rico se puede identificar con facilidad por sus hojas opuestas y palmeadas compuestas, una corteza arrugada y una copa estrecha y columnar (fig. 1). Es un árbol de tamaño de pequeño a mediano que alcanza una altura de 18 m y un diámetro de 60 cm. Durante las etapas de plántula y de brinzal, el roble blanco es una especie pionera agresiva.

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores perfectas, de tamaño grande y de color de blanco a morado claro, aparecen de pocas a varias en número, en agrupaciones terminales y laterales y ocasionalmente de manera individual. En Puerto Rico, la florescencia ocurre más que nada durante la primavera (la estación seca) y se ve acompañada por una pérdida total de las hojas (11, 16). Una florescencia esporádica ocurre durante otros períodos. Las frutas aparecen en mayo y junio, con una caída de las frutas ocurriendo de julio a septiembre. Las frutas maduras, unas vainas en forma de cigarro de color pardo oscuro, se pueden encontrar en el árbol durante la mayor parte del año (16).

En 55 estaciones de recolección, consistiendo de cestas de malla con un área de 0.5 m² cada una, colocadas al azar en el bosque subtropical muy húmedo de Puerto Rico, el roble blanco botó 39 frutas en 39 meses. De las 38 especies observadas, el roble blanco se ubicó como la número 37 con respecto al número de frutas recolectadas (11).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las frutas son unas vainas de aproximadamente 8 a 20 cm de largo y 6.5 mm de diámetro. Las vainas contienen muchas semillas aladas, cada una de alrededor de 2 cm de largo. La cápsula se raja a lo largo de dos líneas y las semillas se ven dispersadas a unas distancias del árbol materno que alcanzan hasta 100 m o más, dependiendo de las condiciones de tiempo. La dispersión ocurre a través del viento. Las semillas germinan en áreas abiertas y forman unos rodales de plántulas densos.

Varios experimentos con semillas fueron efectuados en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical durante la mitad de la década de 1940. Se contaron alrededor de 70,000 semillas secadas al aire por kilogramo, con un contenido de humedad de 31 por ciento, basado en el peso seco de las

semillas. Las semillas sembradas directamente en semilleros después de la recolección en el campo mostraron una tasa de germinación del 90 por ciento en un espacio de 2 semanas. Una espera de 3 semanas para sembrar las semillas redujo la viabilidad a alrededor del 55 por ciento y después de 5 semanas no hubo germinación alguna. Se intentó el almacenamiento de las semillas por largos períodos usando unos contenidos de humedades de 100, 75, 50 y 25 por ciento a temperatura ambiente y a 4 °C. La mejor germinación después de 25 meses, de cerca del 55 por ciento, se obtuvo con la combinación usando el más bajo contenido de humedad y la más baja temperatura.



Figura 1.—Un roble blanco, *Tabebuia heterophylla*, mostrando su copa estrecha y columnar; característica incluso de los árboles creciendo a campo abierto.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación del roble blanco es epigea. Durante experimentos efectuados por el personal del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical se estableció al roble blanco en dos regiones por medio de la siembra al vuelo, la siembra de las semillas en parches y el plantado, todos en tierras que habían sido quemadas y taladas en una faja de 1 m de ancho o en tierra sin tratamiento alguno. La siembra directa de semillas no tuvo éxito. Las provisiones de vivero sobrevivieron, aunque las plántulas sufrieron una muerte de terminales y no se recobraron sino hasta después de 6 a 8 meses. El tratamiento de los sitios no influyó la supervivencia, debido a que las gramíneas crecieron rápidamente en todas las áreas bajo estudio y compitieron con los trasplantes. Las plántulas crecieron con lentitud después de su recuperación.

Se encontró que fue preferible el trasplante de plántulas silvestres que el de las provisiones de vivero, debido a su abundancia y a sus mejores sistemas radicales (20). Sin embargo, en algunos casos se observó la muerte del vástago líder. Posteriormente se intentó el uso de plántulas silvestres podadas y de plantíos silvestres bajo cubierta forestal, pero ninguno dió mejores resultados. La supervivencia fue siempre buena, pero sin una mejora en el crecimiento.

La lección aprendida de las pruebas usando plántulas silvestres de roble blanco fue que la supervivencia es alta, incluso en los suelos anegados y en las cimas expuestas. Las hojas se pierden después del trasplante y las plántulas silvestres requieren de aproximadamente 6 a 8 meses para recuperarse, si la precipitación es adecuada. De las clases de acuerdo al tamaño sometidas a prueba, alcanzando hasta 60 cm, los mejores resultados se obtuvieron con las plántulas silvestres de mayor tamaño. El crecimiento subsecuente en todos los casos fue lento y promedió aproximadamente 1.8 m en 2 años.

Reproducción Vegetativa.—Se sometieron esquejes de roble blanco a prueba en suelos densos y degradados en el Bosque de Luquillo y Carite, pero sólo unas pocas sobrevivieron (19, 21). Se han observado postes de cerca de roble blanco rebrotando (26), pero no se puede confiar en la reproducción vegetativa para la reforestación.

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El roble blanco se regenera bien en el campo abierto y se desarrolla en un rodal de plántulas denso, después de lo cuál parece estancarse. Este fenómeno puede ser parcialmente atribuible a los suelos infértiles y poco profundos y a la exposición. La densidad de los rodales de plántulas puede ser también un factor.

Las plantaciones establecidas en Puerto Rico muestran que los tallos dominantes y codominantes promediaron alrededor de 1 m en crecimiento en altura y 1 cm en crecimiento en diámetro anualmente para un período de 11 a 14 años (tabla 2). El crecimiento anual en área basal fue de alrededor de 1.5 m² por hectárea. El crecimiento en altura en Hawaii fue menor, pero las mediciones se efectuaron en árboles más pequeños y por un período de tiempo menor.

Dentro del bosque natural, el incremento en el diámetro varía entre 0.28 y 0.39 cm por año para todos los sitios, a excepción de las cimas de piedra caliza, en donde el crecimiento fue de solamente 0.13 cm (tabla 2). En un estudio de varios árboles productores dentro del compartimiento de Sabana del Bosque de Luquillo, se encontró que el roble blanco creció significativamente más lentamente que las demás especies (9). Las diferencias en las clases de acuerdo a la copa fueron evidentes. En más de 435 árboles dentro del compartimiento de Sabana 8, el crecimiento anual en diámetro para los dominantes fue de 0.38 cm, para los

Tabla 2.—Información sobre el crecimiento del roble blanco, *Tabebuia heterophylla*, en el Hemisferio Occidental

Localidad	Características del sitio			Rodal		Incremento anual promedio		
	Elevación	Precipitación	Suelo	Edad*	Densidad	Altura	D.a.p.	Area basal
		anual						
	<i>m</i>	<i>mm</i>		<i>Años</i>	<i>Tallos/ha</i>	<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>m²/ha</i>
Plantaciones								
Puerto Rico								
Luquillo† (25)	300	3050	arcilla residual	11	nd‡	1.3	1.18	1.82
Luquillo† (25)	250	2550	arcilla residual	14	1,000	1.0	0.93	1.29
Luquillo (19)	360	2700	cresta erosionada	5	400	0.5	0.71	0.32
Hawaii (28)	30 a 625	2250 a 5600	detrito pedregoso	5.3	nd	0.6 a 0.7	nd	nd
Hawaii (28)	180	700	arcilla pedregosa	5.6	nd	0.3	nd	nd
Bosque Natural								
Puerto Rico								
Sabana (9)	180 a 360	2300	arcilla ácida profunda	17	nd	nd	0.28	nd
Río Grande (9)	420 a 600	3300	arcilla ácida profunda	17	nd	nd	0.35	nd
Cubuy	300 a 550	2000	marga arcillosa	17	nd	nd	0.30	nd
St. Just (27)	60	1900	arcilla poco profunda	2	2,150	nd	0.38	nd
Cambalache (27)	60	1400	cima de piedra caliza	25	4,350	nd	0.13	nd
El Verde (24)	450	3000	arcilla ácida	2	nd	nd	0.38	nd
Luquillo, pie de la Sierra (24)	200	2500	arcilla ácida	11	2,420	nd	0.39	nd
Luquillo, pie de la Sierra (24)	200	2500	arcilla ácida	11	2,700	nd	0.28	nd

*La edad en los bosques naturales corresponde al período de tiempo en que se efectuaron las mediciones.

†El incremento en el crecimiento se registra para los tallos dominantes y codominantes.

‡No disponible.

codominantes de 0.32 cm, para los intermedios de 0.21 cm y para los tallos suprimidos de 0.09 cm. Además, el crecimiento en diámetro aumentó con el incremento en las clases por diámetro, debido tal vez a la más favorable posición competitiva dentro del dosel (10).

A partir de una muestra de 360 árboles variando en diámetro desde 9 a 40 cm y creciendo en un rodal secundario entresacado, se estimó que el roble blanco alcanzaría la clase diamétrica de 40 cm en un período de aproximadamente 100 años.

Comportamiento Radical.—El uso de plántulas silvestres como provisiones para el plantado reveló que el roble blanco joven desarrolla un tallo grueso y un sistema radical bien desarrollado a una edad temprana (20).

Reacción a la Competencia.—La silvicultura del roble blanco fue también investigada por el personal del Instituto durante la mitad de la década de 1940. Las plántulas silvestres de roble blanco plantadas bajo un rodal de *Casuarina equisetifolia*, una especie usada para proveer de una sombra ligera, mostraron una supervivencia del 80 por ciento después de 18 meses, pero el crecimiento fue muy lento. En otro experimento con plántulas de vivero cultivadas bajo sombra vs. bajo sol, se observó un crecimiento en altura 40 por ciento mayor con las condiciones más expuestas después de 5 meses. Las plántulas en la sombra crecieron muy poco. Bajo condiciones naturales, las plántulas silvestres son capaces de sobrevivir en la sombra por varios años sin ningún crecimiento aparente (20).

El roble blanco se regenera y forma rodales puros en los pastos y los suelos degradados, en particular en pendientes y cimas elevadas en condiciones expuestas, en donde la competencia con los árboles más tolerantes, grandes y de crecimiento más rápido está ausente (19). Las plantaciones de plántulas de roble blanco silvestres requieren por lo usual del desyerbado cuando las gramíneas son densas, uno a los 6 meses y un segundo a los 18 meses, aproximadamente. Las plantaciones deberán tener unos espaciamientos estrechos, no más de 1.8 por 1.8 m, de manera que se desarrolle una cobertura vegetal en la superficie de manera rápida (20).

Dentro del bosque montano bajo pluvial (1, 2, 3) de la Sierra de Luquillo, el roble blanco se encontró en cuatro de seis parcelas permanentes con un total de 2.1 hectáreas que han sido observadas y medidas desde la mitad de la década de 1940. De las 30 especies estudiadas, el roble blanco ocupó el lugar número 25 en densidad, el 14 en cuanto a la dominancia del área basal y el 15 en cuanto al volumen (4). Además, en una escala de 1 (la más tolerante) a 29 (la más pionera), el roble blanco mereció el número 20 en su tolerancia a la sombra entre las especies forestales de la Sierra de Luquillo (23). La escala consideró la presencia de semillas, plántulas y árboles del sotobosque dentro del bosque. Tomando todo en cuenta, el roble blanco se clasificó como intolerante a la sombra.

La persistencia del roble blanco en el bosque natural, a pesar de su lento crecimiento, se puede atribuir en gran medida a su capacidad para sobrevivir en sitios pobres en donde la competencia se ve minimizada.

Agentes Dañinos.—En el bosque natural, los patógenos no parecen ser de consecuencia alguna. Sin embargo, las ramas de los árboles urbanos y a la orilla de las carreteras se ven a menudo deformadas y adquieren una apariencia de escobilla ("escoba de bruja"), aparentemente debido a un virus transmitido por el saltamontes *Protalebra tabebuiae* (7). El insecto también defolia el árbol o causa que sus hojas se

tornen amarillas y caigan prematuramente (16, 22). Una enfermedad similar en una especie estrechamente relacionada, *Tabebuia pentaphylla*, se observó en árboles cultivados como sombra para el cacao en la península Paria de Venezuela (6). Debido a los numerosos problemas con patógenos, algunas autoridades han recomendado que se usen miembros cercanos del mismo género como substitutos en los plantíos de ornamento.

Una muerte de terminales se observó en un 3 por ciento de los árboles en tiestos en el vivero de Cambalache en la costa norte de Puerto Rico y se atribuyó a *Botryodiplodia* spp. (13). Los trasplantes de una área boscosa cercana a un campo de golf cerca del pueblo de Dorado se vieron infestados por un barrenador de los vástagos, probablemente *Pachymorphus subductellus* (14).

El duramen se considera como moderadamente durable en contacto con el suelo, pero como susceptible a la termita de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (10, 29) y a la polilla de mar (16). Además, la madera se considera solamente como moderadamente buena en cuanto a su resistencia a los elementos. La madera sin pintar pierde su superficie lisa y desarrolla un cuarteamiento considerable (17).

USOS

El duramen es de un color pardo claro o dorado y no se distingue de la albura con facilidad. La fibra es de recta a entrelazada y el peso específico es de aproximadamente 0.55. La madera se seca con rapidez con poca torcedura y es considerablemente fácil de trabajar, tasándose como moderada para el cepillado, excelente para el taladrado, el enmechado y el lijado y buena para el torneado. La penetración y la absorción de los preservativos es baja, incluso en la albura (10, 16, 17, 18). La madera es dura y fuerte para su peso.

La apariencia y las propiedades técnicas del roble blanco se asemejan tanto a las del encino (*Quercus* spp.) como a las del Fresno. La madera se usa extensamente para pisos, muebles, ebanistería, molduras interiores, mangos de herramientas, chapa decorativa, botes, yugos para bueyes, maquinaria de molinos y artículos deportivos. La madera de menor calidad es adecuada para cajas, jabas, moldes para concreto y artículos similares y a veces para postes y pértigas (16, 17, 18).

Las grandes flores del roble blanco y su copa estrecha y columnar lo han convertido en un favorito para la ornamentación de jardines y a lo largo de las carreteras a través de Puerto Rico. En algunos casos se ha observado la florescencia unos pocos años después del plantado (22).

El árbol crece bien en los suelos agrícolas abandonados y está particularmente adaptado a los sitios degradados. Los dasónomos lo han plantado en fincas abandonadas, en donde su crecimiento ha sido lento, pero satisfactorio.

El roble blanco se ha clasificado también como una fuente de néctar para las abejas.

GENETICA

Tabebuia heterophylla es una especie variable que ha sido separada en subespecies, o especies relacionadas, por varios autores. Entre los sinónimos considerados por algunos como

variedades se incluyen a *T. pallida* (Lindl.) Miers y *T. dominguisis* Urban (18).

El roble blanco en Puerto Rico típicamente tiene cinco hojuelas. En las áreas secas y los matorrales costeros en las Antillas Menores, los árboles son de menor tamaño, las frutas y las semillas son más pequeñas y el número de hojuelas disminuye a tres o a veces a una sola hojuela. Otra variación encontrada en Guadeloupe, Dominica y la Martinica tiene una sola hoja elíptica ancha (16).

LITERATURA CITADA

1. Beard, J.S. 1944. Climax vegetation in tropical America. *Ecology*. 25(2): 127-158.
2. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford: Clarendon Press. 192 p.
3. Beard, J.S. 1955. The classification of tropical American vegetation-types. *Ecology*. 36(1): 89-100.
4. Briscoe, C.B.; Wadsworth, F.H. 1970. Stand structure and yield in tabonuco forests of Puerto Rico. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission: B79-89.
5. Calvesbert, R.J. 1970. Climate of Puerto Rico and U.S. Virgin Islands. Climatography of the U.S. 60-52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Sciences Administration, Environmental Data Service. 29 p.
6. Ciferri, R. 1949. La escoba de bruja de algunos árboles de sombrío del cacao (*Erythrina* y *Tabebuia*) en Venezuela. Una enfermedad de origen no criptogámico. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*. Medellín, Colombia. 10(34): 143-147.
7. Cook, M.T. 1938. The witches' broom of *Tabebuia pallida* in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*. 22: 441-442.
8. Crow, T.R.; Grigal, D.F. 1979. A numerical analysis of arborescent communities in the rain forest of the Luquillo Mountains, Puerto Rico. *Vegetatio*. 40(3): 135-146.
9. Crow, T. R.; Weaver, P. L. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
10. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. *Agric. Handb.* 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
11. Estrada Pinto, Alejo. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission: D237-D269.
12. Ewel, J.J.; Whitmore, J.L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
13. Flake, H.W. 1980. Tropical report—Puerto Rico, January 13-19, 1980. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Insect and Disease Management. 21 p.
14. Flavell, T.H.; Phelps, W.R. 1973. Evaluation of tree in-
- sect and disease pests in Puerto Rico and the Virgin Islands. Forest Pest Management Group Rep. 74. Atlanta, GA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Area State and Private Forestry. 19 p.
15. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. Ed. rev. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
16. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
17. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods—their machining, seasoning, and related characteristics. *Agric. Handb.* 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
18. Longwood, Franklin R. 1962. Present and potential timbers of the Caribbean. *Agric. Handb.* 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.
19. Marrero, José. 1947. A survey of the forest plantations in the Caribbean National Forest. Ann Arbor, MI: University of Michigan. 167 p. Tesis de M.S.
20. Marrero, José. 1950. Reforestation of degraded lands in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 11: 3-15.
21. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 11: 107-147.
22. Schubert, Thomas H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 91 p.
23. Smith, Robert Ford. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican rain forest before and after short-term irradiation. En: Odum, H.T.; Pigeon, R.F., eds. A tropical rain forest. Oak Ridge, TN: U.S. Atomic Energy Commission: D103-D140.
24. Tropical Forest Experiment Station. 1950. Tenth annual report. *Caribbean Forester*. 11(2): 59-80.
25. Wadsworth, Frank H. 1960. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales y Centro y Sur América. Río Piedras, PR: Departamento de Agricultura de los E.U., Comité Regional sobre Investigación Forestal, Comisión Forestal y la Alimentación. 272 p.
26. Wadsworth, Frank H. 1981. Comunicación personal. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry.
27. Weaver, Peter L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
28. Whitesell, Craig D.; Walters, G.A. 1976. Species adaptability trials for man-made forests in Hawaii. Res. Pap. PSW-118. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 30 p.
29. Wolcott, G.N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 41: 259-311.

Previamente publicado en inglés: Weaver, Peter L. 1990. *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton. Roble blanco, white-cedar. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. *Silvics of North America: 2. Hardwoods*. *Agric. Handb.* 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 778-783.

Tamarindus indica L. Tamarindo

Leguminosae
Caesalpinioideae

Familia de las leguminosas
Subfamilia de las casias

John A. Parrotta

Tamarindus indica L. es un árbol de gran tamaño, larga vida y usualmente siempreverde, nativo a los trópicos del Viejo Mundo. Conocido comúnmente como tamarindo, este árbol se ha plantado y naturalizado extensamente en las regiones tropicales y subtropicales, incluyendo la región del Caribe, la América Central y el norte de la América del Sur (27). Los individuos maduros, los cuales crecen por lo común hasta una altura de 25 m, con diámetros del tronco de hasta 150 cm, se caracterizan por una copa redondeada, esparcida y densa, con ramas bajas, hojas parapinadas y una corteza gruesa, gris y con fisuras profundas (31, 45). En el trópico americano, el tamarindo se cultiva más que nada por su fruto, como una fuente de combustible y como una ornamental (27).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El tamarindo es nativo a las sabanas secas del Africa tropical (fig. 1), desde el Sudán, Etiopía, Kenya y Tanzania, hacia el oeste a través del Africa sub-Saheliana hasta Senegal (16, 17, 24, 31, 45). La ciudad capital de Senegal, Dakar, debe su nombre a este árbol (31). El árbol fue introducido a Egipto, el Medio Oriente y Asia por comerciantes árabes en tiempos antiguos, y al Trópico del Nuevo Mundo en tiempos más recientes, probablemente durante los primeros años del comercio de esclavos procedentes del oeste de Africa (31). Hoy en día se cultiva a nivel pantropical y se ha naturalizado en muchas localidades, particularmente en el sur de Asia (14, 20). En Puerto Rico es común encontrarlo a lo largo de caminos y carreteras, alrededor de viviendas y en laderas en las regiones costeras secas (27).

Clima

El tamarindo se ha adaptado a regiones que poseen estaciones secas de larga duración (31). En regiones tropicales húmedas con un patrón de precipitación continua, los árboles tienden a crecer de manera pobre y por lo general no producen fruta (2, 31). Las plántulas son muy sensitivas a las heladas, pero pueden soportar las sequías (45). Las ramas, flexibles pero fuertes, rara vez se ven afectadas por el viento, y se sabe que el árbol es resistente durante huracanes (31).

Suelos y Topografía

El tamarindo requiere de suelos bien drenados y crece mejor en suelos aluviales profundos (14). La especie puede prosperar en una variedad de suelos, incluyendo las arenas costeras y los suelos rocosos (31), aunque se ha reportado un crecimiento pobre en sitios caracterizados por capas inferiores sólidas, calcáreas y poco profundas (15). El tamarindo se encuentra a menudo creciendo a lo largo de la orilla de ríos y

arroyuelos y, en su área de distribución natural, sobre o a la par de hormigueros y nidos de termitas (2, 17, 19, 24). Se encuentra bien adaptado a las sabanas secas y suelos pobres en tierras bajas (2). En el noreste de Tailandia, se ha reportado que el tamarindo se establece de manera natural en áreas con suelos que se han salinizado recientemente (32). En el este de Africa existen reportes del tamarindo creciendo desde cerca del nivel del mar hasta una altitud de 1,500 m (7, 16).

Cobertura Forestal Asociada

En la región sub-Saheliana de Africa, el tamarindo se encuentra comúnmente asociado con el baobab (*Adansonia digitata* Linn.) (17), y en el este de Africa el tamarindo se encuentra por lo usual creciendo en terrenos boscosos, prados boscosos y matorrales caducifolios (7). En los bosques riparianos tropicales secos del área central sur de la India, el tamarindo se encuentra asociado ocasionalmente con *Terminalia arjuna* W. & A., *Anogeissus acuminata* Wall., *Pongamia glabra* Vent., *Barringtonia acutangula* Gaertn. y *Alangium lamarkii* Thw. (13). En los bosques secos caducifolios de Ghats Occidental en la India, el tamarindo ocurre como una codominante del dosel en asociación con *Chloroxylon swietenia* DC., *Givotia rottleriformis*, *Gyrocarpus jacquini*, *Commiphora caudata*, *Moringa oleifera* Lam. y *Holoptelia integrifolia* Planch. (40).

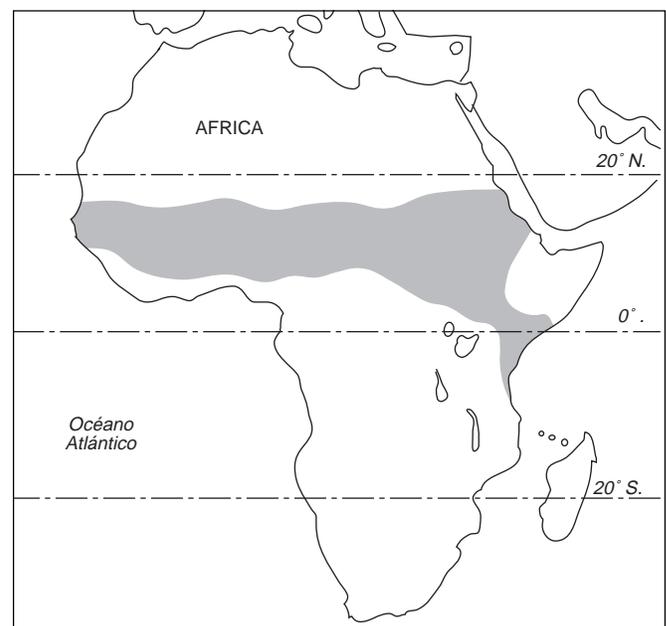


Figura 1.—El área sombreada representa la distribución natural aproximada del tamarindo, *Tamarindus indica*, en Africa.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La florescencia ocurre por lo general en sincronía con los nuevos brotes foliares, lo cual ocurre en la mayoría de las áreas durante la primavera y el verano (4). En Sri Lanka, el tamarindo exhibe dos períodos de florescencia: uno durante los meses de marzo y abril y el otro durante octubre (47). Las flores aparecen a través de todo el dosel en agrupaciones pequeñas, ralas y vistosas de flores de color amarillo pálido con una venación de color rosa (31). Las flores individuales, que miden aproximadamente 2.5 cm de diámetro, poseen tres estambres y tres pétalos de tamaño desigual, uno con vetas amarillas y rojas o anaranjadas, y los otros dos reducidos a unas escamas diminutas (4, 16).

El tamarindo por lo usual comienza a producir fruta entre los 7 y los 10 años de edad (25, 31), con la producción de vainas estabilizándose alrededor de los 15 años (25). Las frutas, de forma oblonga y con una sección transversal casi circular, tienen de 8 a 15 cm de largo, de 1.9 a 2.5 cm de ancho, de 1.0 a 1.6 cm de gruesas, forma curva y protuberancias irregulares, y un color pardo (fig. 2, 27). Cuando maduras, las vainas son de color pardo con un epicarpio quebradizo y contienen varias semillas (por lo usual de 3 a 10) envueltas por una pulpa fibrosa y de color pardo oscuro (4). Las vainas indehiscentes se maduran aproximadamente 10 meses después de la florescencia, y pueden permanecer en el árbol hasta la siguiente florescencia (4, 14, 35).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas son obovoides-orbiculares, comprimidas, de color pardo brillante, de aproximadamente 1.6 cm de largo, con alrededor de 850 a 1,000 semillas por kilogramo (10, 14, 27).

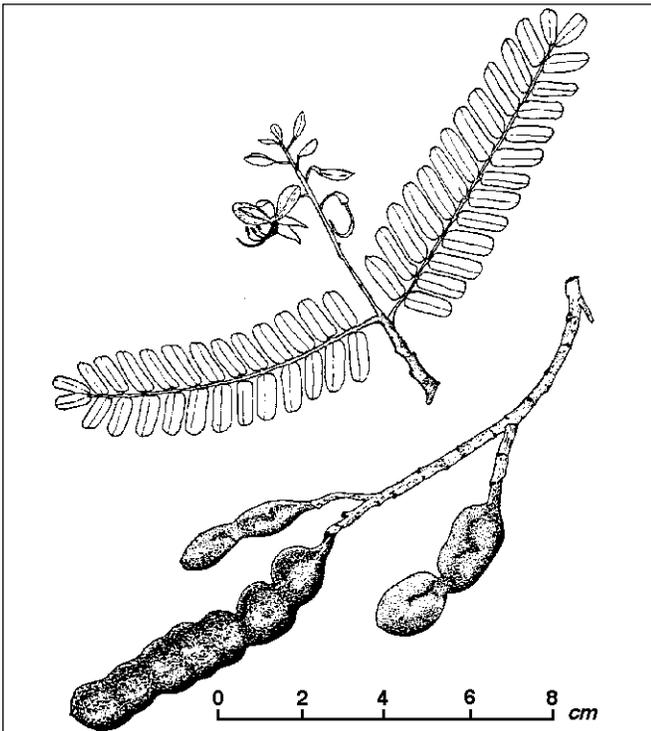


Figura 2.—Follaje, flores y fruta del tamarindo, *Tamarindus indica* (adaptado de 27).

Las semillas se liberan de las vainas caídas después de la descomposición parcial, y a veces son dispersadas por animales, los cuales consumen las vainas. En el sur de Asia, los monos se encuentran entre los principales agentes de la dispersión (45). Los pedúnculos que sostienen la fruta en el árbol son muy fuertes y deben ser cortados en vez de arrancados a mano para evitar dañar la fruta (31).

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en el tamarindo es epigea (45). Entre los tratamientos recomendados para las semillas está el baño en agua fría o tibia por 24 a 48 horas, con o sin un baño inicial en agua caliente, aunque las semillas se pueden sembrar sin tratamiento previo alguno (10, 45). Las semillas germinan de 5 a 10 días después de la siembra, ya sea en contenedores o en semilleros elevados en el vivero, conteniendo tierra ligera y porosa (45). La tasa de germinación varía entre el 30 y el 70 por ciento. Se reporta que la regeneración natural es buena (44).

Las plántulas producen una raíz pivotante larga a una edad temprana, la cual puede alcanzar 30 cm de longitud o más 2 meses después de la germinación (45). Bajo condiciones favorables, las plántulas crecen 60 cm o más en altura durante cada una de las dos primeras temporadas de crecimiento (45). El crecimiento inicial se ve favorecido por el desyerbado, el suelo poroso y la sombra ligera (45). Se reporta que las plántulas en el vivero son tolerantes a la irrigación con agua alcalina (con un pH de 8.4), con unas concentraciones de carbonato (12 mg/L) y bicarbonato (0.66g/L) altas (26).

Las plantaciones pueden ser establecidas por la siembra directa a lo largo de líneas taladas o mediante el trasplante de plántulas en contenedores de 4 a 6 meses después de la siembra; los trasplantes deben de ser efectuados durante la temporada lluviosa en regiones con temporadas secas (45). En la India se plantan por lo común plántulas con una altura de 40 cm a 2 m (25).

El trasplante de plántulas más grandes y de mayor edad es más difícil; éstas se pueden transplantar con mayor éxito como plántulas recortadas, con los tallos y las raíces podados a un tamaño de 5 cm y entre 20 y 25 cm, respectivamente (45).

Reproducción Vegetativa.—El tamarindo produce raíces adventicias al ser dañado (45). Se reporta que el anillado de vástagos privados de luz estimula el crecimiento de raíces por acodos en un período de 10 semanas, pudiéndose acortar este proceso varias semanas a través de la aplicación de ácido indolbutírico, un regulador del crecimiento (21). De Perú se reporta éxito con técnicas de injerto (36).

Etapas del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El crecimiento del tamarindo es lento, con unos incrementos anuales en altura de por lo usual entre 0.5 y 0.8 m (11, 31, 44). Dependiendo de las condiciones del sitio, los árboles maduros alcanzan una altura máxima de entre 15 y 25 m (1, 14, 25). Se ha registrado un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) máximo de 4.1 m en Sri Lanka (20). Los árboles a menudo tienen una larga vida: se han reportado individuos de hasta 150 años de edad en Hawaii y 200 años en Sri Lanka (1).

Los rendimientos de fruta anuales promedio de un árbol maduro son de aproximadamente 150 a 200 kg por árbol, o alrededor de 12 a 16 t/ha (31), aunque se han reportado

rendimientos de hasta 500 kg por árbol en la India (25). Cuando el rendimiento en las vainas comienza a bajar, por lo usual a una edad de 50 años o más, los árboles se cosechan para leña o carbón (25).

Comportamiento Radical.—Los árboles de tamarindo producen una raíz pivotante robusta y un sistema radical lateral extenso, excepto en sitios caracterizados por suelos pobremente drenados o compactados (14, 15). A pesar de que el tamarindo se había considerado anteriormente como una especie no-nodulante (2), la información reciente sugiere que sí forma una asociación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium* (3), dándole la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico bajo condiciones apropiadas (18, 34). Se reporta que los nódulos radicales recolectados de árboles cultivados en plantaciones sobre suelo ácido en la provincia de Guangdong en China, descritos como elípticos o circulares y de color amarillo pálido, tuvieron una alta actividad de la nitrogenasa (34). Los cultivos rizobiales aislados del tamarindo en las Filipinas se han descrito como gram-negativos, con bacilos cortos y largos (34).

Reacción a la Competencia.—El tamarindo es intolerante a la sombra y aparentemente no se regenera bajo su propio dosel. La sombra densa producida por el dosel cerrado del árbol y la hojarasca abundante previenen la mayoría del crecimiento bajo éste. En la India, las plantaciones de tamarindo se establecen por lo general a espaciamientos relativamente amplios, por lo común de 8 por 8 m, 8 por 12 m y 12 por 12 m (25). Debido a los efectos alelopáticos con frecuencia atribuidos al tamarindo (20, 48), no se recomiendan las plantaciones mixtas.

Agentes Dañinos.—Se reporta que las plagas más serias de insectos que atacan al tamarindo en la India son los insectos cóccidos *Aonidiella orientalis* (Newst.), *Aspidiotus destructor* Sign. y *Saissetia oleae* (Ol.); *Nipaecoccus viridis* (Newst.) y *Planococcus lilacinus* (Ckll.); y el barrenador *Pachymerus gonagra* Fabr. (8, 14). Las hojas son consumidas por frecuencia por el escarabajo brúcido *Caryoborus gonagra* Fabr. (20). El insecto de la laca *Kerria lacca* (Kerr) y el gusano *Pteroma plagiophleps* Hampson han sido reportados causando daño a las ramas del tamarindo (12). En el sur de la India, se reporta que el tamarindo es el huésped del nemátodo minador *Radopholus similis*, una plaga seria de la palma de coco (43). La termita *Cryptotermes hainanensis* (Isoptera, Kalotermitidae) se ha reportado en el tamarindo en Hainan, China (33).

Se sabe de varios insectos que atacan la fruta y las semillas del tamarindo. En la India, se reporta que las vainas almacenadas del tamarindo son susceptibles al ataque por *Paralipsa gularis* (Zell.) y *Corcyra cephalonia* (Stnt.) (8). La larva del escarabajo brúcido del cacahuate *Caryedon serratus* (Olivier), considerado como una plaga seria en la India (8, 28), se ha reportado recientemente en Colombia (46) y Puerto Rico (1).

Se reporta que en la India el tamarindo es susceptible a un gran número de enfermedades (29). Estas incluyen la mancha foliar causada por *Bartalinia robillardoides* Tassi (39), *Exosporium tamarindi* Syd., *Hendersonia tamarindi* Syd., *Pestalotia poonensis* V.Rao, *Phyllosticta tamarindicola* V.Rao, *P. tamarindina* Chandra & Tandon, *Prathigada tamarindi* Muthappa, *Sphaceloma* sp. y *Stigmata tamarindii* (Syd.) Munjal & Kulshreshtha; los añublos polvosos *Erysiphe polygoni* DC y *Oidium* sp; y el moho del hollín *Meliola tamarindi* Syd. (29, 42). *Fracchiaea indica* Talde se ha

reportado como una enfermedad del tallo, *Ganoderma lucidum* (Leyss.) Karst. como una causa de la pudrición de la raíz y la madera, *Hypoxyton nectrioides* Speg. como la causa del cancro del tallo, *Lenzites palisoti* Fr. como causante de una pudrición de la madera, *Myriangium tamarindii* Tendulkar como un parásito de la corteza, *Pholiota gollani* P.Henn. como causa de una pudrición del tallo, *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae* como causa de una pudrición del collar y *Stereum nitidulum* Berk. como causa de una pudrición del tronco y la raíz (29, 41) de los árboles de tamarindo.

USOS

En sus áreas de distribución natural o artificial, la madera se tiene en gran estima, aunque la mayoría de los árboles producen muy poco duramen (14). La albura es de hasta 200 mm de grueso, de color amarillo pálido y a veces con franjas rojas; el duramen es por lo general estrecho, de pardo oscuro a violáceo y variegado de negro en árboles viejos (6, 17, 19). La madera es muy dura y pesada, con un peso específico de 0.86 a 0.90 g por cm³, fuerte y fibrosa, difícil de trabajar y sujeta a rajarse durante el secado; sin embargo, la madera toma un buen pulido (2, 6, 14, 17, 19). Se usa para carpintería, muebles, botes, ruedas, instrumentos agrícolas, trapiches, morteros y majadores (14, 17, 35). La madera se ha vendido en la América del Norte como "caoba de madeira" (31). Se ha descrito la madera del tamarindo como una fuente de un carbón excelente (14).

La pulpa de la fruta, que comprende alrededor de la mitad del peso de la vaina y tiene un sabor agridulce, contiene azúcares (del 30 al 40 por ciento a base del peso); ácidos orgánicos tales como cítrico, acético, tartárico y ascórbico (vitamina C); pectina; vitaminas, y minerales. Es también una fuente rica en calcio (14, 31). La pulpa se usa extensamente en la cocina del sur de la India y para la preparación de refrescos, confituras y helados a través de las áreas de distribución natural y artificial de la especie (17, 19, 27, 31). Las hojas, las flores y a veces las semillas se usan también en recetas de cocina (4).

Los productos derivados del tamarindo son usados extensamente en la medicina tradicional de la India y África. Una cocción de la corteza se usa como una loción para los ojos y como un astringente en el tratamiento de la diarrea (4, 17). La ceniza de la corteza se usa como un digestivo en la India (35). En el este del Sudán la corteza se usa como un tónico y antipirético (17). Se usa una cataplasma de las hojas para lavar las heridas y reducir la inflamación (17, 35). Las hojas se usan también en el tratamiento de llagas (35), y el jugo de las hojas, hervido con aceite, se aplica externamente para el tratamiento del reumatismo e hinchazones externas (35). Una cataplasma de las flores se usa para aliviar la conjuntivitis, y las hojas hervidas se usan externamente para el tratamiento de la oftalmia en la India (35).

Las semillas molidas son astringentes y se usan para el tratamiento de la disentería y diviesos en la India (35). Se reporta que las semillas hervidas y machacadas se usan para el tratamiento de úlceras y piedras en la vejiga y la cáscara molida de las semillas se usa en el tratamiento de la diabetes (35). La pulpa de la fruta se usa a menudo como un emplasto para cubrir las heridas (17) o se ingieren como un laxativo o carminativo (4, 14, 17, 19). Las frutas eran bien

conocidas en Europa durante la Edad Media por sus propiedades medicinales, habiendo sido introducidas de la India a través de comerciantes árabes (4).

En el norte de Nigeria, la raíz se usa junto con otras medicinas nativas para el tratamiento de la lepra, y se usa en otras partes de Africa para el tratamiento de dolor de pecho (17). La corteza de la raíz, ya sea pulverizada o como parte de una cocción, se toma como un remedio para la diarrea y la disentería en la India (35).

Las semillas molidas se pueden usar como forraje para el ganado y pueden ser preparadas para ser usadas en la estabilización de alimentos procesados y para la conversión de jugos de frutas en jaleas (31). Las semillas, molidas, hervidas y mezcladas con goma, producen un cemento fuerte para la madera (4, 35). Las semillas se usan también para producir un aceite de color ámbar para lámparas de aceite o para la preparación de pinturas y barnices (35).

Las hojas producen un tinte rojo, el cual se usa para dar un matiz amarillo a las telas previamente teñidas con añil. La pulpa de la fruta, a veces mezclada con sal marina, se usa para pulir plata, cobre y bronce en la India y otras partes (4, 19). Se reporta que las frutas poseen propiedades antibacterianas y antifungales (22, 37), y se ha determinado que la cáscara las semillas es un veneno para peces efectivo (38). Tanto las hojas como la corteza son ricas en tanino (2, 6), y la corteza quemada se usa para la producción de una tinta (2). Las cenizas de la madera se usan para remover el pelo de cueros de animales (17, 24), y la ceniza de la madera, las vainas, la corteza y las agallas recolectadas de las ramas jóvenes del tamarindo se usan para el teñido de cuero y telas en ciertas partes de Africa (17, 24).

El tamarindo no se recomienda como un árbol de sombra, ya que parece tener un efecto alelopático en la vegetación del sotobosque (20). Se ha reportado que los extractos de las hojas del tamarindo reducen la actividad mitótica e inducen aberraciones cromosómicas en los meristemos de *Allium sativum* (48).

En Africa, el tamarindo es un huésped para uno de los gusanos de la seda salvajes (*Hypsoides vuillittii* Joannis) (17). Se reporta que las flores son una buena fuente de miel (31).

GENETICA

Parece haber una considerable variación genética dentro de las áreas de distribución natural del tamarindo en Africa y las introducidas en el Asia del sur y el sureste, como lo indican las grandes variaciones en la calidad de la pulpa comercial (7, 31). Una variedad con fruta roja común en la India ha sido considerada como un taxon infraespecífico, *Tamarindus indica* var. *rhodocarpa* (5). Sin embargo, hasta la fecha, no se han iniciado recolecciones de germoplasma a gran escala. *Tamarindus indica* es el único miembro del género *Tamarindus*. Entre los sinónimos botánicos se encuentran *T. occidentalis* Gaertn. y *T. officinalis* Hook. (23). El nombre "tamarindo" se deriva del árabe "tamar-u'l-Hind", que significa "dátil de la India" (31).

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1976. Groundnut bruchid (*Caryedon serratus* [Olivier])—Puerto Rico. U.S. Department of Agriculture Cooperative Plant Pest Report. 1(21): 261.
2. Allen, O.N.; Allen, Ethel K. 1981. The Leguminosae: a sourcebook of characteristics, uses, and nodulation. Madison, WI: University of Wisconsin Press. 812 p.
3. Athar, M.; Mahmood, A. 1982. New records of legume nodulation from Pakistan. Pakistan Journal of Botany. 14: 36.
4. Benthall, A.P. 1933. The trees of Calcutta and its neighborhood. Calcutta: Thacker Spink & Co. 513 p.
5. Bhattacharyya, P.K. 1974. A note on the presence of anthocyanin pigment in the stem of red-fruited variety of tamarind. Indian Forester. 100(4): 255-258.
6. Bolza, E.; Keating, W.G. 1972. African timbers— the properties, uses and characteristics of 700 species. Melbourne, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Building Research. 700 p.
7. Brenan, J.P.M. 1967. Leguminosae subfamily Caesalpinoideae. En: Milne-Redhead, E.; Polhill, R.M., eds. Flora of tropical East Africa. London: Crown Agents for Overseas Governments and Administrations: 151-153.
8. Butani, D.K. 1978. Insect pests of tamarind and their control. Pesticides. 12(11): 34-41.
9. Butani, D.K.; Lele, V.C. 1976. Record of lac insect on grapevines in Rajasthan. Entomologists Newsletter. 6(8/9): 50.
10. Carlowitz, P.G. von 1986. Multipurpose tree and shrub seed directory. Nairobi: International Council for Research in Agroforestry. 265 p.
11. Cavalcante, R.D.; Rego Filho, A.F.; Araujo, F.E. de. 1977. *Lochmaeocles* sp. (Col. Cerambycidae), "serrador" de diversas plantas no Estado do Ceara Fitossanidade. 2(1): 28.
12. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en areas secas y húmedas de América Central: Tech. Series Rep. 79. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 691 p.
13. Champion, H.G. 1936. A preliminary survey of the forest types of India and Burma. Indian Forest Records (Silviculture). New Delhi: Government of India Press. 286 p.
14. Chaturvedi, A.N. 1985. Firewood farming on degraded lands in the Gangetic plain. U.P. Forest Bull. 50. Lucknow, India: Uttar Pradesh Forest Department. 52 p.
15. Chaturvedi, A.N.; Bhatt, D.N.; Mishra, C.M.; Singh, S.L. 1986. Root development in some tree species on usar soils. Journal of Tropical Forestry. 2(2): 119-130.
16. Dale, I.R.; Greenway, P.J. 1961. Kenya trees and shrubs. Nairobi: Buchanan's Kenya Estates Ltd. 654 p.
17. Dalziel, J.M. 1937. The useful plants of west tropical Africa. London: Crown Agents for Overseas Governments and Administrations. 612 p.

18. Ding, M.M.; Yi, W.M.; Liao, L.Y. 1986. A survey of the Nitrogenase activities of tree legumes, including *Tamarindus indica*, a species not widely known to nodulate, in artificial forests in Dainbai, Guangdong, China. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 4: 9-10.
19. Eggeling, W.J.; Dale, I.R. 1951. The indigenous trees of the Uganda Protectorate. Entebbe, Uganda: The Government Printer. 491 p.
20. Gamble, J.S. 1922. A manual of Indian timbers. London: Sampson Low, Marston & Co. 866 p.
21. Gowda, N. 1983. Studies on vegetative propagation of tamarind (*Tamarindus indica* L.) by air layering. Thesis Abstracts, Harayana Agricultural University. 9(3): 276-277.
22. Guerin, J.C.; Reveillere, H.-P. 1984. Activite antifongique d'extraits vegetaux a usage therapeutique. I. Etude de 41 extraits sur 9 souches fongiques. Annales Pharmaceutiques Francaises. 42(6): 553-559.
23. Hooker, J.D. 1879. The flora of British India. Ashford, Kent: L. Reeve & Co. Ltd. 273 p. Vol. 2.
24. Irvine, F.R. 1961. Woody plants of Ghana. London: Oxford University Press. 868 p.
25. Jambulingam, R.; Fernandes, E.C.M. 1986. Multipurpose trees and shrubs on farmlands in Tamil Nadu State (India). Agroforestry Systems. 4(1): 17-32.
26. Krishnamurthy, R.; Clement, V. 1984. A note on the deleterious effect of residual sodium carbonate of irrigation water on the germination of seeds of *Eucalyptus* hybrid. Indian Journal of Forestry. 7(4): 329-330.
27. Little, E.L., Jr.; Wadsworth, F.W. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
28. Mital, V.P.; Khanna, S.S. 1967. A note on tamarind bruchid (*Caryedon gonagra* Fabricius) (Bruchidae, Coleoptera), a serious pest of stored tamarind (*Tamarindus indica* L.) and other leguminous seeds of economic importance. Agra [India] University Journal of Research. 16(2): 99-101.
29. Mukerji, K.G.; Bhasin, J. 1986. Plant diseases of India—a sourcebook. New Delhi: Tata McGraw-Hill. 468 p.
30. Nair, K.S.S.; Mathew, G.; Sivarajan, M. 1981. Occurrence of the bagworm, *Pteroma plagiophleps* Hampson (Lepidoptera, Psychidae) as a pest of the tree, *Albizia falcataria* in Kerala, India. Entomon. 6(2): 179-180.
31. National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington, DC: National Academy of Sciences. 332 p.
32. Nemoto, M.; Panchaban, S.; Vichaidis, P.; Takai, Y. 1987. Some aspects of the vegetation at the inland saline areas in northeast Thailand. Journal of Agricultural Science, Tokyo Nogyo Daigaku. 32(1): 1-9.
33. Ping, Z.M. 1987. A new species of *Cryptotermes* from Hainan Island (Isoptera: Kalotermitidae). Entotaxonomia. 9(2): 117-119.
34. Quiniones, S.S. 1983. Particularly fast-growing species used in reforestation in the Philippines. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. 1: 12.
35. Rama Rao, M. 1975. Flowering plants of Travancore. Dehra Dun, India: Bishen Singh Mahendra Pal Singh. 484 p.
36. Ramirez, L.; Montesinos, A.; Guzman, L. 1986. Comportamiento de métodos de injerto en la propagación asexual del tamarindo (*Tamarindus indica* L.) en Piura, Perú. Turrialba. 36(1): 99-104.
37. Ray, P.G.; Majumdar, S.K. 1976. Antimicrobial activity of some Indian plants. Economic Botany. 30(4): 317-320.
38. Roy, R.N.; Maiti, S.S.; Mondal, C.R. 1987. Tamarind seed husk as effective fish poison. Environment and Ecology. 5(3): 467-471.
39. Sharma, N.D.; Agarwal, G.P. 1977. Pathological studies on some isolates of *Bartalinia robillardoides* Tassi causing leaf-spot diseases of *Citrus medica* L., *Tamarindus indica* L., and *Carissa carandus* L. Acta Botanica Indica. 5(1): 89-91.
40. Sharma, S.K.; George, M.; Prasad, K.G. [y otros]. 1986. Cholakarai—a confluence of two vegetation types. Indian Journal of Forestry. 9(4): 314-320.
41. Siddaramaiah, A.L.; Desai, S.A.; Bhat, R.P. 1980. A new collar rot of *Tamarindus indica* from India. [*Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*]. Science and Culture. 46(10): 358-359.
42. Siddaramaiah, A.L.; Kulkarni, S. 1982. Control of powdery mildew disease of tamarind seedlings. Indian Forester. 108(5): 361-364.
43. Sosamma, V.K.; Koshy, P.K. 1977. Additional hosts of the burrowing nematode, *Radopholus similis*, infesting coconut palm in south India. Plant Disease Reporter. 61(9): 760-761.
44. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 275 p.
45. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Oxford, England: Clarendon Press. 3 vol.
46. Velez Angel, R. 1972. El gorgojo del tamarindo, *Caryedon serratus* (Olivier). Tres plagas insectiles recientemente detectadas en Antioquia. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 27: 71-74.
47. Worthington, T.B. 1959. Ceylon trees. Colombo: The Colombo Apothecaries Co. 429 p.
48. Yadav, S.K. 1986. Antimitotic and cytological activities of tropical forest *Tamarindus indica*. Journal of Tropical Forestry. 2(1): 53-58.

Tectona grandis L. f. Teca

Verbenaceae Familia de las verbenas

Peter L. Weaver

Tectona grandis L. f., conocido comúnmente como teca o “teak” (en inglés), es un árbol caducifolio de tamaño grande, natural al Sudeste de Asia, en donde alcanza 45 m de altura y desarrolla un tronco con contrafuertes al llegar a la madurez. La teca, fuente de una de las maderas tropicales más valiosas y mejor conocidas, ha sido plantada extensamente para la producción de madera para la construcción naviera, muebles y carpintería en general. La literatura sobre la teca es voluminosa e incluye una bibliografía con 1,500 citas (79), libros sobre la silvicultura de la teca, el manejo de plantaciones (50), e investigaciones, particularmente en el Sudeste de Asia (138) y una guía silvicultural publicada en español (23). El “Indian Forester” contiene numerosos artículos sobre la teca comprendiendo un período de más de un siglo.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La teca (fig. 1) crece de manera natural desde la latitud 23° a la 10° N, aproximadamente, en el Sudeste de Asia, en un área que comprende la mayoría de la India peninsular, gran parte de Myanmar (conocida previamente como Burma) y partes de Laos y Tailandia (fig. 2) (35, 50, 71, 108, 121, 129).



Figura 1.—Arbol de teca, *Tectona grandis*, plantado en Sabana, en el Bosque de Luquillo de Puerto Rico, 2 años después del Huracán Hugo.

Hace varios siglos fue introducida a Java y algunas de las islas menores del archipiélago de Indonesia (121, 138) y posteriormente a las Filipinas. Hoy en día la teca se ha naturalizado en estos países (8, 71), y plantaciones bien establecidas se extienden ahora desde la latitud 28° N a la 18° S. en el Sudeste de Asia, Australia, Africa y Latinoamérica (138).

Unas plantaciones de teca habían sido ya establecidas en la India en la década de 1840 (57). Antes del fin del siglo pasado, la mayoría de las plantaciones de teca fuera de su área de distribución natural estaban concentradas en Sri Lanka, Bangladesh y Paquistán (50, 130). A fines del siglo diecinueve las plantaciones de teca fueron extendidas a otras regiones tropicales y subtropicales (50, 121, 139). En 1965, estimados incompletos del área ocupada por plantaciones de teca eran de alrededor de 300,000 hectáreas, distribuidas de la manera siguiente (57): Africa del Oeste, 18,600 hectáreas; Africa del Este, 800 hectáreas; el Sur de Asia, 219,300 hectáreas; el Este y Sudeste de Asia, 40,800 hectáreas; Latinoamérica, 7,700 hectáreas; y el Cercano Oriente, 8,200 hectáreas.

La teca se introdujo por primera vez a la región del Caribe alrededor de 1880 a través de los Jardines Botánicos Reales en Trinidad, pero no se establecieron plantaciones en ese lugar hasta 1913 (16). Subsecuentemente, el área de las plantaciones aumentó de 4,700 hectáreas en 1958 (89) a 7,300 hectáreas en 1967 (98), a 8,500 hectáreas en 1972 y a 9,700 hectáreas en 1978 (57). Las plantaciones de teca en 1978 en el Neotrópico han sido estimadas como sigue: Belice, 30 hectáreas; Colombia, 560 hectáreas; Costa Rica, 300 hectáreas; Cuba, 200 hectáreas; El Salvador, 230 hectáreas; Nicaragua, 60 hectáreas; Venezuela, 560 hectáreas; Panamá, Honduras y otros países, 1,000 hectáreas.

La teca fue introducida a Puerto Rico desde Trinidad hace más de 50 años. Hoy en día existen aproximadamente 130 hectáreas de teca plantadas en varios sitios en Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos (135, 136).



Figura 2.—Distribución natural de la teca, *Tectona grandis*, en Asia.

Clima

La teca tolera una gran variedad de climas (121) pero crece mejor en condiciones tropicales moderadamente húmedas y calientes (50). Gran parte del área de distribución natural de la teca se caracteriza por climas de tipo monzonal, con una precipitación de entre 1300 y 2500 mm por año y una estación seca de 3 a 5 meses (109). La cantidad de lluvia óptima para la teca es de entre 1500 a 2000 mm por año, pero soporta precipitaciones tan bajas como de 500 mm y tan altas como de 5100 mm por año (50, 129). La teca es natural a las áreas secas, incluso bajo condiciones calientes y de sequía. Sin embargo, las condiciones de sequía prolongada en la India han matado tanto árboles como los brotes en los troncos cortados (108).

La teca tolera grandes variaciones de temperatura, que varían entre 2 y 48 °C (129). En la India, la teca es un componente común en los bosques clasificados como muy secos, secos, semi-húmedos, húmedos y muy húmedos. La precipitación anual en estas áreas, respectivamente, varían entre menos de 900 mm, 900 a 1270 mm, 1270 a 1650 mm, 1650 a 2540 mm, hasta más de 2540 mm (112). El clima óptimo para la teca, que se puede encontrar en la costa occidental de la India, posee una temperatura que varía entre 16 y 40 °C. La teca también se extiende a las áreas sujetas a heladas ligeras (50, 138).

Suelos y Topografía

La teca crece en áreas entre el nivel del mar, como en Java, hasta una altitud de 1,200 m en el centro de la India (121). Se establece sobre una variedad de suelos y formaciones geológicas (112, 113), pero el mejor crecimiento ocurre en suelos aluviales profundos, porosos, fértiles y bien drenados, con un pH neutral o ácido (23, 50, 109, 134). La teca tolera condiciones de suelo muy extremas, siempre que exista un drenaje adecuado (106). Los factores limitantes más importantes en cuanto a los suelos son la poca profundidad, las capas duras, las condiciones anegadas, los suelos compactados o arcillas densas con un bajo contenido de Ca o Mg (23, 121). Se ha demostrado también que la teca es sensible a las deficiencias de fosfatos (89). Las pendientes escarpadas, el drenaje pobre y las altitudes de más de 1,000 m también influyen en el crecimiento de una forma negativa.

La teca crece bien en piedra arenisca porosa, pero sufre achaparramiento en cuarcita o en piedra arenisca dura y metamórfica. Se le encuentra también en suelos de granito, esquistos y otras rocas metamórficas. Más aún, crece bien en suelos de piedra caliza en donde la roca se ha desintegrado para formar una marga profunda (108). El crecimiento es pobre sobre piedra caliza dura, en donde el suelo no es profundo.

En la India, la teca crece sobre terreno montañoso y ondulado. A pesar de que la topografía parece tener importancia principalmente por sus efectos sobre la profundidad del suelo y el drenaje (109), varios de los mejores rodales en terrenos montañosos de la India poseen los aspectos más templados del norte y el este (112). En Puerto Rico, la teca es una especie con gran potencial para pendientes cóncavas bajas y valles a poca altitud en regiones montañosas, y para valles estrechos y áreas hundidas en terreno kárstico (76). En Costa Rica el crecimiento de la teca se calificó como satisfactorio en un número de sitios previamente ocupados por matorrales secundarios o por cosechas anuales (39).

La teca requiere de suelos fértiles para su crecimiento óptimo (109), especialmente los suelos ricos en Ca (eso es, con más del 0.3 por ciento de Ca disponible para el intercambio) y

en Mg (138). Unas muestras de 40 de los árboles de teca de la mejor calidad, representativos de la edad y el diámetro obtenidos durante los primeros 15 años de crecimiento en plantaciones en la Reserva Forestal de Gambari en Nigeria, fueron analizados con respecto al contenido de N, P, K, Ca y Mg (96). La plantación con una biomasa seca sobre el terreno de 592 toneladas por hectárea contuvo, por hectárea, aproximadamente 2,980 kg de K; 2,228 kg de Ca; 1,788 kg de N; 447 kg de P y 377 kg de Mg. Los requisitos anuales mínimos de nutrientes a los 15 años de edad, en kilogramos por hectárea, fueron de 556 de K, 328 de N, 357 de Ca, 76 de P y 62 de Mg. La distribución de elementos, siguiendo tendencias similares en otros rodales, variaron de acuerdo a la edad del rodal. La cantidad relativa de elementos encontrada en el follaje disminuyó con la edad, mientras que aumentó en las ramas y los troncos. Estos requisitos de nutrientes son considerablemente mayores que aquellos requeridos para una plantación de pino en la misma área o en un bosque secundario de 40 años de edad en la República de Ghana (96), indicando que el uso de nutrientes es alto en la teca, comparado con otros tipos de bosque.

En Kerala, en la India, se compararon las características de los suelos bajo un bosque natural y en plantaciones de teca de 1, 15, 30, 60 y 120 años de edad (49). El contenido de materia orgánica en las plantaciones tuvo una correlación positiva con la edad del rodal. Los suelos bajo plantaciones de teca de menos de 30 años de edad tuvieron mayores densidades de masa y menor espacio poroso y capacidad de retención de agua que los suelos en plantaciones más viejas y los del bosque natural, indicando que las condiciones físicas habían sido alteradas por la deforestación y la siembra de teca en el pasado.

La distribución de nutrientes en la teca ha sido el objeto de numerosas investigaciones. El porcentaje de nutrientes en las plántulas de teca de un año de edad disminuyó en el orden siguiente: N, Na, Ca, K y P (68). Las concentraciones de nutrientes fueron más altas en las hojas, disminuyendo en los tallos y las raíces.

La composición mineral en las plántulas aumentó de manera constante con la edad hasta que las hojas se volvieron amarillas a los 8 ó 9 meses, después de lo cual el N, P y K disminuyeron notablemente, y el Ca y Na disminuyeron ligeramente. La producción de materia seca y el contenido de nutrientes en la teca (Ca, Mg, P, K y N) por compartimiento arbóreo (hojas, ramitas, ramas, tronco, corteza y, en un caso, raíces) se establecieron para plantaciones de 20 y 38 años en la India (54, 92). Un estudio sobre árboles de teca bajo diferentes condiciones climáticas en Ghats Occidental en la India, mostró que los sitios con altas densidades de teca se caracterizaron por un mayor contenido de carbón orgánico y Ca intercambiable y una mayor capacidad para el intercambio de cationes que los sitios con menores densidades de teca (116).

Los cambios físicos y químicos en las propiedades del suelo después de la talar rasa, la tala en fajas y la tala selectiva fueron investigados en Tailandia (125). Los suelos en áreas de talar rasa se volvieron más erosionables que los suelos bajo otros sistemas de manejo. Más aún, la disponibilidad del agua, el contenido de materia orgánica y el contenido de K aumentaron proporcionalmente con la cantidad de dosel removida. El impacto potencial de la remoción de la teca en los plantaciones sobre la condición de nutrientes en los suelos aluviales jóvenes en los llanos venezolanos fue también estudiado (45). Los presupuestos de nutrientes calculados sugirieron que la pérdida de bases después de la remoción de los árboles llevaría a una reducción en la productividad de la teca en sitios altamente productivos situados lejos de ríos. Sin embargo, los suelos situados en posiciones topográficas bajas

cerca de ríos, podrían soportar una cosecha continua debido a que los nutrientes perdidos serían reemplazados por el agua subterránea (45).

Cobertura Forestal Asociada

En la India se registraron 76 especies de árboles de acuerdo a región climática como socios de la teca (112). Estos variaron desde especies de *Acacia* y *Cassia* en las regiones de secas a semi-húmedas, hasta *Gmelina arborea* Linn. en las regiones semi-húmedas. Tres especies de *Stereospermum* se registraron para las regiones de semi-húmedas a húmedas, con varias especies de *Xylia* en las regiones muy húmedas. Cinco especies de *Terminalia* crecen junto con la teca en todas las regiones, y por lo menos dos de éstas son comunes en cada región. Unos bosques de teca mejor desarrollados crecen en las regiones más húmedas, mientras que en las áreas más secas la especie no alcanza gran tamaño (37).

En Myanmar la teca se encuentra asociada con seis tipos de bosque que van de bosques semi-siempreverdes tropicales y húmedos, pasando por bosques caducifolios húmedos bajos y altos, y por bosques caducifolios secos, hasta bosques muy secos tipo indiang y semi-indiang (108). *Michelia champaca* Linn., *Shorea assamica* Dyer., *Tetrameles nudiflora* R. Br., y especies de los géneros *Dipterocarpus*, *Cedrela*, *Dysoxylum* y *Eugenia* se encuentran entre los socios más comunes de la teca en los bosques semi-siempreverdes. En los bosques caducifolios, húmedos y mixtos bajos, la teca se encuentra asociada con numerosas especies, pero *Anogeissus acuminata* Wall., *Salmania malabarica* D. C., *Albizia procera* (Roxb.) Benth. y *Tetrameles nudiflora* R. Br. tienden a ocurrir como las especies dominantes. En los bosques caducifolios, húmedos y mixtos altos, la teca se encuentra más dispersa que en el tipo previamente mencionado y está asociada con *Xylia dolabriformis* Benth., *Terminalia tomentosa* W. & A., *T. belerica* Roxb., *T. pyrifolia* Kurz., *Homalium tomentosum* Benth. y *Gmelina arborea* Linn., entre otras.

En los bosques caducifolios y secos de Myanmar, la teca está asociada con muchas de las especies encontradas en los bosques húmedos, al igual que con *Shorea oblongifolia*, *Pentacme siamensis* Kurz., *Cassia fistula* L. y *Acacia catechu* Willd. En el bosque indiang la teca no alcanza gran tamaño y es de calidad inferior. Crece junto con *Dipterocarpus tuberculatus* Roxb. En bosques semi-indiang, la teca se encuentra usualmente suprimida y exhibe mala forma. Entre otras especies presentes están *P. siamensis* Kurz., *S. oblongifolia*, *D. tuberculatus*, *T. tomentosa*, *Lannea arandis* (Dennst.) Engl. y *Strychnos nux-blanda* A. W. Hill.

Los bosques más valiosos de teca en Tailandia se encuentran en su región norte (63). Los socios principales de la teca en este bosque caducifolio mixto y maduro incluyen a *Xylia kerrii* Craig. & Hutch., *Careya arborea* Roxb., *Diosypros mollis* Griff., *Nauclea orientalis* Linn. y *T. belerica* (35).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores monoicas aparecen en panículas erectas y ramificadas terminalmente, de 45 a 60 cm de largo y anchas (71, 138). Las flores perfectas, cubiertas de vellos finos, tienen un cáliz acampanado de color gris y con seis lóbulos. La corola blanquecina tiene forma de embudo, con un tubo corto y seis lóbulos extendidos. El tubo corolar

tiene insertos seis estambres. El pistilo contiene un ovario de cuatro células, un estilo delgado y un estigma de dos lóbulos.

En Tailandia, la primera florescencia de la teca ocurre de los 8 a 10 años de edad, con los períodos de florecimiento para inflorescencias individuales durando de 2 a 4 semanas (48). En la América Central, la florescencia ocurre normalmente entre junio y septiembre, y las frutas maduran de febrero a abril (19, 23). Las flores se abren unas pocas horas después de la salida del sol. El mejor período para la polinización es entre 11:30 a.m. y 1:00 p.m.

La teca es principalmente una especie de polinización cruzada. La incompatibilidad con sí misma es alta (17). Las frutas resultantes de la auto-polinización pueden ocurrir, pero su germinación es pobre comparada a la de las frutas resultantes de polinización cruzada. Dos especies de abejas de miel (Apidae: *Heriades parvula* y *Ceratina hieroglyphica*) han sido identificadas como polinizadores importantes.

La fruta, una drupa de color pardo claro y con vellos finos, tiene un endocarpo duro con cuatro semillas o menos, cada una de aproximadamente 0.6 cm de largo. En Puerto Rico, la teca florece de agosto hasta diciembre, con las frutas persistiendo a través de casi todo el año.

Producción de Semillas y su Diseminación.—En las plantaciones en Nigeria la producción de semillas en la teca comienza después del quinto año (121), al igual que en muchas otras regiones. Las recolecciones de semillas en Sri Lanka efectuadas entre 1961 y 1973 mostraron una fluctuación considerable: 4 años buenos y 4 años malos del total de 13 años en los que se hicieron recolecciones de semillas (90).

Las frutas de la teca, normalmente entre 800 y 1,780 por kilogramo (23), caen bajo los árboles, pero pueden ser arrastradas cuesta abajo en terreno escarpado (129). En Tailandia, las semillas provenientes de huertos promediaron 2,060 por kilogramo y tuvieron un diámetro promedio de 12 mm (63). Las semillas recolectadas en rodales naturales de teca, muchas de ellas más pequeñas que las semillas de huerto, promediaron 2,450 por kilogramo. Aproximadamente un tercio de las frutas recolectadas en Tailandia se encontraron vacías, un 30 por ciento tuvo sólo una semilla, otro 30 por ciento tuvo dos semillas y un 5 por ciento tuvo de tres a cuatro semillas. En contraste, el experimento cooperativo de origen de semillas (seed origin cooperative experiment) en la India mostró que el tamaño de semilla promedió entre 11.2 y 15.7 mm, con 1,190 a 2,640 semillas por kilogramo (124). Las semillas de teca procedentes de lugares más húmedos fueron más grandes que aquellas de los lugares más secos. En Bangladesh, 10,000 frutas recolectadas fueron clasificadas por peso y tamaño. Los resultados de los experimentos mostraron que el tamaño de la fruta fue el factor principal para determinar el éxito en la germinación, más que nada porque las frutas de mayor tamaño tuvieron más semillas (6, 7).

En Tailandia, se recogen las semillas en marzo o abril y se remueve el cáliz (63). Las semillas son normalmente secadas y almacenadas en sacos de yute en cuartos bien ventilados en donde permanecen viables por un período de 2 años. Sin embargo, la alta humedad atmosférica, así como el alto contenido de humedad en las semillas, acortan la vida de almacenamiento de las semillas. La germinación después de 1 año promedió aproximadamente el 15 por ciento.

La germinación es epigea y frecuentemente empieza de 10 a 12 días después de la siembra (23, 129). En Puerto Rico, las semillas comenzaron a germinar 3 semanas después de plantadas (75). En la India, la germinación de las semillas frescas empezó de los 26 a los 31 días, mientras que las semillas de 1 año de edad germinaron en 10 a 14 días (42).

Los porcentajes de germinación varían considerablemente,

con valores reportados de entre el 10 y 80 por ciento (23). En Puerto Rico, la viabilidad de las semillas de teca mejoró con el almacenamiento bajo condiciones ambientales (75). Unos estudios usando cuatro lotes de 100 semillas cada uno mostraron que el 0.5, 3.0, 2.0 y 17 por ciento germinaron cuando sembradas frescas, a los 3 meses, a los 6 meses y después de 1 año, respectivamente. En otro experimento usando 200 semillas, la germinación fue del 0.5 por ciento después de 3 meses, y del 15.0 por ciento después de 6 meses. Se intentó también germinar diez semillas después de 5 años en almacenamiento bajo condiciones ambientales, pero ninguna de ellas germinó.¹ En la India, las tasas de germinación promediaron entre el 12 y 46 por ciento y se relacionaron aparentemente más con la calidad de la semilla que con el tamaño o peso (124). Los árboles de menos de 30 años de edad produjeron semillas de menor viabilidad que los árboles de mayor edad.

Unos trabajos experimentales en la India mostraron que las semillas sobre la superficie del terreno no germinaron con éxito porque la radícula se secó o fue comida por insectos o aves antes de penetrar el suelo (129). Las semillas sembradas al vuelo y cubiertas ligeramente sobre suelo previamente quemado y aflojado con un azadón rindieron las mejores tasas de germinación (129). En otro estudio en la India, numerosas especies fungales se identificaron durante el secado natural de las frutas de teca (28). Pruebas subsecuentes revelaron que *Scytalidium* sp. descompone el epicarpio de la teca en un período de 21 días, y que lotes de semillas sujetos a dicho tratamiento germinaron mejor que con otros tratamientos.

El tratamiento de las semillas de teca para promover la germinación no se consideró necesario en Trinidad (69), mientras que en Tailandia las semillas se remojan en agua corriente por 3 días antes de la siembra (63). Pretratamientos de semillas usando seis combinaciones de baño y secado indicaron que el baño en agua estacionaria por 48 horas seguido por baño y secado alternos en ciclos de 12 horas por 4 días, rindieron los mejores resultados en la germinación (90). Otros ciclos de baño y secado por períodos variados han sido mencionados (23). Las temperaturas altas, ya sea en procesos para chamuscar o en baños en agua a 85 °C, redujeron la germinación (90). En la América Central, la escarificación se consideró como útil en acelerar la germinación y hacerla más uniforme (23).

Desarrollo de las Plántulas.—La regeneración artificial de la teca se puede efectuar mediante la siembra directa de semillas, la plantación en bolsas o la plantación de tocones (22). La siembra directa de semillas, el método más antiguo, se caracteriza por una alta mortalidad y un crecimiento lento. La plantación en bolsas produce plántulas con un sistema radical apropiado en un corto período de tiempo. La plantación de tocones ofrece varias ventajas. Los tocones se pueden producir cuando se necesiten y se pueden transportar a distancias considerables sin perder su viabilidad. Más aún, se pueden plantar con mayor facilidad y rapidez, y el crecimiento subsecuente es más rápido y vigoroso.

Unas semillas recolectadas en Madhya Pradesh, en la India, se sembraron en 15 diferentes medios, usando sustratos puros de tierra negra, arena y aserrín, a la misma vez que varias mezclas de los mismos (142). Después de 6 meses, el crecimiento fue mejor en la tierra negra pura que en cualquier

otro sustrato. Las plántulas de teca en la India, abonadas con N-P-K y plantadas en un vivero, alcanzaron un tamaño transplantable después de 4 meses, al alcanzar un diámetro basal de 4.7 cm y una altura de 42 cm (128).

Unas plántulas de teca en la India se abonaron por 8 meses con soluciones de nutrientes deficientes en uno de los macronutrientes, ya sea N, P, K, Ca, Mg o S (53). Los síntomas de deficiencias para esos macronutrientes fueron:

- N- crecimiento achaparrado, hojas más pequeñas de lo normal y clorosis; las hojas de mayor edad delgadas y transparentes, uniformemente cloróticas y cayendo prematuramente; las hojas jóvenes con clorosis inter-venosa, progresando de los márgenes hacia la vena central; vástagos muy restringidos, de color verde amarillo con internudos cortos y delgados y sin ramificaciones; yemas laterales aparentes; sistema radical pobremente desarrollado con una raíz pivotante delgada y larga y con pocas raíces laterales.
- P- márgenes foliares de aspecto quemado, clorosis inter-venosa y parches necróticos en las hojas más viejas; hojas jóvenes de color verde claro y con clorosis marginal y superficie arrugada; vástagos gruesos y verdes, sin ramificaciones y con crecimiento restringido; raíz pivotante corta y gruesa, con raíces laterales.
- K- clorosis inter-venosa y márgenes foliares de aspecto quemado; hojas jóvenes con una superficie arrugada y márgenes encorvados hacia arriba; vástagos de color verde y gruesos, con mejor crecimiento que el visto en otras deficiencias, pero con marchitamiento del renuevo y ramificación basal cerca del final del período de estudio; sistema radical bien desarrollado, con una raíz pivotante gruesa y con numerosas raíces laterales.
- Ca- follaje de color verde pálido y con clorosis inter-venosa; hojas jóvenes con las puntas encorvadas y manchas de color pardo rojizo; hojas viejas con los márgenes encorvados y de aspecto quemado, y defoliación prematura; vástagos con una sola ramificación basal; raíz pivotante gruesa y con pocas raíces laterales.
- Mg- los síntomas aparecieron en una etapa tardía; follaje de color verde oscuro con marcada clorosis inter-venosa y necrosis apareciendo primero en las hojas jóvenes y después en las hojas más viejas; vástagos con crecimiento restringido, internudos cortos y con un poco de ramificación; sistema radical con desarrollo pobre, una raíz pivotante larga y pocas raíces laterales.
- S- follaje amarillo verdusco con una clorosis marcada, encorvamiento de los márgenes y defoliación prematura; vástagos con crecimiento inicial normal pero restringido posteriormente, con una sola ramificación lateral; raíz pivotante larga y gruesa, con pocas raíces laterales,

Un estudio similar de plántulas y tocones de teca efectuado en Nigeria incluyó una clave visual para las deficiencias nutricionales de las plántulas (95).

Unos estudios preliminares de aplicaciones de N-P-K a las plántulas en la India mostraron que altos niveles de N y K, conjuntamente con niveles bajos de P, rindieron un buen crecimiento en altura y acumulación de peso en seco total en las plántulas y comparados con otros tratamientos (12). Unas dosis mayores de P tuvieron muy poco efecto adicional sobre el crecimiento. La mayor disponibilidad de N y P incrementó la absorción de N, P, Ca y Mg, comparado con la baja disponibilidad de estos nutrientes.

¹Servicio Forestal de los Estados Unidos. [s.f.] Información inédita. Archivado en: Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

En Bangladesh, todas las combinaciones posibles de N, P y K (0, 250 o 500 mg por planta) se aplicaron cada mes a plántulas de teca empezando a las 6 semanas y extendiéndose por 1 año (46). Se proveyeron también micronutrientes. Basándose en mediciones y en la condición de las plántulas, se determinó que el mejor crecimiento se obtuvo con una dosis de N-P-K de 250 mg por planta.

En la América Central, las plántulas se transplantan a almácigos con una separación de 20 por 20 cm, y se dejan allí por 1 año (23). Una fórmula de abono completa (compuesta de N, P, K, Ca, Mg y S) aplicada a una tasa de 1 kg por cada 10,000 plántulas se usa para mejorar el color y el vigor de las plántulas. Los tocones se cortan cuando la plántulas tienen de 1 a 2 cm de diámetro y entre 5 y 15 cm de altura, con raíces de 15 a 25 cm de largo.

En Tailandia, las semillas se siembran a 10 cm de cada una y se cubren con aserrín o tierra antes de la llegada de las lluvias de abril (63). En el mes de enero o febrero siguiente, se seleccionan las plántulas para obtener los tocones. Las plántulas se pueden entonces remover de los almácigos del vivero, podar inmediatamente y almacenar por un par de meses, o se puede esperar a la llegada del mes de abril. Las plantas para tocones con un diámetro basal de entre 1.0 y 2.0 cm rindieron el mejor crecimiento en altura y diámetro adecuados para postes vivos en Bangladesh, y tuvieron las tasas más altas de supervivencia para las clases de tamaño sujetas a prueba, que variaron entre 0.5 cm a más de 2.0 cm (70).

Una técnica diferente para resolver el problema de retrasos laborales asociados con las actividades agrícolas al principio de la estación lluviosa se sometió a prueba en la India (22). Los tocones se colocaron en bolsas de polietileno llenas de tierra y se dejaron crecer por 6 semanas para plantarlas luego en el campo con todo y el terrón. El índice de mortalidad para los tocones preretoñados fue menor y el crecimiento fue más rápido que para los tocones ordinarios. Se concluyó que las plantas preretoñadas se beneficiaron de su crecimiento avanzado y sus raíces pre-establecidas, y esta ventaja se extendió al siguiente año.

Reproducción Vegetativa.—Los troncos de teca rebrotan al ser cortados o dañados, y el crecimiento inicial es rápido (108). La teca también desarrolla una copa vigorosa al ser desmochada, pero no forma verdaderos vástagos radicales (129). El período menos activo para el rebrote de los troncos, reportado de la India, ocurre entre el inicio de la actividad vegetativa hasta muy poco después del desarrollo pleno del follaje (108, 129). Los brotes epicórmicos y el rebrote de los troncos pueden ocurrir hasta 3 años después de que los incendios hayan arrasado un área (89).

Unas plantaciones de teca de 8 a 10 años de edad en la isla de Saint Croix fueron podadas en febrero, mayo y agosto para mejorar la calidad de la madera (14). Ramas adventicias, acompañando al primer brote masivo de ramas, sin importar la fecha de la poda, se observaron más tarde en el 28 por ciento de los árboles. Las ramificaciones fueron más comunes al final de las hileras de árboles en la plantación que en la parte interna del rodal. Más aún, fue mayor después de las podas de febrero y menor después de las podas de agosto. La mayoría de las ramas adventicias se desarrollaron a partir de o inmediatamente adyacente a las cicatrices de la poda. Sin embargo, la formación de brotes basales aparentemente no estuvo relacionada con la poda.

En la India, unos tocones de teca que tenían 33 años de edad, cosechados en diciembre y enero, desarrollaron rebrotes antes de marzo del siguiente año. A continuación, los vástagos se anillaron en la base y los tocones se cubrieron con tierra (montículos en capas) (67). Los montículos se irrugaron por 2

meses y, para mediados de mayo, todos los vástagos habían arraigado, con un promedio de 15.6 raíces por vástago.

Unos vástagos terminales vigorosos, de 30 cm de largo y 4 cm de diámetro, se seleccionaron de árboles de teca de 15 años de edad en la India para servir como estacas (66). De los 100 colocados horizontalmente en el suelo por 180 días, el 20 por ciento rebrotó. Todos los brotes fueron vigorosos y tuvieron entre 20 y 26 raíces por estaca.

La propagación vegetativa de la teca se sometió a pruebas en el norte de Tailandia usando el método forkert de injertos (55). Un pedazo rectangular de corteza conteniendo una yema de un árbol seleccionado se colocó sobre el cámbium de tocones de plántulas. Aproximadamente el 80 por ciento de las yemas tuvo éxito, y algunas crecieron 25 cm en un período de 3 semanas después de brotar. El crecimiento promedio fue de 1.8 m de altura al final de la primera temporada de crecimiento, con algunos clones alcanzando 2.3 m de alto.

Injertos de yemas en troncos de 1 a 3 años de edad se usaron en los huertos iniciales de semillas (48). La tasa de éxito, afectada por el clima, varió entre el 20 y el 80 por ciento. Posteriormente, troncos pre-injertados en tiestos dieron mejores resultados. Los tocones de 1 ó 2 años de edad (de aproximadamente 1.5 a 3.0 cm de diámetro basal) se alzaron de los almácigos del vivero entre marzo y mayo, se trasplantaron a macetas y se colocaron en un invernáculo por un período de 5 a 12 días, durante el cual emergieron los brotes. A continuación, las plantas injertadas se robustecieron antes de trasplantarlas al exterior en los huertos. El porcentaje de supervivencia para 1,250 injertos con esta técnica fue de 98 por ciento.

La aplicación de auxinas (ácidos indol-butírico, indol-acético e indol-propiónico) a las estacas en la India mostró efectividad en estimular la formación de raíces (13). La respuesta radical varió con la hormona usada y con la estación, indicando la necesidad de información adicional sobre el papel de las auxinas, los factores climáticos y los cambios de estación en la movilización de las reservas nutricionales.

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Un árbol notable de teca, con una edad estimada de 327 años y midiendo 41.6 m de alto y 2.0 m en d.a.p., se reportó en Kerala en la India (21). El árbol, todavía creciendo activamente en 1977, tuvo unos incrementos anuales promedio de 1.25 cm de diámetro y de 0.43 cm de altura. Varios otros árboles de gran tamaño se han reportado, uno de los cuales tuvo un total estimado de 25 m³ de madera (129).

El espaciamiento en las plantaciones de teca depende en gran medida del producto deseado, como leña, postes, maderaje o una mezcla de productos a varios puntos de la rotación. Los espaciamientos tradicionales para las plantaciones de teca varían entre 1.5 por 1.5 m y 4.6 por 4.6 m, con algunos espaciamientos irregulares de 3 por 6 m. Un espaciamiento de 3 por 3 m en plantaciones puras se usa comúnmente para la producción de madera (23). En terreno escarpado, se han sugerido unos espaciamientos mayores para estimular la vegetación terrestre baja y así prevenir la erosión.

Un estudio de la biomasa fija en compartimientos de la teca (copa, tronco y raíces) en un bosque seco y caducifolio en la India, con árboles variando entre 7 y 120 años de edad, mostró que el crecimiento en altura fue más rápido entre los 10 y 50 años de edad, después de lo cual declinó (101). La edad para el desarrollo máximo de la copa fue de entre 20 y 40 años, cuando los árboles variaron entre 8 y 16 cm en diámetro. La tasa de acumulación de biomasa en el tronco, a su vez,

aumentó entre los 10 y 15 años de edad, para declinar hasta los 40 años, después de lo cual aumentó de nuevo entre los 50 y 120 años de edad. La producción máxima de raíces tuvo lugar entre los 40 y 50 años de edad. En otro estudio en los bosques de teca secos y caducifolios, la productividad máxima para los árboles oscilando entre 6 y 50 años de edad, se encontró entre los 33 y 50 años (51).

Las rotaciones de la teca en la India son una función de los tipos de bosque y de los sistemas de manejo (37). En la mayoría de las áreas en donde la teca ocurre en rodales mixtos, el énfasis ha sido hacia cosechas de árboles de edades similares con rotaciones que varían entre los 70 y 150 años. El sistema de rebrotes (coppice), o el sistema de rebrotes con estándares en algunos lugares más secos, se maneja con rotaciones de entre 40 y 60 años. Las cosechas de las plantaciones, a su vez, tienen rotaciones de entre 50 y 80 años.

A pesar de que el crecimiento depende de muchos factores como localidad, la edad, la densidad de la plantación y el manejo del rodal, el incremento anual promedio de la teca se reporta generalmente como de entre 10 a 25 m³ por hectárea por año (23), con la mayoría de los cálculos tendiendo hacia la parte inferior de ese intervalo. Una tabla regional de clasificación por sitio para la región del Caribe muestra que la teca alcanza una altura máxima promedio (la altura promedio de los 100 árboles más grandes por hectárea) de casi 30 m en los mejores sitios y de 12 m en los peores (57) (fig. 3). Los incrementos anuales promedio en volumen correspondientes varían dependiendo de varios factores, entre los cuales se encuentran la clase y la edad del sitio, y alcanzan promedios de 14 m³ por hectárea por año. Fuentes para tablas publicadas previamente sobre volúmenes, índices del sitio, e información sobre alturas y diámetros alcanzados en diferentes localidades para plantaciones de varias edades, más que nada

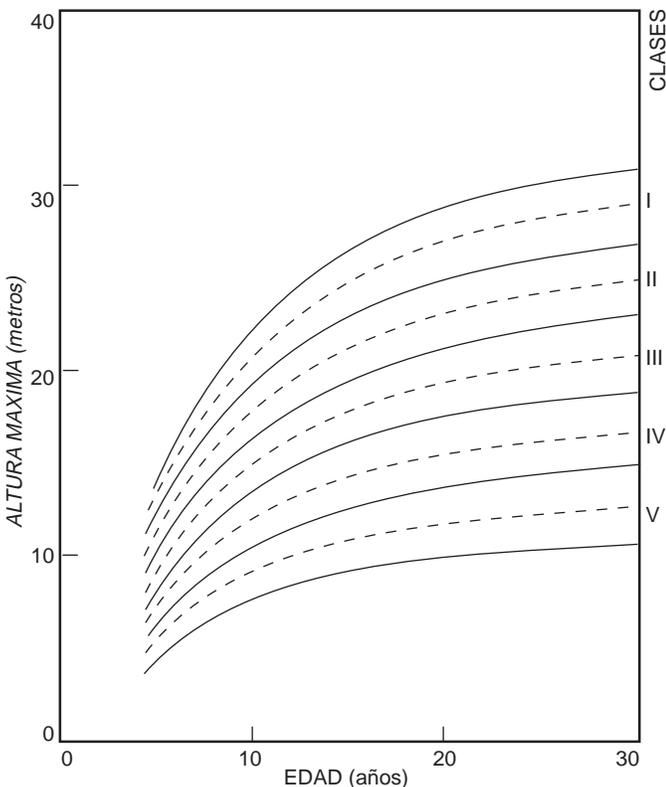


Figura 3.—Clasificación de la teca, *Tectona grandis*, por sitio en los países circundando la Cuenca del Caribe, basada en la altura máxima promedio (altura promedio de los 100 árboles de mayor diámetro por hectárea) sobre la edad (57).

en la América tropical, se presentan en la tabla 1. El crecimiento en altura de los árboles de teca dominantes parece disminuir más rápidamente con el tiempo en el Neotrópico que en las áreas en donde son nativos (60).

Existen estudios sobre el reciclaje de nutrientes en los suelos bajo plantaciones de teca (32, 36). En Nigeria, casi el 70 por ciento de la hojarasca en un rodal de teca variando entre 4 y 6 años de edad cayó entre diciembre y marzo (32). Más del 90 por ciento de los nutrientes vegetales (N, P, K, Ca, Mg y Na) se encontraron en la hojarasca. A pesar de que se han implementado numerosos experimentos sobre el abono de la teca, las variaciones en las condiciones ambientales y las procedencias involucradas hacen que la elaboración de reglas para el abono de la teca sea extremadamente difícil (23). La opinión general es que, pesar de que el crecimiento se puede incrementar mediante el abono bajo ciertas condiciones, en general no vale la pena el abonar; por lo tanto, si el sitio es apropiado para el crecimiento de la teca, el abono no es necesario.²

Comportamiento Radical.—La teca produce una raíz pivotante gruesa y larga, al principio de apariencia blanquecina y delicada, y después tornándose de color pardo claro y leñosa (129). Puede persistir o desaparecer, pero en cualquier caso, numerosas y fuertes raíces laterales se desarrollan (129, 138). Debido a que las raíces de la teca son sensibles a las deficiencias en oxígeno, a menudo permanecen a poca profundidad, creciendo mejor en suelos bien aireados (89, 109). Sin embargo, en una sabana de Nigeria, raíces de teca fueron observadas penetrando una capa de costra férrea dura (capa de plintita) a una profundidad de 40 a 60 cm (97).

Existen varios estudios disponibles sobre los sistemas radicales de la teca. En Venezuela, la teca no produjo una raíz pivotante de importancia, pero formó de tres a seis raíces laterales que alcanzaron un gran tamaño cerca de la base del tronco (110). En Tailandia, la profundidad, el diámetro, el largo y la distribución de las raíces de numerosos árboles de teca de entre 1 a 20 años de edad mostraron que la tasa de crecimiento radical disminuyó con la edad y que la raíz pivotante perdió su capacidad de penetrar el suelo (93). A pesar de que los patrones de crecimiento de las partes vegetales sobre y bajo el terreno variaron con la edad, se mantuvo una relación de peso aproximada de 5 a 1, respectivamente. Más aún, tanto las raíces laterales como verticales se concentraron en los primeros 30 cm del suelo.

Varias observaciones minuciosas se han hecho con respecto al desarrollo radical de la teca en la India. La variación temporal en la distribución especial del crecimiento en biomasa radical fina se estudió en una plantación en un bosque tropical seco de 19 años de edad en donde la precipitación anual promedio fue de 1000 mm por año (120). La producción de biomasa radical fina anual promedio fue de 5,420 kg por hectárea, aproximadamente en el medio de la distribución global de valores reportados para especies de árboles. El crecimiento máximo de raíces ocurrió durante la estación lluviosa, con todos los tamaños radicales mostrando un patrón de crecimiento estacional y bimodal durante el año. La cantidad de biomasa radical varió de acuerdo a la estación, con 1.4 veces más durante la estación lluviosa que en la seca. Entre el 65 y el 80 por ciento de la biomasa radical fina se encontró en los primeros 30 cm de suelo, con la mayoría concentrándose entre 10 y 20 cm. Raíces de menos de 2 mm de diámetro constituyeron la mitad o más del total de la

²Keogh, Raymond M. [s.f.] Comunicación personal con el autor. Archivado en: Irish Forestry Board, Dublín, Irlanda.

biomasa radical.

En otro estudio, la distribución lateral y vertical de la biomasa radical fina bajo árboles de teca de 5 a 40 cm de circunferencia y de entre 2 y 20 años de edad se muestreó a tres diferentes distancias de la base del árbol hasta una profundidad de 40 cm durante el apogeo de la temporada de crecimiento (117). La masa radical total se separó en raíces vivas de teca, raíces muertas de teca, masa radical herbácea y materia orgánica del suelo. La masa radical varió de acuerdo a la circunferencia del árbol, la distancia del árbol y la profundidad del suelo. La masa radical total y la relación de la masa radical muerta al total de la biomasa radical de la teca aumentaron con la circunferencia del árbol. Para árboles de menor tamaño, la mayoría de la masa se encontró a 1 m de distancia de la base del árbol, mientras que en árboles de más de 30 cm de ancho, la mayor acumulación se encontró a 50 cm de distancia de la base del árbol. Todos los componentes de la masa radical total aumentaron con la circunferencia del árbol, a excepción de la masa radical herbácea, la cual disminuyó marcadamente. La mayoría de la masa radical herbácea se encontró en los primeros 10 cm de suelo, mientras que la mayoría de las raíces vivas de teca se encontraron entre 10 y 30 cm. La biomasa viva de la teca de menos de 1 mm disminuyó de manera consistente con la profundidad, y se encontró mejor desarrollada cerca de la base del árbol.

Las dimensiones de los sistemas radicales de 11 árboles de teca variando entre 7 y 120 años de edad se midieron en un bosque seco de la India (100). Las raíces pivotantes fueron profundas y robustas; las raíces secundarias y terciarias fueron prominentes pero escasas.

Reacción a la Competencia.—La teca tiene altas demandas de luz y requiere de luz vertical total y de un espacio amplio alrededor para el desarrollo apropiado (43, 108, 121).

Dentro del área de su distribución natural, la teca ocurre bajo una variedad de condiciones en las cuales el tamaño, la forma y los árboles asociados varían. Los sistemas silviculturales de teca, por lo tanto, deben adaptarse al tipo de bosque, el clima y las condiciones del suelo de cada área (108). En las regiones húmedas, los árboles de teca son grandes, a menudo estriados; compiten de manera intensa con otras especies y producen una regeneración natural escasa. Bajo condiciones naturales, la regeneración y el crecimiento de los socios de la teca tolerantes a la sombra se ven favorecidos. El crecimiento y rendimiento de las plantaciones de teca en climas húmedos son sin embargo más rápidos y mayores que en los sitios más secos.

En los tipos de bosque con niveles de humedad intermedios, la teca adquiere su mejor forma, pero la regeneración es variable. En estas áreas, la regeneración por métodos naturales o artificiales puede ser usada. La densidad de las existencias de plántulas de teca o de rebrotes, la cantidad y el tipo de vegetación terrestre baja, y la disponibilidad de cultivadores del método taungya, influyen la selección de las técnicas a usar. Los costos de la limpieza y el entresacado son factores importantes a considerar al seleccionar el espaciamiento a usar en la plantación y las técnicas de entresacado. Los espaciamientos pequeños requieren de menos limpieza pero aumentan el costo de la fase de establecimiento, y requieren de más entresacado para mantener unas tasas de aumentos en el diámetro razonables. El entresacado apropiado puede reducir las ramificaciones epicórmicas y permitir suficiente vegetación terrestre baja para prevenir la erosión.

En tipos de bosque más secos, las plantaciones de teca no tienen éxito por lo común. El crecimiento es lento y la calidad del maderaje es a menudo pobre. Sin embargo, el manejo de la regeneración de la teca es posible porque las plántulas son

Tabla 1.—Información regional sobre el crecimiento de la teca, *Tectona grandis*, en plantaciones

Región	Tipo de información	Referencia
Puerto Rico	Tablas de rodales con alturas promedio para edades de 17 a 46 años	(34)
Puerto Rico	Densidades promedio, áreas basales, alturas, diámetros y volúmenes para 27 plantaciones en 5 áreas diferentes variando entre 24 y 51 años de edad	(136)
El Salvador	Tabla de volúmenes para alturas de hasta 30 m y diámetros de hasta 44 cm	(23, 56)
Trinidad	Tabla de volúmenes para producción maderera hasta los 80 años, incluyendo incrementos y entresacados	(23, 59, 82, 131)
Venezuela	Tablas de volúmenes para alturas de hasta 18 m diámetros de hasta 25.9 cm	(131)
Seis países en la América Central	Características medioambientales (elevación, precipitación promedio, zonas de vida y densidad) y crecimiento anual promedio en diámetro y altura para árboles dominantes y codominantes variando entre 1 y 40 años	(23)
Ocho países en la América Central y el Caribe	Características medioambientales (precipitación, suelos, espaciamientos y densidad) y crecimiento anual promedio en diámetro y altura para árboles dominantes y codominantes variando entre 3 y 44 años de edad	(133, 136)
Países de la Cuenca Mayor del Caribe	Índices de sitio hasta los 30 años	(57, 58)
La India	Tablas de volúmenes para la producción maderera hasta los 80 años de edad, incluyendo entresacados	(131)
La India	Tablas de rendimiento y de rodales para plantaciones (diámetros y alturas promedio, área basal total, densidad de los tallos, entresacados y rendimiento total, e incrementos anuales promedio corrientes) para edades de 5 a 50 años para cuatro clases de calidad del sitio.	(50)
Malasia	Tabla de volúmenes para alturas de hasta 32 m y diámetros de hasta 50.5 cm	(111, 131)
Cuatro zonas de vida	Relación entre edad y biomasa leñosa para la teca de plantación diferentes	(74)

más abundantes y el costo de eliminar la maleza es aceptable. En algunos casos, la regeneración natural o la siembra de otras especies de crecimiento más acelerado deberá considerarse.

El control incompleto de la maleza alrededor de las plántulas de teca resulta en la supresión de su crecimiento (23, 121) o en su mortalidad (129). Para el área de la América Central se recomiendan tres limpiezas durante el primer año, dos en el segundo y por lo menos una durante el tercero. La remoción del estrato inferior en una plantación de teca de 7 años de edad en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos mejoró el acceso y redujo el peligro de incendios sin afectar el incremento de la teca (94).

El mejor método para aumentar el crecimiento de los árboles en las plantaciones es el de remover la competencia. En Nimbria, Nigeria, unos espaciamientos diferentes entre los árboles de teca afectaron de manera significativa el diámetro promedio de todos los árboles y el diámetro promedio de los árboles dominantes, pero no tuvo efecto alguno sobre su altura promedio, factor de forma o volumen total (1). En Puerto Rico, las plantaciones de teca de 3 a 16 años de edad fueron entresacadas y abonadas para incrementar la producción (15). Los árboles de mayor tamaño respondieron con un incremento en el área basal más rápido, pero con un crecimiento en altura menor que los árboles más pequeños bajo las mismas condiciones. Tanto la respuesta en el crecimiento en altura como en el crecimiento en el área basal fueron mayores en sitios aluviales derivados de andesita que en suelos residuales sobre piedra caliza. Más aún, el crecimiento en el área basal estuvo correlacionado con la adición de P, y el crecimiento total en altura con la adición de K, a pesar de que ambas respuestas fueron menores. La altura y el área basal no fueron influenciadas por la adición de N, Ca o Mg.

En Nigeria, un rodal de teca de 15 años de edad con una provisión de 2,200 árboles por hectárea (o un área basal de 32 m² por hectárea), plantado originalmente con espaciamientos de 1.8 m, recibió tres tratamientos de entresacado consistiendo de reducciones a un nivel de 790 árboles por hectárea (19.5 m² por hectárea), a 395 árboles por hectárea (13 m² por hectárea), y de un control (73). Los rodales se midieron de nuevo a una edad de 20 años, y el incremento anual más reciente fue de 2.0 m³ por hectárea en el control, de 2.8 m³ por hectárea para el rodal con entresacado moderado y de 11.3 m³ por hectárea para el rodal con el entresacado más intenso. El entresacado más intenso prácticamente eliminó el contacto entre las copas. Varias observaciones se derivaron de este estudio. En primer lugar, cuando el área basal en el rodal sin entresacar llega cerca de 35 m² por hectárea, el rodal comenzó a estancarse en su crecimiento y a sufrir mayor mortalidad. En segundo lugar, a pesar de entresacados intensos, los árboles identificados como de crecimiento acelerado antes del experimento continuaron siendo de crecimiento acelerado después del experimento. Finalmente, a pesar de que el entresacado de la teca se puede demorar por entre 10 y 15 años, entresacados intensos se necesitarían eventualmente para mantener el crecimiento de los árboles cosechables a niveles satisfactorios.

La respuesta de la teca al entresacado ha sido un acalorado tema de discusión en la India por muchos años. Varias conclusiones se presentaron a partir de las parcelas experimentales (132): (1) la intensidad del entresacado no tuvo ningún efecto sobre el crecimiento en altura, (2) el rendimiento en área basal utilizable declinó a medida que la intensidad del entresacado aumentó, y (3) entresacados progresivamente más intensos rindieron incrementos en diámetro progresivamente acelerados. En Nigeria, el volumen de la teca no se vió influenciado por la densidad de las existencias, pero

hubieron alteraciones en el diámetro promedio (121).

Se han elaborado sugerencias generales para el entresacado de la teca en la Cuenca del Caribe asumiendo que la reacción de la teca al entresacado depende en parte de su reacción al sitio en sí (57). Unos entresacados intensos semimecánicos deben efectuarse cuando los árboles alcancen una altura promedio de 8 m y de nuevo a los 15 m, removiendo cada vez aproximadamente la mitad de los árboles. En mejores sitios, el primer entresacado se puede implementar a los 3 años y, en sitios más pobres, a los 6 años. El segundo entresacado puede tener lugar a los 7 años en los mejores sitios, y a los 12 en los más pobres. Entresacados subsecuentes deben ser implementados cuando el área basal alcance aproximadamente 20 m² por hectárea, y éstos deben remover aproximadamente 6 m² por hectárea. La edad para la rotación deberá basarse en la clase del sitio y en consideraciones económicas.

En los bosques caducifolios húmedos de Kerala, en la India, el área de copa proyectada para 195 árboles de teca variando de 9 hasta casi 60 cm de diámetro se sometió a una regresión sobre el diámetro arbóreo (123). Una correlación positiva se encontró entre el área de copa proyectada en metros cuadrados y el diámetro del tronco en decímetros. La ecuación que sigue fue útil para proyectar índices de densidad del rodal para plantaciones locales de teca:

$$\ln Y = 1.898 + 1.347 \ln X \quad r = 0.832; \text{ S.E.} = 28.2$$

en donde Y = área de copa proyectada en metros cuadrados

X = diámetro del tronco en decímetros

La teca se ha usado con éxito en sistemas agroforestales y de enriquecimiento. Durante la época colonial en Indonesia, el tabaco era plantado cada 8 años en 225,000 hectáreas de plantaciones comerciales pertenecientes a las compañías de tabaco holandesas (140). La producción de tabaco se seguía de una cosecha de arroz de tierra seca (dryland rice) o de maíz, y luego se plantaba teca u otras especies durante el período de barbecho subsecuente. En la India, las plantaciones de teca junto con cacahuete y soya resultaron muy remunerativas, y las cosechas no tuvieron ningún efecto negativo sobre el crecimiento de la teca (84). La cúrcuma (*Curcuma longa* L.), fuente de un agente colorante y condimento, fue también intercultivada con éxito en rodales de teca de más de 2 años de edad en la India (65). En Java, experimentos con hierbas medicinales utilizadas como cobertura vegetal en plantaciones de teca en su madurez fueron efectuados (44). Otras cosechas reportadas como inter-cultivadas con la teca incluyen el arroz de montaña, maíz, chili, algodón, tapioca y jengibre (138).

Antes de 1962, la teca se había establecido en Trinidad por el método taungya, ya sea mediante la siembra directa de semillas o la plantación de tocones junto con las cosechas anuales de maíz o arroz (18, 121). Experimentos con el método taungya en Costa Rica (2) y Venezuela (103) tuvieron éxito a su vez. El plantado de tocones de teca es el método principal de enriquecimiento usado en las brechas en el bosque tropical húmedo de la islas de Andamán (115). En plantíos de tocones, los espaciamientos son irregulares, y el número de plantas varía entre 60 y 200 por hectárea. En los bosques de teca caducifolios y abiertos en Karnataka, en la India, que se manejan bajo un sistema de selección, el plantar teca bajo tallos residuales está reemplazando el método previo de la talar rasa seguida por la siembra de la teca (64).

La preocupación acerca de los suelos expuestos bajo plantaciones de teca ha llevado a varios experimentos con combinaciones (138). En Java, el combinar diferentes especies de árboles junto con la teca afectó de manera adversa el

crecimiento y el valor de las plantaciones de teca (20). Varias cosechas para proveer de cobertura se intentaron en la India, pero el mantenerlas resultó demasiado caro (138). El fomentar el crecimiento de la vegetación terrestre baja se considera ahora como la mejor alternativa. Sin embargo, en Indonesia, el plantar hileras de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en plantaciones de teca como una cobertura permanente no sólo redujo la erosión del suelo sino que influyó la producción de la teca de una manera favorable (89).

Agentes Dañinos.—La mayoría de los patógenos de la teca han sido identificados en la India y el Lejano Oriente (tablas 2 y 3), con sólo unos cuantos registrados en plantaciones en África, América y en áreas lejos de su región nativa. A pesar de esto, existe muy poca información disponible acerca de sus consecuencias económicas (38). Una excepción notable es el estudio de 5 años de duración sobre defoliadores en una plantación joven en Kerala, en la India (91). La larva de la falena *Hyblaea puera* Cram. (Lepidoptera) ocasionó una pérdida del 44 por ciento en el aumento volumétrico, mientras que la larva de *Pyrausta machaeralis* Walk. no tuvo ningún impacto aparente. La defoliación fue seguida a veces por el marchitamiento de el vástago líder, lo que puede ocasionar bifurcaciones. Sin embargo, la falta de modelos adecuados sobre la dinámica de rodales ha prevenido el cálculo de la ganancia volumétrica potencial sobre una rotación completa en rodales protegidos. El uso de insecticidas para controlar erupciones de plagas en plantaciones, aunque efectivo, fue abandonado por el daño que causa a los insectos beneficiosos,

parásitos y otra fauna (138). Investigaciones adicionales sobre los enemigos naturales de los defoliadores y la resistencia natural de la teca a los defoliadores son necesarias.

La teca se considera como resistente a la mayoría de los patógenos en las plantaciones, los bosques naturales y los almacenes de maderaje (23). La resistencia a la pudrición se ha correlacionado con la cantidad de extractivos contenidos en la madera (143). El duramen de la teca es resistente a las termitas de la madera seca y moderadamente resistente a las termitas subterráneas, pero es atacado con facilidad por la polilla del mar (72, 141). La albura no es resistente a ninguno de los organismos mencionados, y sufre también el ataque de la carcoma.

La teca tiene también la reputación de ser resistente al fuego, de manera particular cuando los incendios avanzan con rapidez y no alcanzan temperaturas muy altas (89). Los árboles de hasta 3 años de edad rebrotan después de una quema. Los árboles de mayor tamaño y edad tienen mejor protección por su corteza. Sin embargo, los árboles de tamaño de poste pueden sufrir daño permanente debido a que su corteza no es lo suficientemente gruesa como para soportar altas temperaturas. En Trinidad, los rodales con árboles de tamaño de poste se encuentran en peligro debido a que la práctica común de entresacar a la edad de 5 años añade combustible al nivel del suelo. El fuego estimula el crecimiento de rebrotes en los troncos inferiores (107) y el chamuscamiento deja la madera expuesta y provee de acceso a los hongos patógenos (89).

Tabla 2.—Animales dañinos a la teca, *Tectona grandis*

Animal responsable	Daño, control sugerido	Región	Referencia
<i>Aularches militaris</i>	Defoliación	Nueva Guinea	(48)
<i>Cossus cadambae</i>	Marchitamiento causado por la ingestión de la corteza, tejido calloso y la albura exterior; remover los árboles infectados	Kerala, India	(78, 114)
<i>Dichorius puntiferalis</i> <i>Leptocentrus vicarious</i> <i>Pagya salvalis</i> <i>Pyrausta machaeralis</i>	Daño a la inflorescencia y formación pobre de la fruta; aplicación de herbicida en el estrato inferior y uso de trampas de luz	India	(26)
<i>Dihammus cervinus</i>	Consumo de la madera	Bangladesh	(130)
<i>Endoclita gmelina</i>	Daño al collar radical en los árboles jóvenes; remover otras especies de árboles huéspedes del área circundante	Malasia	(31)
<i>Hapalia machaeralis</i>	Defoliación; control biológico	La India	(80)
<i>Hyblaea puera</i>	Defoliación; control biológico	La India	(3, 85, 86)
Lepidoptera	Defoliación	La India	(83)
<i>Lixus camerunus</i>	Ataque del follaje joven	Nigeria	(33)
Melolonthinae	Daño de las semillas por la larva	Trinidad	(23)
<i>Neoclytus cacticus</i>	Barrenador de las partes leñosas de las plantulas jóvenes	América Central	(23)
<i>Pagida salvaris</i>	Consumo de las flores en botón por la larva	Tailandia	(48)
<i>Phyllophag sp.</i>	Infestación de las raíces en viveros por la larva; aplicación de insecticida	Costa Rica	(23)
<i>Phyllophag sp.</i>	Destrucción de las raíces en cepas de vivero y tallos	América Central	(23)
<i>Plagiohammus spinipennis</i>	Barrenador de la madera y el meollo de los tallos jóvenes	América Central	(23)
Hormigas parasol	Defoliación localizada	Trinidad, Nicaragua	(69, 137)
Hormigas blancas	Consumo de la corteza	Bangladesh	(130)
Termitas	Daño a las plántulas en el vivero	Ghana	(121)
Ratones	Consumo de las semillas	Bangladesh	(130)
<i>Orthogeomys underwoodii</i>	Destrucción de cepas de vivero y plantas jóvenes	América Central	(23)

El problema más apremiante en Trinidad en relación a la teca en la segunda parte de la década de 1950 fue el de los incendios de temperaturas muy altas en la superficie que arrasaron cerca de la mitad de las plantaciones cada año (89). La temporada de 1957 fue particularmente seca y 2,300 hectáreas de plantaciones de teca de 2 y 3 años sufrieron un daño considerable por el fuego. Las plantaciones de teca sujetas a incendios frecuentes tienen poca vegetación terrestre baja y tienen que depender de el reciclaje de la hojarasca para renovar la materia orgánica y los nutrientes (69, 89). La erosión subsecuente, en particular en pendientes escarpadas, puede

agravar el agotamiento del suelo superficial. Datos recaudados por tres años en Trinidad mostraron que la erosión bajo la teca estaba ocurriendo a una tasa once veces mayor que la de los bosques naturales (89).

La teca creció relativamente libre de plagas y enfermedades en Trinidad desde su introducción en 1913 hasta aproximadamente 1943, cuando ataques severos de muérdagos parasíticos se reportaron en muchas plantaciones (tabla 3). El control del muérdago consistió de la poda de las ramas afectadas durante el periodo afoliar, el aislamiento de las plantaciones nuevas de aquellas infectadas, o la remoción de

Tabla 3.—Enfermedades y parásitos en plantaciones de teca, *Tectona grandis*

Tipo de enfermedad o parásito y nombre científico	Daño; control sugerido	Región	Referencia
Enfermedades de las hojas y el tallo			
<i>Agrobacterium tumefaciens</i> (bacteria)	Daño al tallo	Trinidad	(23)
<i>Auricularia polytricha</i>	Parasitismo de heridas	La India	(38)
<i>Cephaleuros</i> sp.	Manchas en las hojas	Nigeria	(38)
<i>Cercospora tectonae</i>	Manchas en las hojas (problema menor)	La India, Hawaii, Trinidad	(38, 138)
<i>Colletotrichum</i> sp.	Formación de bandas irregulares rojas sobre superficie foliar y muerte foliar	El Salvador	(23)
<i>Corticium salmonicolor</i>	Formación de fisuras profundas en la corteza que matan el floema y el tejido del cámbium	La India, Indonesia	(38, 138)
<i>Corynespora</i> sp.	Daño en el follaje en árboles maduros	Trinidad	(23)
<i>Lyctus</i> sp.	Ataque sobre la albura	Venezuela	(127)
<i>Marasmiellus ignobilis</i>	Formación de tejido suave y esponjoso en el tronco cerca de la superficie (baja incidencia de infección, aparentemente sin importancia)	Kerala, La India	(114)
<i>Mycosphaerella tectonae</i>	Manchas en las hojas (problema menor)	Venezuela	(38)
<i>Nectria haematococca</i>	Rajaduras y necrosis de la corteza asociados con el daño por las heladas	La India, Africa	(38, 138)
<i>Olivea tectonae</i>	Defoliación de las plántulas en viveros; entresacado y poda o aplicación de fungicidas foliares con sulfuro como base	La India	(38, 114, 138)
<i>Phialophora richardsiae</i>	Pudrición de la madera y marchitamiento posterior a la infestación con <i>Cossus cadambae</i>	Kerala, La India	(114)
<i>Phomopsis variosporum</i>	Daño en el área fotosintética y caída prematura de las hojas	Kerala, La India	(114)
<i>Phyllactinia guttata</i>	Necrosis foliar y defoliación; aplicación de fungicidas o posiblemente entresacado o poda	La India, Myanmar	(38, 138, 4)
<i>Phyllosticta tectonae</i>	Manchas en las hojas (problema menor)	La India	(38)
<i>Polyporus versicolor</i>	Ataque sobre la albura	Venezuela	(127)
<i>Pseudoepicoccium tectonae</i>	Coalescencia de manchas y defoliación prematura	Kerala, la India	(114)
<i>Pseudomonas</i> sp.	Pudrición de collar en las plántulas y marchitamiento en las plantaciones; plantamicina (0.01%) para remojar el suelo	Kerala, la India	(114)
<i>Scleratiom rolfsii</i>	Marchitamiento del las hojas con manchas y muerte ocasional de los vástagos	Kerala, la India	(114)
<i>Stemphyllum</i> sp.	Marchitamiento de vástagos jóvenes	Nigeria	(38)
<i>Uncinula tectonae</i>	Pérdida de humedad, cambios bioquímicos y muerte; aplicación de polvo de sulfuro	La India	(114, 126, 138)
<i>Ustilina deusta</i>	Ataque sobre la albura	Venezuela	(127, 138)
<i>Xanthomonas melhusi</i>	*	La India	(38)

Tabla 3.—Enfermedades y parásitos en plantaciones de teca, *Tectona grandis* — Continuación

Tipo de enfermedad o parásito y nombre científico	Daño; control sugerido	Región	Referencia
Enfermedades radicales			
<i>Armillariella mellea</i>	Pudrición radial y muerte	Célebes, Africa	(23, 38, 138)
<i>Fusarium oxysporum</i>	Muerte de las plántulas (mal del vivero)	Paquistán, Africa, América Central	(23, 38, 138)
<i>Helicobasidium compactum</i>	Muerte radical y marchitamiento del follaje; remover árboles infectados y tratar árboles circundantes con un lavado de “carbón con cal”	Indias Orientales, Tanzania	(38, 138)
<i>Peniophora rhizomorpho-sulphurea</i>	Pudrición radical	La India	(38, 138)
<i>Phellinus noxius</i>	Manchado de la madera, marchitamiento del follaje, pudrición del pie del árbol	Lejano Oriente	(38, 138)
<i>Plemotus commiscilloilis</i>	Ataque sobre las raíces principales después de otras infecciones	Trinidad	(23)
<i>Pseudomonas solanacearum</i>	Marchitamiento vascular del follaje en viveros y plantaciones jóvenes; esterilización del suelo y cultivación y desyerbado en los viveros	Sumatra, Malasia	(38, 138)
<i>Pseudomonas tectonae</i>	Daño y control similar al mencionado arriba	Filipinas	(38, 138)
<i>Rigidoporous lignosus</i>	Pudrición radical; tratar con Tillex® al 2%, erradicación de tocones y uso de leguminosas como vegetación terrestre baja	Nigeria	(87, 138)
<i>Rigidoporous zonalis</i>	Pudrición radical y del duramen	La India, América, Australia	(38, 138)
<i>Ustulina deusta</i>	Parasitismo de heridas y pudrición blanca	Tanzania	(38)
<i>Xylaria thwaitesii</i>	Infección radical (problema menor)	Indonesia	(38)
Pudriciones del duramen			
<i>Bjerkandera adusta</i>	Pudrición blanca	La India	(38)
<i>Flavodon flavus</i>	Pudrición blanca	La India	(38)
<i>Fomes lividus</i>	Pudrición causada por rebrotes bajos; cortar tallos de 10 a 15 cm arriba del terreno	La India	(118)
<i>Ganoderma applanatum</i>	Pudrición blanca	La India	(38, 138)
<i>Ganoderma curtisii</i>	Pudrición blanca	Costa de Marfil	(38)
<i>Ganoderma rivulosum</i>	Pudrición blanca	Africa	(38)
<i>Phellinus lamaoensis</i>	Pudrición parda	Nigeria, la India, Paquistán	(38)
<i>Polyporus rubidus</i>	Pudrición parda	Este de Asia, la India	(38, 138)
<i>Polyporus shoreae</i>	“Partridgewood” o pudrición	Este de Asia, la India	(38)
<i>Polyporus zonalis</i>	*	La India	(118)
Muérdagos			
<i>Dendrophloe falcata</i>	Ataque de las ramas laterales; podado y aplicación de compuestos químicos	Sri Lanka, la India	(38, 114)
<i>Loranthus</i> spp.	Vigor reducido; podado y aplicación de compuestos químicos	Indonesia, global	(122)
<i>Macrosolem cochinchinensis</i>	*	La India, Paquistán	(38)
<i>Phoradendron piperoides</i>	Vigor reducido; podado, aplicación de 2, 4-D en rocío o inyectado	Trinidad	(69, 89)
<i>Phthirusa adunca</i>	Vigor reducido; podado, aplicación de 2, 4-D en rocío o inyectado	Trinidad	(98, 106)
<i>Struthanthus</i> spp.	*	Indias Occidentales	(38)
<i>Viscum</i> sp.	*	Trinidad	(23)

*No se indica la clase de daño

fuentes de muérdago de las zonas boscosas adyacentes (69). Ataques de muérdago han sido reportados también en otros sitios (tabla 3). El muérdago daña al huésped al reducir las tasas de fotosíntesis y crecimiento, al inducir la formación de agallas, y al predisponerlo al ataque de insectos y enfermedades.

Tres tipos de defectos peculiares en árboles en plantaciones de teca de 30 a 141 años se observaron en Kerala, en la India (62). Los defectos consistieron de cráteres de origen desconocido, hinchazones ondulantes causadas probablemente por una actividad localizada en el cámbium y nudos falsos causados por rebrotes epicórmicos. Estos defectos son indeseables y se pueden atribuir al uso de fuentes locales de semillas para el establecimiento de las plantaciones.

A pesar de que los árboles de teca jóvenes no están en gran peligro de ser víctimas de animales fitófagos, las raíces pivotantes de las plántulas en almácigos de vivero pueden ser destruidas por insectos (129). En el Sudeste de Asia, las ratas mascan las raíces a veces, mientras que los cerdos desarraigan las plántulas (129). Más aún, los venados pueden quitar la corteza en plantaciones de hasta 10 años, y en la India los elefantes pueden destruir árboles de buen tamaño (43, 129). Se reporta de la isla de St. Croix, en las Islas Virgenes de los Estados Unidos, que las vacas se comen la corteza de árboles de teca. Las malas hierbas en el vivero matan las plántulas mediante la supresión y al causar condiciones húmedas durante la temporada lluviosa (129).

Las catástrofes naturales, los fenómenos atmosféricos y la influencia humana, que incluye el mal manejo forestal, han impactado también de manera negativa el crecimiento de la teca y su supervivencia. En Bangladesh, los ciclones causan un daño a gran escala a las plantaciones de teca (130). Las semillas en proceso de maduración fueron sacudidas de los árboles y los troncos se quebraron, especialmente en plantaciones de aproximadamente 15 años de edad. Una quiebra similar de los troncos y volcamientos fueron observados en Puerto Rico después de el Huracán Hugo. Un marchitamiento periódico se observó en los bosques secos caducifolios de la India en árboles de teca de entre 1 y 5 años de edad (99). En sitios expuestos, el daño por el viento resulta en un patrón ramificado (138). Las plántulas y los rebrotes son susceptibles al daño por las heladas (129, 138).

Una exudación de savia de color amarillo procedente de ampollas en los tallos se reportó en plantaciones a lo largo de ríos en la India, pero no fue posible asociarla con agentes bióticos (5). La causa, de origen aparentemente fisiológico, no mata los árboles, pero descolora los tallos. Un amarillamiento anormal del follaje de la teca en Trinidad se reportó durante el verano de 1963, fenómeno que se atribuyó a las condiciones excepcionalmente secas del año anterior (98). Una extensa mortalidad 3 años después de la siembra en Trinidad fue causada por el empantanado en valles planos con drenaje pobre.

La corta de los bosques secos de teca a nivel del suelo en la India resultó en la pérdida de la mitad de los árboles rebrotados al final de la rotación (118). El corte de rebrotes laterales bajos, a una distancia de 10 a 15 cm del suelo, resultó en una pérdida menor en la nueva cosecha. La poda de ramas menores durante la estación seca se recomendó para la producción maderera en Honduras (19), en donde la pudrición del duramen se consideró como un problema potencial, ya que la teca no sana rápidamente o de manera uniforme.

En Tailandia, la cosecha de la teca declinó en un 80 por ciento entre 1973 y 1985, mientras que las áreas forestadas disminuyeron solamente en un 26 por ciento (35). La disminución en el rendimiento de la teca se debe a varios

factores, entre ellos la tala para la agricultura y la cosecha de teca clandestina. Sin embargo, la explotación forestal intensa y de carácter selectivo excediendo la producción sostenible es también una causa significativa (35). Estas cosechas excesivas han reducido la tasa a la que se pueden cosechar los bosques todavía en pie; por lo tanto, los ingresos anuales se ven reducidos.

USOS

El duramen de la teca, que empieza a formarse durante el sexto año (106), cambia de color, de verde olivo a un pardo dorado, con la exposición y el secado (72). La albura es amarillenta o blanquecina y difiere marcadamente del duramen. La madera tiene anillos porosos (138) y anillos anuales de crecimiento evidentes, pero con anillos falsos ocurriendo ocasionalmente (50, 72).

La madera de la teca tiene una fibra recta, una textura uniformemente mediana y es aceitosa al tacto. Una fragancia ligera se puede detectar después del secado. La madera se seca al aire rápidamente y de manera satisfactoria, con una torcedura menor solamente, pero sin endurecimiento o cuarteadura superficial. La teca también se seca bien pero lentamente al horno, con cuarteaduras, rajaduras o torceduras mínimas.

La madera es moderadamente dura y pesada, y es reconocida por su contracción poca y uniforme (72). La teca posee un peso específico promedio de 0.55 g por cm³ (71, 72), pero esta característica varía considerablemente dependiendo de la clasificación de copa del árbol (10). La madera se trabaja bien con herramientas eléctricas o manuales, pero contiene sílice, lo que tiende a embotar el filo de los instrumentos. Las características para el trabajo a máquina son como sigue: el cepillado, el modelado, el taladrado, el enmechado y la resistencia a rajarse con tornillos son buenas; el torneado es excelente y el lijado es muy pobre (71). La madera recibe bien los clavos, el barniz y el pulido, y es fácil de encolar.

Unos estudios detallados sobre el duramen de la teca mostraron que disminuye en durabilidad entre más cerca al meollo, cuando tiene anillos de crecimiento anchos, y cuando se deriva de árboles jóvenes (27). La conclusión práctica más importante de estos estudios es que no todos los trozos de duramen de teca son altamente durables, y que la mayoría de los interiores del tronco son menos durables que la madera en etapa madura. Una tasa de crecimiento muy acelerada, particularmente en las etapas tempranas de crecimiento, puede disminuir la durabilidad de manera apreciable.

Es difícil de tratar el duramen de la teca con preservativos, mientras que la albura se trata fácilmente en tanques abiertos (72). Los postes de teca verdes responden bien a tratamientos con un preservativo consistente de sulfato de cobre al 6 por ciento, seguido por una solución de bórax al 7 por ciento, sumergiéndolos en cada solución por un período de 3 días (23). La madera sin pintar es resistente a los elementos, y permanece casi totalmente libre de torceduras y cuarteamiento.

A principios de siglo, la teca fue usada en la India para la construcción de casas, puentes y muelles, así como para pilotes, coches de ferrocarril y rayos de ruedas (129). La estabilidad de la teca después de la manufactura la ha hecho la única madera aceptable para las cubiertas en barcos de buen tamaño (24, 72). La teca también se usa para hacer muebles finos, pisos, ensambladuras, terminaciones de interior, dinteles, puertas, entrepaños, tallados, artículos torneados, tanques y cubas de gran tamaño, e instalaciones de laboratorio (71). Se

ha reportado que la teca también es usada para mástiles y perchas, puntales en minas de carbón, traviesas de ferrocarril, chapa ornamental, pianos, órganos y armonios, llaves para violines y pipas de tabaco (de nudos en la teca) (29). La madera también rinde un valioso aceite de brea después de la destilación. Los árboles de tamaño pequeño que han sido entresacados se usan como postes para cercas en Trinidad (88).

La teca se ocupa para hacer triplex, y los desperdicios de la teca se han usado para hacer madera comprimida, y tableros de fibra y partículas (119). En la India, la teca descartada se ha mezclado con otros tipos de madera de especies frondosas y con desperdicios de la manufactura de chapa de madera para estudiar su potencial como pulpa de madera, blanqueada y sin blanquear (40, 41). Estudios preliminares mostraron que el rendimiento fue satisfactorio, y la pulpa mostró una fortaleza apropiada para la producción de papel para envolver, escribir e imprimir. Estudios adicionales sobre extractivos en Japón mostraron que las resinas de la teca mancharon las láminas de pulpa (143). La corteza de la teca procedente de árboles de más de 40 años muestreados en terrenos propiedad de varios departamentos forestales de la India rindió del 8.3 al 15.6 por ciento de ácido oxálico, una sustancia química importante industrialmente (11). El contenido calórico de varios componentes de la teca (tallos, raíces, corteza, ramas, ramitas y hojas), estudiado en Madhya Pradesh, en la India, ha sido también publicado (52).

En el Sudeste de Asia, la teca rinde varios productos forestales menores (50). La corteza contiene tanino, y las hojas machacadas producen una savia roja que se usa para teñir la seda. Las hojas han sido usadas también como material de empaque y como techado para chozas temporales. En la India, las hojas secas ya caídas se pueden procesar como una fuente de fibra para alimento peleteado para el ganado ovino (104). Varias partes del árbol se usan también medicinalmente (30). Una cocción de las hojas se utiliza como tratamiento para desórdenes y hemorragias menstruales, y como un enjuague bucal (138). La teca se ha introducido a los jardines botánicos como una curiosidad y ocasionalmente se planta en Puerto Rico como un árbol ornamental (71).

En Nigeria, áreas previamente designadas para maderaje se convirtieron para uso como combustible, y áreas designadas para postes se usaron para la producción de postes de tamaño pequeño, sostenes para cosechas de enredaderas y para leña (121). En Tanzania, árboles de tronco recto con una proporción alta de duramen han sido usados como postes eléctricos (121). En Trinidad, las ganancias procedentes de la venta de madera de teca para uso como postes y leña mantienen a muchos empresarios pequeños; existe también una fábrica que produce cercas de madera hendida (split fencing), postes de cerca, y madera aserrada para andamios (105, 106, 121). La teca se planta también en terrenos petroleros que no han sido aún explotados y en tierras gravemente erosionadas previamente sembradas con caña de azúcar pero todavía con potencial de ser reclamadas (121).

GENETICA

En la India, investigadores en un estudio sobre origen de semillas de teca (77, 124) concluyeron que la predicción del comportamiento de diferentes procedencias de la teca es difícil, y que las semillas de origen local tenían una alta probabilidad de dar buenos resultados, pero no necesariamente los mejores, dentro del área de distribución natural de la teca. Los investigadores encontraron que las semillas importadas de lugares con mayor humedad eran por lo usual mejor que

aquellas procedentes de regiones más secas, y que la altura máxima estaba aparentemente más relacionada con la calidad del sitio que con el origen de la semilla.

En 1979 las introducciones de semillas de teca en los países de la Cuenca del Caribe llegaban a 19, con semillas procedentes de fuentes como Burma (ahora llamada Myanmar), Tailandia, la India y las naciones africanas de Nigeria, Camerún, Costa de Marfil y Gambia (57). Las introducciones más importantes fueron aquellas efectuadas en Trinidad entre 1913 y 1916 con semillas de Tenasserin, en Myanmar (8) y en Summit Gardens en Panamá durante 1926 con semillas de Sri Lanka. Ambas procedencias son bien vistas y han sido distribuidas extensamente en Latinoamérica (57, 23).

Los resultados de pruebas con clones sugieren que la edad a la primera florescencia está bajo control genético y puede causar bifurcaciones y una depresión en el crecimiento en la altura (138). Varias procedencias de semillas de teca tienen un marcado período de reposo o etapa inactiva que resulta en una mejora en la germinación posterior al almacenamiento (23), siendo ésta una condición causada por nutrientes fuera de balance (42). Más aún, semillas originarias de bosques secos parecen germinar con mayor facilidad que aquellas originarias de áreas húmedas. Factores genéticos, ya sea en la forma de diferencias entre variedades de teca o como variaciones normales entre árboles individuales, pueden ser responsables por gran parte de la variación en la durabilidad del duramen de la teca (27). Sin embargo, muestras incrementales del interior de los troncos de árboles de teca de 36 años de edad y de semillas de cinco diferentes orígenes en la India, mostraron que las influencias medioambientales tuvieron un efecto mayor que el de la fuente de las semillas sobre la densidad de la madera a la madurez (102).

Un programa reproductivo a largo plazo para la teca en la India se delineó en los primeros años de la década de 1960 (81). Los primeros huertos de semillas de teca se establecieron en Nueva Guinea y Tailandia durante la mitad de la década de 1960 y otros se encontraban en etapa de planeación o ejecución en la India y en Nigeria (48). La selección de fenotipos superiores de teca en la India para el cultivo de huertos clonales de semillas se basó en 20 caracteres externos (61) entre los cuales estuvieron la altura, la circunferencia, el largo del tronco libre de ramificaciones, la forma del tallo (contrafuertes, torceduras y ahusamiento), ramificaciones epicórmicas, susceptibilidad a las plagas y enfermedades y la producción de semillas. Existe la posibilidad de establecer plantaciones clonales de teca mediante el uso de embriones obtenidos de cultivos histológicos (138). Sin embargo, se necesita establecer medidas protectivas para el establecimiento y manejo de dichas plantaciones, incluyendo la evaluación del peligro potencial de contar con una base genética restringida mientras se exploran los beneficios de una cepa superior.

Una inspección preliminar de teca en 24 sitios en la India entre 9° y 24° de latitud Norte y 74° y 85° de longitud Este, reveló que las variaciones en el color, la fibra y la textura de la madera, en la morfología foliar, y en la biología de las flores y semillas, estaban relacionadas con el sitio en particular (9). En otro estudio en la India, 20 clones diferentes de teca se evaluaron con respecto a sus variaciones naturales en la tasa de crecimiento y a su susceptibilidad al defoliador de la teca, *Hyblaea puera* Cram. (3). La susceptibilidad y las tasas de crecimiento fueron significativamente diferentes entre los clones, y se sugirieron cruces entre los clones con mayor resistencia y tasa de crecimiento para mejorar aún más la calidad de los clones.

El Centro Para el Mejoramiento de la Teca de Tailandia

implementó un programa de mejoramiento genético durante sus primeros 10 años de operación (47). La propagación vegetativa, la propagación sexual, la selección de árboles "plus" o superiores, estudios sobre materiales seleccionados, huertos de semillas, áreas de fuentes de semillas, investigaciones de procedencias, investigaciones silviculturales (técnicas de vivero, establecimiento y el cuidado de las plantaciones) fueron algunos de los tópicos principales de investigación. Se estudiaron también las características de la florescencia y la mecánica de la polinización (17). La Organización de Industrias Forestales de Tailandia tenía para el final de la década de 1970, 3,300 hectáreas de fuentes de teca y había planeado 830 hectáreas de huertos de semillas (63).

Los espaciamientos iniciales en los huertos de teca deben ser de 12 por 12 m para promover la florescencia (48). Dos entresacados sistemáticos, de 10 a 12 años y de 15 a 20 años después del establecimiento, resultan en un espaciamiento final de 24 por 24 m. La polinización manual de las flores da resultados considerablemente mejores que la polinización libre, pero es costosa. La introducción de insectos apropiados en los huertos como una alternativa para la polinización se está investigando en ciertas áreas.

Ya que la teca es difícil de arraigar, se hace uso de injertos para la propagación de los clones. Tanto el injerto de ramas con inflorescencia como el injerto de parches de yemas en tocones de plántulas se han intentado, pero el primer método tuvo problemas con la supervivencia de los injertos, y el segundo con demoras en la inflorescencia (25). Con el fin de facilitar la florescencia de clones de teca, una raíz de una plántula de 1 a 2 años de edad se puede injertar en una rama con flores de un árbol superior (árbol "plus") o en un clon injertado. Esta técnica resultó exitosa en el 90 por ciento de los casos, y los injertos florecieron dentro de un período de 2 años después del trasplante.

LITERATURA CITADA

1. Abegbeihn, J.O. 1982. Preliminary results of the effects of spacings on the growth and yield of *Tectona grandis* Linn. F. *Indian Forester*. 108(6): 423-430.
2. Aguirre, Avelino. 1963. Estudio silvicultural y económico del sistema taungya en las condiciones de Turrialba. *Turrialba*. 13(3): 168-71.
3. Ahmad, Mukhtar. 1987. Relative resistance of different clones of *Tectona grandis* to teak defoliator, *Hyblaea puera* Cram. (Lepidoptera: Hyblaeidae) in south India. *Indian Forester*. 113(4): 281-286.
4. Bagchee, K. 1952. A review of work on Indian tree diseases and decay of timber and methods of control. *Indian Forester*. 78(11): 540-546.
5. Bakshi, B.K.; Boyce, J.S. 1959. Water blister in teak. *Indian Forester*. 85(10): 589-591.
6. Banik, R.L. 1977. Studies on grading of teak fruits. 1: Fruit size is a factor in germination of teak seeds. *Bano Biggyan Patrika* (Bangladesh). 6(1): 1-7.
7. Banik, R.L. 1978. Studies on grading of teak fruit. 2: Combined effect of fruit weight and size in the production of seedlings. *Bano Biggyan Patrika* (Bangladesh). 7(1/2): 20-29.
8. Beard, J.S. 1943. The importance of race in teak, *Tectona grandis*. *Caribbean Forester*. 4(3): 135-139.
9. Bedell, P.E. 1989. Preliminary observations on variability of teak in India. *Indian Forester*. 115(2): 72-81.
10. Bhat, K.M.; Bhat, K.V.; Dhamordan, T.K. 1987. A note on specific gravity difference between dominant and suppressed trees in teak (*Tectona grandis* Linn f.). *Indian Journal of Forestry*. 10(1): 61-62.
11. Bhatia, Kuldip; Lal, Jia; Ayyar, K.S. 1985. 1: Barks as a source of oxalic acid. *Indian Forester*. 111(7): 538-541.
12. Bhatnagar, H.P.; Gupta, B.B.; Rauthan, B.S.; Joshi, D.N. 1969. Preliminary studies on the nutritional requirements of teak (*Tectona grandis* L.). *Indian Forester*. 95(7): 488-495.
13. Bhatnagar, H.P.; Joshi, D.N. 1972. Rooting response of branch cuttings of "teak" (*Tectona grandis* L. f). En: 1st technical commission: silviculture. 3: Trends and progress in new forest management and silvicultural techniques: Proceedings of the 7th World Forestry Congress; 1972 October 4-18; Buenos Aires, Argentina. Buenos Aires: Centro Cultural General San Martín: 2045-2048.
14. Briscoe, C.B.; Nobles, R.W. 1966. Effects of pruning teak. Res. Note ITF-II. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 6 p.
15. Briscoe, C.B.; Ybarra-Coronado, Raul. 1971. Increasing growth of established teak. Res. Note ITF-13. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 7 p.
16. Brooks, R.L. 1939. Forestry in Trinidad and Tobago. *Caribbean Forester*. 1(1): 14-15.
17. Bryndum, Knud; Hedegart, Torben. 1969. Pollination of teak (*Tectona grandis* L.). *Silvae Genetica*. 18(3): 77-80.
18. Cater, John C. 1941. The formation of teak plantations in Trinidad with the assistance of peasant contractors. *Caribbean Forester*. 2(4): 147-153.
19. Chable, A.C. 1967. Reforestation in the Republic of Honduras, Central America. *Ceiba*. 13(2): 1-56.
20. Champion, H.G.; Griffith, A.L. 1960. Manual of general silviculture for India. Calcutta: Manager, Government of India Press. 329 p.
21. Chanda Bacha, S. 1977. The Kannimara teak. *Indian Farming*. 26(11): 23.
22. Chaudhari, N.R. 1963. Preliminary trial of pre-sprouted stump planting for artificial regeneration of teak. *Indian Forester*. 89(9): 638-640.
23. Chaves, Eladio; Fonseca, William. 1991. Teca, *Tectona grandis* L.f., especie de árbol de uso múltiple en América Central. Informe Técnico 179. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 47 p.
24. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. *Agric. Handb.* 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
25. Dabral, S.L. 1977. Propagation of teak by root grafts. *Indian Forester*. 103(3): 225-230.
26. Dabral, S.L.; Amin, P.W. 1975. Poor fruit formation in teak in Chanda forests of Maharashtra. *Indian Forester*. 101(10): 616-620.
27. Da Costa, E.W.B.; Rudman, P.; Gay, F.J. 1961. Relationship of growth rate and related factors to durability in *Tectona grandis*. *Empire Forestry Review*. 40(4): 308-319.
28. Dadwal, V.S.; Jamaluddin. 1988. Role of fungi in weathering of teak fruits. *Indian Forester*. 114(6): 328-330.
29. Dastur, J.F. 1977. Useful plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons and Co. 185 p.
30. Dastur, J.F. 1988. Medicinal plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons and Co. 212 p.

31. Dhanarajan, G. 1976. Some observations on the teak collar ring borer *Endoclita gmelina* (Lepidoptera: Hepailidae) in northwestern Malaysia. *Malaysian Forester*. 39(4): 214-223.
32. Egunjobi, J.K. 1974. Litter fall and mineralization in a teak *Tectona grandis* stand. *Oikos*. 25: 222-226.
33. Eluwa, M.C. 1979. Biology of *Lixus camerunus* Kolbe (Coleoptera Curculionidae): a major pest of the edible veronias (Compositae) in Nigeria. *Revue de Zoologie Africaine*. 93(1): 223-240.
34. Friday, Kathleen S. 1987. Site index curves for teak (*Tectona grandis* L.) in the limestone hill region of Puerto Rico. *Commonwealth Forestry Review*. 66(3): 239-253.
35. Gajaseni, Jiragorn; Jordan, Carl F. 1990. Decline of teak yield in northern Thailand: effects of selective logging on forest structure. *Biotrópica*. 22(2): 114-118.
36. Geigel, F.B. 1977. Materia orgánica y nutrientes devueltos al suelo mediante la hojarasca de diversas especies forestales. *Baracoa*. 7(3/4): 15-38.
37. Ghosh, R.C.; Singh, S.P. 1981. Trends in rotation. *Indian Forester*. 107(6): 336-347.
38. Gibson, I.A.S. 1975. Diseases of forest trees widely planted as exotics in the Tropics and Southern Hemisphere. Part I: Important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae and Meliaceae: the Verbenaceae. Oxford, UK: Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey: 37-39. Capítulo 5.
39. González, Rodrigo. 1980. Plantaciones forestales a nivel experimental en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 4(1): 99-109.
40. Guha, S.R.D.; Pant, P.C. 1964. Pulping of plywood veneer waste. *Indian Pulp and Paper*. 19(6): 393-395.
41. Guha, S.R.D.; Singh, Man Mohan; Mathur, B.C. 1964. Pilot-plant production of wrapping and printing papers from a mixture of hardwoods. *Indian Forester*. 90(11): 755-757.
42. Gupta, B.N.; Pattanath, P.G. 1975. Factors affecting germination behavior of teak seeds of eighteen Indian origins. *Indian Forester*. 101(10): 584-586.
43. Gupta, Raghunath S. 1956. On the suitability of soils for teak plantations with special reference to laterization. En: *Proceedings of the 8th silvicultural conference; 1951 December 5-14; Dehra Dun, India. Dehra Dun, India: Forest Research Institute: 266-269.*
44. Hadipoernomo. 1978. The forest as a source of traditional medicines. *Duta Rimba*. 4(26): 56-60.
45. Hase, H.; Foelster, H. 1983. Impact of plantation forestry with teak (*Tectona grandis*) on the nutrient status of young alluvial soils in west Venezuela. *Forest Ecology and Management*. 6: 33-57.
46. Hassan, M.M.; Dey, H.B. 1981. Studies on the nutritional requirements of forest trees—optimum NPK doses for teak seedlings. *Bano Biggyan Patrika* (Bangladesh). 8(1/2): 57-63.
47. Hedegart, T. 1974. The teak improvement centre ten years after initiation. *The Vanasarn* (Tailandia). 32(4): 342-358.
48. Hedegart, T.; Lauridsen, E.B.; Keiding, H. 1975. Teak. En: *Faulkner, R., ed. Seed orchards: IUFRO Working Party on Seed Orchards* (S2.03.3). Forestry Commission Bull. 54. London, UK: Forestry Commission: 13942. Capítulo 13, parte D.
49. José, A.I.; Koshy, M.M. 1972. A study of the morphological, physical and chemical characteristics of soils as influenced by teak vegetation. *Indian Forester*. 98(6): 338-348.
50. Kadambi, K. 1972. Silviculture and management of teak. *Bull. 24. Nacogdoches, TX: Stephen F. Austin State University, School of Forestry. 137 p.*
51. Kandya, A.K. 1973. Notes on net primary production in teak (*Tectona grandis* Linn. F.). *Journal of the Indian Botanical Society*. 52(1/2): 40-44.
52. Kandya, A.K. 1982. Caloric content and energy dynamics in six tropical dry deciduous forest tree species. *Indian Journal of Forestry*. 5(3): 192-195.
53. Kaul, O.N.; Gupta, A.C.; Negi, J.D.S. 1972. Diagnosis of mineral deficiencies in teak (*Tectona grandis*) seedlings. *Indian Forester*. 98(3): 173-177.
54. Kaul, O.N.; Sharma, D.C.; Tandon, V.N.; Srivastava, P.B.L. 1979. Organic matter and plant nutrients in a teak (*Tectona grandis*) plantation. *Indian Forester*. 105(8): 573-582.
55. Keiding, H.; Boonkird, Sa-ard. 1960. Vegetative propagation of teak. *Unasylva*. 14: 193-194.
56. Keogh, Raymond M. 1977. Elaboración de una tabla de volumen y un estudio de incremento de teca (*Tectona grandis*) en El Salvador. Proyecto Forestal FAO/ ELS/ 72/004. Documento de Trabajo 14. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 53 p.
57. Keogh, Raymond M. 1979. Does teak have a future in tropical America? *Unasylva*. 31(126): 13-19.
58. Keogh, Raymond M. 1982. Teak (*Tectona grandis* Linn. f.) provisional site classification chart for the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. *Forest Ecology and Management*. 4: 143-153.
59. Keogh, Raymond M. 1987. The care and management of teak (*Tectona grandis* L. f.) plantations: a practical field guide for foresters in the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. Dublin, Ireland: Gorta (Irish Freedom from Hunger Campaign); Heredia, Costa Rica: The National University. 46 p.
60. Keogh, Raymond M. 1990. Growth rates of teak (*Tectona grandis*) in the Caribbean/Central America region. *Forest Ecology and Management*. 35: 311-314.
61. Kotwal, P.C. 1983. Selection of superior phenotypes of teak in Madhya Pradesh. *Indian Journal of Forestry*. 6(1): 14.
62. Kulkarni, H.D.; Dharmaswamy, S.S.; Srimathi, R.A. 1987. Peculiar trees of teak at Nilambur, Kerala. *Myforest*. 23(2): 75-76.
63. Kushalappa, K.A. 1977. Teak plantations in Thailand. *Indian Forester*. 103(5): 323-328.
64. Kushalappa, K.A. 1985. Teak underplanting. *Myforest*. 18(4): 159-61.
65. Lahiri, A.K. 1972. Intercropping trials with turmeric in north Bengal. *Indian Forester*. 98(2): 109-115.
66. Lahiri, A.K. 1974. Preliminary study on rooting of green wood cutting of teak. *Indian Forester*. 100(9): 559-560.
67. Lahiri, A.K. 1985. A note on possibilities of mound layering of teak. *Indian Forester*. 111(10): 870-871.
68. Lalman, Misra A. 1985. Nutrient utilization in some tropical forest tree seedlings. *Indian Forester*. 111(6): 368-384.
69. Lamb, A.F.A. 1957. Teak. *Forestry and Forest Products Studies*. 13(2): 179-186.
70. Latif, M.A.; Islam, M.N.; Choudhary, J.H. 1986. Effect of stump diameter of teak on post planting survival and subsequent growth of height and diameter. *Bano Biggyan Patrika* (Bangladesh). 12(1/2): 17-21.

71. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
72. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
73. Lowe, R.G. 1976. Teak (*Tectona grandis* Linn. f) thinning experiment in Nigeria. Commonwealth Forestry Review. 55(3): 189-202.
74. Lugo, Ariel E.; Brown, Sandra; Chapman, Jonathan. 1988. An analytical review of production rates and stemwood biomass of tropical forest plantations. Journal of Ecology and Management. 23: 179-200.
75. Marrero, José. 1949. Tree seed data for Puerto Rico. Caribbean Forester. 10: 11-30.
76. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. Caribbean Forester. 11: 107-147.
77. Mathauda, G.S. 1954. The all India teak seed origin sample plots. Indian Forest. 80(1): 10-23.
78. Mathew, George. 1990. Biology and ecology of the teak trunk borer *Cossus cadambae* Moore and its possible control. KFRI Res. Rep. 68. Peechi, Kerala, India: Kerala Forest Research Institute. 41 p.
79. Mathur, K.B.L. 1973. Teak bibliography (titles with abstracts of important ones, of world literature dealing with *Tectona grandis* Linn. F.). Dehra Dun, India: Forestry Research Institute and Colleges. 320 p.
80. Mathur, R.N. 1977. Integrated pest control in forestry. Indian Forester. 103(9): 584-591.
81. Matthews, J.D. 1961. Report to the government of India on a program of forest genetics and forest tree breeding research. Rep. 1349. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 53 p.
82. Miller, A.D. 1969. Provisional yield tables for teak in Trinidad. Port-of-Spain, Trinidad: Government Printery. 21 p.
83. Mishra, G.P.; Joseph, R.N. 1982. Defoliation in teak by lepidopterous defoliators in a mixed dry deciduous forest of Sagar, Madhya Pradesh. Indian Forester. 108(8): 572-573.
84. Mishra, J.; Prasad, U.N. 1980. Agri-silvicultural studies on raising of oil seeds like *Sesamum indicum* Linn. (til), *Arachis hypogea* Linn. (groundnut) and *Glycine max* Merrill. (soybean) as cash crops in conjunction with *Dalbergia sissoo* Roxb. and *Tectona grandis* Linn. at Mandar, Ranchi. Indian Forester. 106(10): 675-695.
85. Misra, M.P. 1975. Sexing of pupae and adult moths of teak skeletonizer, *Pyrausta machaeralis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). Indian Forester. 101(6): 301-304.
86. Misra, R.M. 1975. Note on *Anthia sexguttata* Fabricius (Carambidae: Coleoptera) a new predator of *Pyrausta machaeralis* Walker and *Hyblaea puera* Cramer. Indian Forester. 101(10): 605.
87. Momoh, Z.O.; Odeyinde, M.A. 1977. The control of the root rot disease of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) in Nigeria. Forestry Series Res. Pap. 34. Ibadan, Nigeria: Forestry Research Institute of Nigeria. 16 p.
88. Moore, D. 1962. The utilization of teak in Trinidad and Tobago. Caribbean Forester. 23(2): 82-86.
89. Murray, C.H. 1961. Teak and fire in Trinidad. Caribbean Forester. 22(3-4): 57-61.
90. Muttiah, S. 1975. Some data on teak and further pregermination treatment trials. Sri Lanka Forester. 12(1): 25-36.
91. Nair, K.S.S.; Sudheendrakumar, V.V.; Varma, R.V.; Chako, K.C. 1985. Studies on the seasonal incidence of defoliators and the effect of defoliation on volume increment of teak. KFRI Res. Rep. 30. Peechi, Kerala, India: Divisions of Entomology and Silviculture, Kerala Forest Research Institute. 78 p.
92. Negi, J.D.S.; Bahuguna, V.K.; Sharma, D.C. 1990. Biomass production and distribution of nutrients in a 20 year old teak (*Tectona grandis*) and gamar (*Gmelina arborea*) plantation in Tripura. Indian Forester. 116(9): 681-686.
93. Ngampongsoi, Choopol. 1973. The distribution and development of teak-root in different age plantations. Forestry Res. Bull. 28. Bangkok: Faculty of Forestry, Kasetsart University. 63 p.
94. Nobles, R.W.; Briscoe, C.B. 1966. Mowing understory vegetation in a young teak plantation. Res. Note ITF-9. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 2 p.
95. Nwoboshi, L. Chelunor. 1975. Macronutrient deficiency symptoms in teak (*Tectona grandis* L. f.). Bull. 6. Ibadan, Nigeria: Department of Forest Management, University of Ibadan. 12 p.
96. Nwoboshi, L. Chelunor. 1984. Growth and nutrient requirements in a teak plantation age series in Nigeria. II: Nutrient accumulation and minimum annual requirements. Forest Science. 30(1): 35-40.
97. Ogigirigi, M.A.; Igboanugo, A.B.I. 1985. Root growth characteristics of some exotic and indigenous tree species in the Nigerian savanna. Pakistan Journal of Forestry. 35(3): 97-103.
98. Pawsey, R.G. 1970. Forest diseases in Trinidad and Tobago, with some observations in Jamaica. Commonwealth Forestry Review. 49(1): 64-70.
99. Prasad, R.; Mishra, G.P. 1981. Establishment of natural regeneration with special reference to dying back in dry deciduous teak forests of Sagar (M. P.). Indian Journal of Forestry. 4(3): 165-172.
100. Prasad, R.; Mishra, G.P. 1984. Studies on root system of important tree species in dry deciduous teak forests of Sagar (M. P.). Indian Journal of Forestry. 7(3): 171-177.
101. Prasad, Ram; Mishra, G.P. 1984. Standing biomass of various plant parts in selected tree species of dry deciduous teak forests in M.P. Indian Forester. 110(7): 765-782.
102. Purkayastha, S.K.; Tandon, R.D.; Rao, K.P. 1973. A note on the variation in wood density in some 36-year-old teak trees from different seed origins. Indian Forester. 99(4): 215-217.
103. Raets, G.H. 1965. Informe preliminar acerca del cultivo de *Tectona grandis* L. f. en la estación de Barinitas, Venezuela. Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano. 18: 29-40.
104. Reddy, V.A.; Reddy, M.R. 1984. Utilization of fallen dry teak leaves (*Tectona grandis*) as roughage source in complete pelleted rations of sheep. Indian Journal of Animal Sciences. 54(9): 843-848.
105. Ross, Philip. 1958. The utilization of teak in Trinidad. Caribbean Forester. 19(3-4): 80-85.
106. Ross, Philip. 1959. Teak in Trinidad. Economic Botany. 13(1): 30-40.
107. Ross, Philip. 1961. The plant ecology of the teak plantations in Trinidad. Ecology. 42(2): 387-398.
108. Ryan, P.A. 1982. The management of Burmese teak forests. Commonwealth Forestry Review. 61(2): 115-120.

109. Salazar F., Rodolfo; Albertin, Waldemar. 1974. Requerimientos edaficos y climaticos para *Tectona grandis*. Turrialba. 24(1): 66-71.
110. Saldarriaga, J.G. 1979. Estudio del sistema radicular de cuatro especies plantadas en la selva decidua de banco de la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela. Merida, Venezuela: Universidad de los Andes, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. 120 p. Tesis de M.S.
111. Sandrasegaran, K. 1969. A general volume table for *Tectona grandis* Linn f. (teak) grown in north-west Malaya. Malayan Forester. 32(2): 187-200.
112. Seth, S.K.; Waheed Khan, M.A. 1958. Regeneration of teak forests. Indian Forester. 84(8): 455-466.
113. Seth, S.K.; Yadav, J.S.P. 1959. Teak soils. Indian Forester. 85(1): 2-16.
114. Sharma, J.K.; Mohanan, C.; Florence, E.J. Maria. 1985. Disease survey in nurseries and plantations of forest tree species grown in Kerala. KFRI Res. Rep. 36. Peechi, Kerala, India: Division of Pathology, Kerala Forest Research Institute: 16-49.
115. Sharma, S.K. 1979. Enrichment of tropical moist deciduous forests by planting in Andaman Islands. Indian Forester. 105(4): 260-273.
116. Singh, Jasbir; Prasad, K.G.; Gupta, G.N. 1986. Distribution of teak under different silvo-climatic conditions in some parts of Western Ghats. Indian Forester. 112(11): 1008-1013.
117. Singh, K.P.; Srivastava, S.K. 1984. Spatial distribution of fine root mass in young trees (*Tectona grandis*) of varying girth sizes. Pedobiologia. 27(3): 161-170.
118. Singh, S.; Puri, Y.N.; Bakshi, B.K. 1973. Decay in relation to management of dry coppice teak forest. Indian Forester. 99(7): 421-430.
119. Singh, Umrao; Wadhvani, A.A.; Johri, B.M. 1983. Dictionary of economic plants in India. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research. 288 p.
120. Srivastava, S.K.; Singh, K.P.; Upadhyay, R.S. 1986. Fine root growth dynamics in teak (*Tectona grandis* Linn F.). Canadian Journal of Forest Research. 16(6): 1360-1364.
121. Streets, R.J. 1962. Exotic trees of the British Commonwealth. Oxford, UK: Clarendon Press: 712-725.
122. Suharti, M.; Prawira, S.A. 1975. Mistletoe attack on teak stands in Java. Lamporan, Lembaga Penelitian Hutan 206. Bogor, Indonesia. 22 p.
123. Suri, S.K. 1975. Correlation studies between bole diameter and crown projection area as an aid to thinning. Indian Forester. 101(9): 539-554.
124. Suri, S.K. 1984. Analytical study of teak provenance tests in North Raipur Division of Madhya Pradesh. Indian Forester. 110(4): 345-363.
125. Thaitutsa, Bunvong; Suwannapinunt, Wisut; Kaitpraneet, Wasan; Sukwong, Somsak. 1976. Changes of soil properties in teak forest under the different silvicultural systems. Forestry Res. Bull. 39. Bangkok: Forestry Faculty, Kasetsart University. 33 p.
126. Thite, A.N.; Chavan, P.D.; Karadge, B.A. 1980. Some biochemical changes in teak leaves infected with powdery mildew fungus. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology. 10(2): 131-135.
127. Torres, L.; Silverborg, S. 1972. Estudio sobre la durabilidad natural de la teca (*Tectona grandis* L. f.) mediante ensayos acelerados de "soil-blocks" en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales en Mérida, Venezuela. Boletín Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación (Venezuela). 41-42: 63-70.
128. Totey, N.G.; Bhowmik, A.K.; Khatri, P.K. [y otros]. 1986. Growth of teak seedlings in a nursery. Indian Forester. 112(9): 792-800.
129. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Leguminosae (Caesalpinieae) to Verbenaceae. Oxford, UK: Clarendon Press. Vol. 2.
130. Vaclav, E.; Skoupy, J. 1972. Growing of teak (*Tectona grandis* L. f.) in Bangladesh. Silvaeicultura Tropica et Subtropica (Checoslovaquia). 2: 11-28.
131. Veillón, Juan P.; Silva, Ramiro. 1972. Tablas de volumen para árboles en pie y tables de producción de plantaciones forestales en América Latina. Mérida, Venezuela: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de los Andes. 71 p.
132. Venkataramany, P. 1960. Teak plantations—thinning research. En: Proceedings of the 9th silvicultural conference; 1956 December 7, 10-19; Dehra Dun, India. Dehra Dun, India: Forestry Research Institute: 33-47.
133. Wadsworth, F.H. 1960. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales y Sur América. Caribbean Forester. 21: [s.p.]. Suplemento.
134. Watterson, K.G. 1971. Growth of teak under different edaphic conditions in Lancetilla Valley, Honduras. Turrialba. 21(2): 222-225.
135. Weaver, P.L.; Francis, J.K. 1988. Growth of teak, mahogany, and Spanish cedar on St. Croix, U.S. Virgin Islands. Turrialba. 38(4): 308-317.
136. Weaver, P.L.; Francis, J.K. 1990. The performance of *Tectona grandis* in Puerto Rico. Commonwealth Forestry Review. 69(4): 313-323.
137. Weidema, W.J. 1966. An information on teak growth in Nicaragua. Turrialba. 16(4): 387-389.
138. White, K.J. 1991. Teak: some aspects of research and development. RAPA publication: 1991/17. Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAPA). 53 p. y ref.
139. Whitesell, Craig D.; Walters, Gerald A. 1976. Species adaptability trials for man-made forests in Hawaii. Res. Pap. PSW-118. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 30 p.
140. Wiersum, E. 1983. Early experiments in agroforestry: colonial tobacco cultivation with tree fallows in Deli, Sumatra. The International Tree Crops Journal. 2: 313-321.
141. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indies dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 41: 259-311.
142. Yadav, A.S.; Khare, P.K.; Mishra, G.P. 1982. Growth performance of *Tectona grandis* Linn F. seedlings in different pot culture media. Indian Journal of Forestry. 5(2): 86-89.
143. Yatagai, Mitsuyoshi; Takahashi, Toshio. 1980. Tropical wood extractives' effects on durability, paint curing time, and pulp sheet resin spotting. Wood Science (Japón). 12(3): 176-182.

Previamente publicado en inglés: Weaver, Peter L. 1993. *Tectona grandis* L.f. Teak. SO-ITF-SM-64. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 18 p.

Terminalia catappa L.

Almendra, Indian almond

Combretaceae

Familia de las combretumes

John K. Francis

La almendra (*Terminalia catappa* L.) se cultiva como una especie de ornamento a nivel mundial en países tropicales a elevaciones bajas, debido a que es tanto resistente al ambiente como atractiva (fig. 1). El árbol produce una semilla comestible y una bella madera, a pesar de que ésta se explota muy poco.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La almendra es nativa a las áreas costeras del este de la India, las islas de Andamán, Indochina, Malasia, Indonesia, el norte de Australia, Oceanía, las Filipinas y Taiwán (2, 14, 26, 27, 28, fig. 2). Esta área se encuentra entre las latitudes 23° N. y 20° S., y las longitudes 85° E. y 170° E. La especie se ha naturalizado y se planta extensamente en las tierras bajas de regiones tropicales en el resto del mundo (16, 22, 30).

Clima

La almendra crece mejor en un clima tropical húmedo (31). La experiencia adquirida en Puerto Rico indica que puede sobrevivir con una precipitación tan baja como de 750 mm. El mejor crecimiento parece ocurrir en áreas que reciben más de 1500 mm de precipitación. En la mayor parte de las áreas, la especie pierde sus hojas dos veces al año, con un despliegue foliar previo a la caída de las hojas de color rojo y amarillo encendido (7). La pérdida de las hojas le ayuda a tolerar una o dos temporadas secas anuales en las áreas en donde ocurren. Las temperaturas cálidas a través de todo el año son preferibles, pero la almendra tolera con facilidad las temperaturas frescas en el invierno. Su distribución en el

sur de la Florida indicaría que puede tolerar las heladas ligeras ocasionales (4).

Suelos y Topografía

A pesar de que la almendra crece cuando se le planta en tierras elevadas (6, 27), el hábitat natural de la especie se encuentra en áreas apenas tierra adentro de playas marítimas, cerca de la boca de ríos y en planicies costeras (1, 32, 33). Estas áreas son típicamente planas, pero pueden tener dunas o riscos. La especie crece en mayores concentraciones sobre arenas o arenas margosas (14), y cuando las perturbaciones le permiten dominar la vegetación en competencia, se comporta muy bien sobre limo, margas y arcillas. Los valores de pH de los suelos son por lo usual de neutrales a moderadamente alcalinos y ricos en bases. Sin embargo, puede crecer también en suelos fuertemente ácidos. En los suelos arcillosos, requiere de un buen drenaje (23).

Cobertura Forestal Asociada

En los bosques cerca de las playas en las islas de Andamán, la almendra está asociada con *Mimusops littoralis* (Kurtz) Dubard, *Thespesia populnea* (L.) Sol ex Correa, *Hibiscus tiliaceus* L., *Morinda citrifolia* L., *Erythrina indica* Lamk., *Sterculia* spp. *Pongamia glabra* Vent., *Gyrocarpus jacquini* Roxb., *Calophyllum inophyllum* L. y *Barringtonia speciosa* Forst. (14). Otra asociación encontrada en los bosques playeros de las islas de Andamán en donde crece la almendra consistió de *C. inophyllum*, *Azalia bijuga* A. Gray, *T. populnea*, *Heritiera littoralis* Dry., *E. indica*, *Sterculia* spp., *P. glabra*, *Lanea grandis* Engler, *Hibiscus tiliaceus* y *Pandanus odoratissimus* L. (31). Un rodal forestal natural en Samoa en donde crece la almendra contuvo las siguientes especies:



Figura 1.—Un árbol de almendra, *Terminalia catappa*, de gran tamaño creciendo en Puerto Rico.

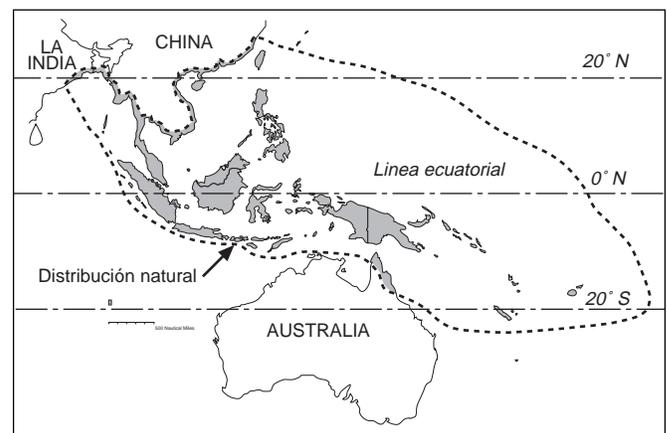


Figura 2.—Distribución natural de la almendra, *Terminalia catappa*, en Indo-Malasia y Oceanía.

Sideroxylon spp., *Alphitonia zizyphoides* (Spreng.) A. Gray, *Charissa samoensis*, *Canarium odoratum* (Lam.) Baill., *Rhus taitensis*, *Reynoldsia* spp., *Planchonella carberi* y *Syzygium* spp. (19). Una asociación de *Barringtonia* spp., la cual contiene almendra, se reportó como típica de toda el área Pacífica-malaya (33).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—La especie comienza a dar flores y fruto a una edad temprana (30) y continúa posteriormente de manera anual. La temporada de florecencia y de fruta varía considerablemente tanto entre los árboles como entre los sitios. Las agrupaciones florales (racimos o espigas) tienen de 5 a 15 cm de largo, con flores pequeñas y en su mayoría masculinas, y unas pocas flores bisexuales cerca de la base (5, 16). La fruta es aplastada, de forma ovoide, de 2.5 por 6 cm (6) y amarillas o rojizas cuando maduras. Las semillas cilíndricas están cubiertas por una cáscara fibrosa dentro de un pericarpio carnoso. Hay alrededor de 24 frutas frescas (18), 160 nueces (10) y 780 semillas descascaradas (14) por kilogramo.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas se producen anualmente (30), entre unas pocas y varios cientos de semillas por árbol. Los murciélagos se comen las frutas y distribuyen las semillas en Sabah (21), y en Puerto Rico lo hacen las aves y posiblemente los murciélagos. En Calcuta, la mayoría de las frutas son consumidas por el perico *Psittacula eupatria* antes de que la gente las pueda recolectar (5). Las semillas están especializadas para la flotación y aparentemente pueden cubrir grandes distancias sobre el mar, reteniendo su viabilidad (7). Las semillas para la siembra se recolectan por lo general debajo de los árboles maduros.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas es epigea. Alrededor del 70 por ciento de las semillas maduras en una prueba en Puerto Rico germinaron en alrededor de 20 días (18). El suelo usado para la siembra directa, un método a menudo utilizado para el establecimiento de la almendra, deberá ser labrado (14, 30). La regeneración artificial usando plántulas de vivero es más confiable. Las plántulas pueden ser cultivadas ya sea bajo sombra parcial o sol pleno, y de acuerdo a un autor (14), estarán listas para ser transplantadas al campo en un espacio de 1 año. Sin embargo, una prueba en Puerto Rico mostró el mejor crecimiento bajo sombra. Las plántulas sombreadas crecieron a una altura de 68 cm en 3 meses. Una plantación de plántulas silvestres transplantadas en Puerto Rico tuvo una supervivencia del 34 por ciento después de 1 año. A pesar de que las plántulas con las raíces desnudas son probablemente adecuadas para los suelos húmedos y de textura mediana, las provisiones en contenedores son probablemente más adecuadas para las arenas y las arenas margosas. Bajo condiciones favorables (eso es, cuando las semillas están presentes, existe una humedad adecuada y una competencia de moderada a baja), la regeneración natural es satisfactoria (14). Aunque las plántulas se desarrollan lentamente al principio (30), el crecimiento se ve prontamente acelerado, dándole a la especie una reputación de ser un árbol de crecimiento rápido (1).

Reproducción Vegetativa.—La almendra rebrota al ser cortada cuando en etapa de plántula o brinzal, pero la especie en sí no es una especie vigorosa para el rebrote. No se ha reportado ninguna otra regeneración vegetativa, ya sea natural o artificial.

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La tasa de crecimiento de la almendra no ha sido bien estudiada. En una prueba en Samoa Occidental, se alcanzó una altura promedio de 16 m y un diámetro promedio de 19 cm en un período de 9 años (10). A pesar de que se conoce de la existencia de varios individuos de gran tamaño, la mayoría de árboles de almendra en Puerto Rico alcanzan una altura de solamente 15 a 25 m. El crecimiento en altura durante la etapa de poste es de alrededor de 1 m por año, y el crecimiento en diámetro es usualmente de alrededor de 1 cm por año a través de la mayoría de la vida del individuo. Los árboles de almendra cultivados para ornamento viven por lo normal alrededor de 60 años (23). En los buenos sitios, los individuos pueden alcanzar una altura de 30 m y un diámetro de 1.2 m (14). Los fustes son rectos por lo usual, con unas longitudes comerciales de 8 a 10 m (28).

No hay reglas disponibles para el espaciamiento y el manejo de la almendra. Mientras no se reporte mejor información, se sugieren unos espaciamientos iniciales de 3 por 3 m, con un entresacado a los 10 a 15 años para productos de madera en rollo. Para los maderos aserrables, unas rotaciones de entre 30 y 45 años son probablemente realísticas.

Comportamiento Radical.—La especie tiene por lo normal raíces profundas en la arena. A veces se desarrollan unos sistemas radicales laterales superficiales como respuesta a la existencia de agua subterránea poco profunda, y esto puede llevar a la volcadura fácil por los vientos (35). La presencia en el tronco de contrafuertes, si bien no grandemente desarrollados, hace que no sea prudente el plantarla cerca de las aceras y los cimientos (29). Se sabe que la especie forma injertos radicales naturales (24).

Reacción a la Competencia.—La reproducción se puede observar casi en todos los lugares en donde se producen semillas, pero el establecimiento en y la integración con el dosel forestal es poco frecuente a excepción de en las arenas costeras en donde la especie tiene una ventaja competitiva (12, 14, 27). La especie parece poseer una tolerancia intermedia a la sombra (14). En Puerto Rico la almendra actúa como una especie sucesional, estableciéndose bajo cocotales en decadencia. Seis parcelas en cinco rodales como estos en Puerto Rico promediaron una área basal de 39 ± 5 m² por ha, de la cual 28 ± 4 m² por ha fue almendra.

Agentes Dañosos.—La almendra parece ser susceptible a los insectos defoliadores, especialmente cuando joven (6). Los saltamontes y los escarabajos ocasionan muchos problemas, en particular en Malasia (7). La plaga más seria en Puerto Rico es un tisanóptero, *Selenothrips rubrocinctus* (Giard), el cual causa una descoloración de las hojas y una defoliación prematura de los árboles adultos (20). La almendra se lista como muy susceptible al ataque de la termita de la madera seca de las Indias Occidentales, *Cryptotermes brevis* (Walker) (34). La albura es susceptible al ataque por *Lyctus* spp. (11). Basándose en especies relacionadas, la madera de la almendra es probablemente

muy susceptible a la polilla de mar (17). Estudios en Puerto Rico usando estacas sin tratar, indicaron una durabilidad intermedia (9). Por otro lado, otro observador advierte que la madera no es durable cuando expuesta o cuando en contacto con el suelo (28). Muchos, pero no todos los árboles expuestos a huracanes son volcados o sufren una quiebra severa (35). La poda excesiva por el viento o por los humanos puede debilitar o matar los árboles maduros (1). Los árboles de almendra son también dañados por la contaminación ambiental (15).

USOS

El valor principal de la almendra es como un árbol de ornamento y de sombra. Es favorecido por el encendido color de su follaje antes de la caída de las hojas, por la simetría estratificada de sus ramas y por su forma placentera a la vista, y debido a que crece en una variedad de suelos y en relleno de construcción (29). Es favorecido en especial cerca del mar debido a que puede soportar el rocío salino (16).

Un valor secundario de la almendra es por las nueces (semillas) que produce. Estas semillas, comidas ya sea crudas o tostadas, tienen un sabor similar al de las nueces de la almendra comercial (*Prunus amygdalus*) (7). Contienen un aceite comestible, con un excelente sabor, que constituye alrededor del 55 por ciento del peso de la semilla (22). La semilla no se explota a gran escala porque son difíciles de abrir. El pericarpio de por lo menos algunas variedades es dulce y comestible (5).

La madera es de un atractivo color que va de marrón-amarillo a rojo, pero no se usa extensamente debido a que no se encuentra disponible en grandes cantidades. Se seca rápidamente, con un encogimiento radial del 4.5 por ciento y un encogimiento tangencial del 5.7 por ciento (8). Las muestras procedentes de Puerto Rico tienen una cantidad moderada de curvatura, pero casi nada de cuarteadura (17); sin embargo, en la India fue necesario secar la madera al horno para evitar la cuarteadura (14). La densidad varía entre 0.45 y 0.58 g por cm³ (8). La madera se describe como moderadamente fuerte (14). La madera de la almendra tiene una resistencia a la compresión de 440 kg por cm², una resistencia a ser doblada de 880 kg por cm² y un módulo de elasticidad de 86,000 kg por cm² (25). La almendra se trabaja a máquina con bastante facilidad, y puede ser usada para muebles, ebanistería, pisos, chapa decorativa y construcción general liviana (8). La madera de casi todas las especies del género *Terminalia* no es penetrada con facilidad por los agentes preservativos (11).

La corteza y las nueces se usan de manera limitada para el curtido (13, 27). Las hojas y la corteza rinden un tinte negro, y el follaje se usa como alimento para los gusanos de seda tipo "tasar" (12). En unas pocas áreas de la India, el jugo de las hojas jóvenes se usa para el tratamiento de enfermedades de la piel y para dolores de cabeza, y la corteza se usa en el tratamiento de la disentería y la ictericia (5).

GENETICA

En la India, la almendra se confunde a menudo con *T. procera* Roxb., pero además de poseer diferencias morfológicas, *T. procera* es una especie de tierras altas (14).

Terminalia es un género grande con alrededor de 100 especies esparcidas a través de los trópicos (3). Aparentemente, los estudios genéticos y la selección sistemática no han sido comenzados todavía.

LITERATURA CITADA

1. Addison, G.H.; Henderson, M.R. 1953. Notes on the planting of ornamental and shade trees in Malaya, with additional notes on palms and hedges. *Malaya Forester*. 16(3): 131-146.
2. Audas, James Wales. [s.f.]. *Native trees of Australia*. Melbourne, Australia: Whitcombe and Tombs Pty. Ltd. 396 p.
3. Bailey, L.H. 1941. *The standard cyclopedia of horticulture*. New York: MacMillan. 3639 p.
4. Barrett, Mary Franklin. 1956. *Common exotic trees of south Florida*. Gainesville, FL: University of Florida Press. 414 p.
5. Benthall, A.P. 1946. *The trees of Calcutta and its neighborhood*. Calcutta, India: Thacker Spink and Co., Ltd. 513 p.
6. Browne, F.G. 1955. *Forest trees of Sarawak and Brunei and their products*. Kuching, Sarawak, Indonesia: Government Printing Office, Republic of Indonesia. 368 p.
7. Corner, E.J.H. 1952. *Wayside trees of Malaya*. Singapore: V.C.G. Gattrell, Government Printer. 772 p. Vol. 1.
8. Chudnoff, Martin. 1984. *Tropical timbers of the world*. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
9. Englerth, George. 1960. The service life of untreated posts in Puerto Rico after one year in test. *Tropical Forest Notes* 5. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Center. 2 p.
10. Fenton, R.; Roper, R.E.; Watt, G.R. 1977. *Lowland tropical hardwoods: an annotated bibliography of selected species with plantation potential*. Wellington, New Zealand: External Aid Division, Ministry of Foreign Affairs. 475 p.
11. Forest Products Research Centre. 1970. *Properties and uses of Papua and New Guinea timbers*. Hohola, Papua New Guinea: Forest Products Research Centre, Department of Forests. 44 p.
12. Gamble, J.S. 1922. *A manual of Indian timbers*. London: Sampson Low, Marston and Company. 866 p.
13. Graham, S.A. 1964. The genera of Rhizophoraceae and Combretaceae in the Southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum*. 45(3): 285-301.
14. Kadambi, K. 1954. *Terminalia catappa* Linn., its silviculture and management. *Indian Forester*. 80(11): 718-720.
15. Kaitpraneet, W.; Thaiutsa, B.; Pattaratuma, A.; Soonhuay, P. 1978. Effect of air pollution on growth and development of some ornamental trees. *Res. Note* 28. Kasetsart, Thailand: Kasetsart University, Faculty of Forestry. 15 p.
16. Little, Elbert L., Jr; Wadsworth, Frank H. 1964. *Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.

17. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
18. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 10(1): 11-36.
19. Marshall, Colin. 1951. Report on forestry in American Samoa. Washington, DC: Pacific Science Board, National Research Council. 172 p.
20. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Department of Entomology. 303 p.
21. Meijer, W. 1969. Fruit trees in Sabah (North Borneo). *The Malayan Forester*. 32(3): 253.
22. Meninger, Edwin A. 1977. Edible nuts of the world. Stuart, FL: Horticulture Books, Inc. 175 p.
23. Mitchell, B.A. 1964. Ornamental, roadside, and shade trees. *The Malayan Forester*. 27(3): 96-144.
24. Ng, F.S.P. 1975. A note on natural root grafts in Malaysian trees. *The Malaysian Forester*. 38(2): 153-159.
25. Parant, B.; Chichignoud, M.; Curie, P. [s.f.]. *Timbers of Guadeloupe*. Mogen-Sur-Marne, France: Association des Metiers du Bois et de la Forêt. 20 p.
26. Parham, J.W. 1964. *Plants of the Fiji Islands*. Suva, Fiji: The Government Press of Fiji. 353 p.
27. Parkinson, C.E. 1923. A forest flora of the Andaman Islands. Dhara Doon, India: Forest Research Institute. 325 p.
28. Reyes, Luis J. 1938. Philippine woods. Tech. Bull. 7. Manila, Philippines: Department of Agriculture and Commerce, Bureau of Forestry. 536 p.
29. Schubert, Thomas H. 1979. Trees of urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 91 p.
30. Streets, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 750 p.
31. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Leguminosae (Caesalpinieae) to Verbenaceae. Oxford, England: The Clarendon Press. 783 p. Vol. 2.
32. Whitmore, T.C. 1972. Tree flora of Malaya: A manual for foresters. Kepong, Malaya: Ministry of Agriculture Lands, Forest Department. 471 p. Vol. 1.
33. Whitmore, T.C. 1975. Tropical rain forests of the Far East. Oxford, England: Clarendon Press. 282 p.
34. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). *The Caribbean Forester*. 7(4): 329-334.
35. Wood, T.W.W. 1970. Wind damage in the forest of Western Samoa. *The Malayan Forester*. 36(1): 92-99.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1989. *Terminalia catappa* L. Indian almond, almendra. SO-ITF-SM-23. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.

Terminalia ivorensis A. Chev.

Idigbo, emire

Combretaceae

Familia de las combretumes

John K. Francis

Terminalia ivorensis (A. Chev.), conocido como idigbo, es un árbol de tamaño grande de los bosques naturales y las plantaciones en África Occidental (14), con un fuste recto y con poco ahusamiento (fig. 1). Su madera se usa para muebles, molduras, vigas estructurales, tejados y chapa decorativa (32, 22) y en África la especie se usa como un árbol de sombra en cafetales y plantaciones de cacao (20).

HABITAT

Area de Distribución Natural e Introducida

El idigbo se puede encontrar creciendo en una franja de 200 a 300 km de ancho alrededor del Golfo de Guinea, desde Guinea hasta Camerún (14). El área de distribución natural no llega hasta la costa excepto en la porción al extremo norte



Figura 1.—Árbol de idigbo, *Terminalia ivorensis*, creciendo en una plantación en Puerto Rico.

y de nuevo alrededor de la Costa de Marfil (fig. 2). Dentro de su área de distribución crece de manera natural en los bosques secundarios y primarios siempreverdes y semicaducifolios (8). A pesar de su amplia distribución, el árbol no es muy abundante en los bosques naturales (22). La especie se ha cultivado con éxito en plantaciones de prueba en Brasil (11), Costa Rica (5), las Islas Salomón (1), Fiji (38) y Puerto Rico (fig.1).

Clima

El idigbo requiere de un clima húmedo con una precipitación bien distribuida (40). A pesar de que crece en áreas con una precipitación alta en su distribución natural, el idigbo es más común en las áreas un tanto más secas (33). El requisito de una precipitación anual promedio de 1300 mm (39) probablemente determina el límite norte de su distribución en el interior de África, que se vuelve progresivamente más seco. La especie pierde sus hojas en sincronía con la estación seca, la cual puede durar hasta 2 meses en las partes más secas de su distribución, a pesar de que la humedad rara vez baja del 50 por ciento (22). La temperatura máxima promedio en el mes más caliente es de entre 26 y 30 °C y la temperatura mínima promedio en las áreas más frías entre 22 y 24 °C (39). La literatura también menciona unas temperaturas extremas de 18 y 35 °C (36). Se desconocen las heladas en su hábitat natural; sin embargo, las temperaturas bajas pueden limitar su crecimiento. En un experimento usando plántulas, los días de corta duración (de 11 horas) y las noches frescas (de 20 °C) resultaron en unas hojas de menor tamaño y un crecimiento más lento (22).

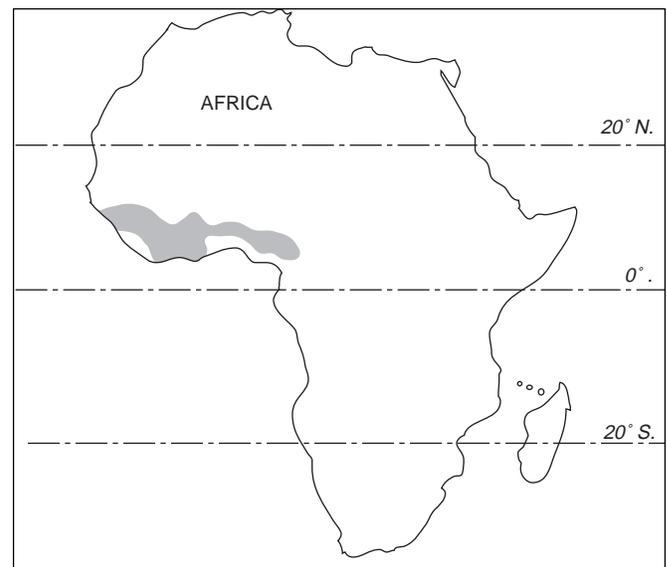


Figura 2.—Distribución del idigbo, *Terminalia ivorensis*, en África.

Suelos y Topografía

El idigbo ocurre principalmente a bajas altitudes, entre 0 y 700 m, pero una plantación a 1,200 m en Uganda ha tenido éxito (40). La especie no es muy demandante en sus requisitos de suelo (33). Entre los ejemplos de suelos adecuados se pueden mencionar los Latisoles areniscos en tierras elevadas, las tierras aluviales con una textura entre margas arenosas y francos arcillosos y los suelos ándicos. Los suelos excesivamente secos, tales como las arenas gruesas, los suelos superficiales sobre roca sólida o capas de detrito duras y los prados no son adecuados (40). A pesar de que el idigbo puede tolerar las condiciones inundadas a corto plazo (39), no crecerá en los pantanos o las arcillas pobremente drenadas (22, 33). La pendiente y el aspecto no son factores importantes por lo usual.

Cobertura Forestal Asociada

El idigbo es una especie seral que depende de las perturbaciones para su establecimiento exitoso. A pesar de que se le encuentra en el bosque alto, es más abundante en tierras agrícolas reforestadas y en las áreas perturbadas por las operaciones madereras (6, 37). La especie es típica del bosque en transición que se encuentra entre el bosque siempreverde y el caducifolio. En el bosque de transición de Liberia, el idigbo ocurre con *Chlorophora excelsa* (Welw.) Benth. & Hook., *Piptadenia africana* (Hook f.) Brenan y varias especies de *Azelia* (15). Una lista de árboles de más de 30 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) que ocurren con el idigbo en un bosque alto en el sur de Nigeria incluye: *Khaya ivorensis* A. Chev., *Lovoa trichilioides* Harms, *Entandophragma angolense* (Welw.) C. DC., *E. cylindricum* (Sprague) Sprague, *Guarea cedrata* (A. Chev.) Pellegr., *G. thompsonii* Sprague & Hutch., *Piptadeniastrum africanum* (Hook f.) Brenan, *Distemonanthus benthamianus* Baill., *Lophira alata* Banks ex, *Chlorophora excelsa* (Welw.) Benth. & Hook y *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. (23). Un censo de brinzales y árboles en etapa de poste nueve años después de un tratamiento de entresacados sucesivos en la Reserva Forestal Idanre, en Nigeria, reveló las siguientes especies asociadas: *Azelia* spp., *Entandophragma candollei* Harms, *Distemonanthus benthamianus* Baill., *Gossweilerodendron balsomiferum* (Verm.) Harms, *Guarea cedrata* (A. Chev.) Pellegr., *Khaya ivorensis* A. Chev., *Lovoa trichilioides* Harms y *Piptadeniastrum africanum* (Hook f.) Brenan (9).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El brote anual de hojas nuevas tiene lugar durante el mes de abril y la inflorescencia (35), unas espigas axilares con flores bisexuales, se desarrollan al mismo tiempo (22). La florescencia continúa a través de mayo y junio (37). Las nuevas frutas aparecen poco después, pero no se maduran por completo hasta el período entre diciembre y febrero (35, 37). Las frutas por lo general caen junto con las hojas durante el mes de marzo. Existe cierta variación en este programa a través del área de distribución de la especie (22). En Puerto Rico, las semillas son soltadas durante septiembre. Las semillas, unas samaras alargadas son alas

que las rodean por completo, se producen en grandes cantidades. El idigbo comienza a producir flores y fruto a los 6 años de edad aproximadamente (37). Las semillas promedian entre 5,500 y 6,600 por kilogramo (33). Una muestra procedente de árboles plantados en Puerto Rico rindió 5,900 semillas por kg. Las semillas descienden dando vueltas en el aire, lo que las acarrea a una distancia corta en la ausencia de viento. Las semillas son consumidas por los roedores, los cuales pueden también acarrearlas a los sitios de germinación potencial, lejos del árbol progenitor.

Producción de Semillas y su Diseminación.—La germinación, la cual es epigea (35), puede tomar de 14 a 49 días y la capacidad germinativa varía entre el 25 y el 50 por ciento (22). Las investigaciones han revelado que la capa más interna del pericarpio retrasa la absorción del agua y contiene una sustancia endógena inhibidora del crecimiento (4). La germinación se puede acelerar mediante la escarificación mecánica o varios ciclos de remojo y secado seguidos de una siembra superficial bajo un ciclo de luz de 12 horas de duración (18). Las semillas se pueden almacenar por hasta 1 año si se mantienen secas y a una temperatura fresca en un contenedor sellado (39). De otra manera, las semillas pueden perder su viabilidad después de 3 meses (35).

Desarrollo de las Plántulas.—La sombra ligera es beneficiosa hasta que las plántulas se encuentren bien establecidas (22). Después de la apertura de los cotiledones, las plántulas deberán ser transplantadas a contenedores individuales o almácigos de vivero. El espaciamiento en los almácigos del vivero deberá ser de no menos de 30 por 30 cm, debido a las ramas esparcidas que se desarrollarán. Cuando las primeras hojas verdaderas hayan madurado, la sombra deberá ser removida porque la especie requiere de luz. Las provisiones para el trasplante se podrán desarrollar como plántulas con las raíces desnudas y las hojas removidas, como tocones con la raíz desnuda o como provisiones en contenedores (en bolsas, tiestos o canastas). Las plántulas estarán listas para el trasplante al campo en 4 a 15 meses (39, 35), dependiendo del tamaño deseado y del cuidado que reciban. Las plántulas de idigbo son sensibles a las condiciones de sequía, de manera que se necesitan contenedores grandes y un irrigado frecuente y el plantado (en especial con provisiones con las raíces desnudas) deberá planearse para coincidir con la temporada lluviosa (33, 35). Bajo condiciones ideales, existe poca diferencia en el éxito con los tocones y las plántulas en contenedores, pero si las condiciones son menos que ideales, en particular cuando se planta al final de la temporada lluviosa, las plántulas en contenedores tendrán una mayor supervivencia (22). Las plántulas se desarrollan con rapidez, creciendo 2 m en altura durante el primer año si hay suficiente luz vertical (35).

Cuando la preparación del sitio ha sido adecuada, las plantaciones con un espaciamiento estrecho han dado buenos resultados (22). Sin embargo, los espaciamientos estrechos requieren de entresacado y a menudo no existe un mercado para los productos del proceso. Existe a su vez un problema con los espaciamientos grandes, porque los árboles pueden desarrollar unos nudos de gran tamaño y maderos de baja calidad (27). Debido al rápido crecimiento y a la necesidad eventual de un espaciamiento amplio, la plantación en hileras es un método de plantación lógico que es a menudo recomendado (33). El método ha sido usado con éxito (22), a pesar de que el idigbo es sensible a la sombra y a la competencia (31). Los fracasos aparentemente han sido el

resultado de un mantenimiento pobre después del establecimiento (22). La especie es adecuada para el método taungya, el cual ha sido usado con un éxito adecuado en varias localidades (20, 34). Los problemas que se han encontrado se han relacionado a las prácticas de plantado y a la calidad del cuidado proporcionado a las plántulas por los agricultores (27).

Reproducción Vegetativa.—El idigbo rebrota después de ser cortado cuando joven. La propagación mediante estacas de raíces ha tenido éxito (10), pero no así la propagación por acodos (3). Los injertos se utilizan para propagar material en los programas de reproducción y cruces (26).

Etapas del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.— El idigbo es una especie de crecimiento rápido. De acuerdo a reportes, su crecimiento promedia de 1.8 a 2.1 m por año hasta que alcanza 15 m de altura (33). En Uganda, las tasas iniciales de crecimiento pueden variar de 1.2 a 4.9 m, mientras que de 2 a 3 m son comunes en los buenos sitios en Sierra León (36). Los árboles dominantes pueden alcanzar alturas de 46 m y unos d.a.p. de 1.5 m (22). Sin embargo, los árboles de idigbo no son de vida larga (35). Se pueden producir árboles cosechables con unos d.a.p. de aproximadamente 1 m en plantaciones con una rotación de 40 a 50 años (16, 26, 31). La madera de mejor calidad se obtiene de los árboles con un d.a.p. de 0.6 a 0.9 m (22). Los maderos procedentes de árboles de mayor tamaño tienen un duramen quebradizo, mientras que los maderos más pequeños tienen un porcentaje de albura mayor. Los árboles cosechables en tres reservas en Ghana con unos d.a.p. de 13 a 23 cm promediaron 2.5 cm por año en el incremento en el d.a.p. (12). Las medidas promedio en una plantación de 24 años de edad en Puerto Rico fueron: altura, 22.6 m; d.a.p., 31.5 cm; fuste claro, 13 m, y supervivencia, 51 por ciento. El 20 por ciento de los árboles sobrevivientes de mayor altura (árboles cosechables) promediaron 26.7 ± 0.5 m de alto y 42.5 ± 10.2 cm en d.a.p. En otro sitio se plantaron 16 árboles en una mezcla con varias otras especies. Los 12 árboles de idigbo sobrevivientes, también de 24 años de edad, promediaron 22.3 m de alto y 26.7 cm en d.a.p. Tuvieron aproximadamente la misma altura pero un diámetro menor que *Pinus caribaea* Morelet y *Anthocephalus chinensis* (Lam.) A. Rich. ex Walp en el mismo plantío. Una plantación en Nigeria tuvo un volumen de 420 m³ por hectárea a los 24 años de edad (16), con un incremento anual promedio de 17.5 m³ por ha por año. Otras cifras para el incremento anual promedio en la literatura fueron de 8.4 a 9.8 m³ por ha por año para Nigeria y de 3.5 a 7.4 m³ por ha por año para Sierra León (40). A pesar de que el crecimiento para los árboles individuales es rápido, el incremento en volumen por área es bajo debido a la gran copa y al espaciamento amplio requerido por cada árbol (22).

Las primeras plantaciones de idigbo usaron unos espaciamentos considerablemente estrechos (de 1.8 por 1.8 m a 2.4 por 2.4 m), pero el idigbo creció de manera lenta bajo estas condiciones (22). Por esta razón, hubo un cambio hacia el uso de espaciamentos más amplios (de 3.7 por 3.7 m a 5.5 por 5.5 m) en las plantaciones (31, 25). Para las plantaciones en hileras se han usado el plantado en veredas taladas en los bosques naturales, los espaciamentos de 6.7 m entre las veredas y de 5 m dentro de ellas (22). La poda natural en el idigbo es rápida, de manera que se producen unos fustes

claros por la mayoría de la longitud del tronco, sin necesidad de invertir en la poda artificial. Los fustes son rectos y carentes de un ahusamiento excesivo.

Comportamiento Radical.—El tallo posee contrafuertes y es a menudo estriado en la parte inferior del fuste. El estriamiento se encuentra asociado con unas raíces de gran tamaño (17). El idigbo produce una raíz pivotante y de seis a ocho raíces laterales gruesas (22). Existe evidencia de un sistema radical superficial extenso, especialmente en los sitios pobres. En las plantaciones tipo taungya en Ghana, se requiere de los agricultores el sembrar el ñame a una distancia de por lo menos 1.8 m de los árboles, con el objeto de evitar dañar las raíces superficiales del idigbo (20).

Reacción a la Competencia.—El idigbo es intolerante a la sombra y requiere de pleno sol por encima para su desarrollo (22). Sin embargo, las plántulas naturales en Puerto Rico fueron capaces de alcanzar unas alturas de varios metros creciendo bajo los árboles progenitores y bajo plantaciones de *Pinus* spp. adyacentes de densidad moderada. El idigbo no tolera las condiciones suprimidas, pero tiende a crecer por encima de la vegetación en competencia y a suprimirla si el crecimiento comienza al mismo tiempo. Puede ser que la especie sea adecuada para plantaciones mixtas junto con otras especies de crecimiento muy rápido, tales como *Terminalia superba* Engl. & Diels y *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. (35). El idigbo ha sido plantado con especies más tolerantes del género *Meliaceae*, pero el crecimiento de *Meliaceae* fue demasiado lento como para que la plantación resultara económicamente viable (10). La regeneración natural del idigbo es buena en los lugares en donde hay perturbaciones debido a los cultivos migratorios o las operaciones madereras (22). En ciertas situaciones, los árboles jóvenes de idigbo pueden ser sofocados por las enredaderas hasta que un nuevo líder emerge a través de ellas y desarrolla una nueva capa de ramas. El idigbo se ve beneficiado por las operaciones de limpieza y de cuidado. Se mencionan unas áreas basales de 8.3 a 34.2 m² por hectárea para el idigbo, tanto para rodales mixtos como puros (16). Se han registrado unos incrementos en el área basal de 0.8 a 1.4 m² por hectárea por año en plantaciones jóvenes en Nigeria (25). Una cosecha final de 99 árboles por hectárea se considera más que adecuada (22). Desafortunadamente, no se han proporcionado reglas para el aprovisionamiento en términos del área basal; sin embargo, el óptimo probablemente se encuentra entre 10 y 20 m² por hectárea.

Agentes Dañinos.—Durante los últimos años una seria enfermedad que causa la decadencia de los árboles ha aparecido de manera extensa en las plantaciones de Ghana y la Costa de Marfil. Los árboles en etapa de poste y de maderos aserrables se ven atacados y, eventualmente, la mayoría de los árboles en la plantación afectada mueren. A la fecha no se ha identificado un patógeno específico (30). A pesar de que un gran número de insectos ataca al idigbo, ninguno ha tenido todavía un impacto serio en el manejo de las plantaciones, excepto a nivel local. Entre los insectos más importantes de este grupo se encuentran: *Tidesmondes radiculata* Warren, que taladra los vástagos; *Sphaerotrypes* sp., que taladra las yemas; *Apate monochamus* F. y *Zeuzera coffea* Nietner, que taladran los tallos; los insectos chupadores *Cryptoflata* sp., *Otinonotus* sp. y *Tricoceps albescens* Funkh.; el gorgojo de las semillas, *Nanophyes* sp., y un gran número de insectos que se alimentan de las hojas (22). La madera es susceptible al ataque por el escarabajo de polvo de salvadera

(powderpost beetle, *Lyctus* spp.) (2). La resistencia del idigbo a las termitas varía dependiendo de la parte del árbol de donde procede la madera (28). Un cancro causado por un agente desconocido se ha encontrado con una alta frecuencia en tres sitios en el sur de Nigeria (29). El abono multinutriente ha mostrado ser prometedor como una cura para los árboles afectados. El daño por el pastoreo por un antílope de pequeño tamaño, *Cephalopus maxwelli* Hamilton-Smith, puede ser severo en rodales plantados en hileras en donde las hileras sirven de camino para los antílopes (22). En Puerto Rico, gran parte de las semillas son consumidas por los ratones. Cuando jóvenes, los árboles de idigbo son susceptibles al daño por el fuego y a quebrarse a nivel de los nudos cuando son golpeados por los vientos (22). A pesar de que una referencia lista la especie como teniendo “una buena firmeza con los vientos” (38), otros investigadores mencionan la quiebra del idigbo con los vientos fuertes (22). La madera aguanta bien la exposición a los elementos, pero no durará mucho en contacto con el suelo. Una preocupación entre los dasónomos es el “duramen quebradizo”, que consiste de un peso liviano (de 0.38 a 0.57 g por cm³) y una madera más débil asociada con una color rosáceo en el centro de los árboles (22). No se ha identificado el agente causativo, pero los árboles grandes y más viejos son los más comúnmente afectados.

USOS

La madera del idigbo es amarillenta o parda amarillenta clara, sin una diferencia marcada entre el duramen y la albura, pero con unos anillos de crecimiento bien marcados (2). La madera tiene una cantidad moderada de figura (un patrón estético en la fibra) y un lustre alto. Su densidad es mediana pero variable (de 0.45 a 0.67 g por cm³) (22). La madera del idigbo se seca con rapidez con poca distorsión o cuarteadura (2). El secado a partir de la madera verde a un contenido de humedad del 12 por ciento (secado al aire) resulta en un encogimiento tangencial del 3 por ciento y un encogimiento radial del 1.5 por ciento. Las propiedades con respecto a la fortaleza de la madera han sido publicadas (24) y son muy similares a las de la caoba (21). La madera es acídica y corrosiva para los clavos de hierro y los herrajes (2). Sin embargo, se trabaja bien a mano y con herramientas eléctricas. La madera se usa para muebles, puertas, molduras, vigas estructurales y tejados (32). Las pruebas muestran que la especie tiene buenas propiedades para la manufactura de papel usando sulfatos, rindiendo un papel extremadamente resistente que se puede blanquear hasta alcanzar un brillo moderado (7). Se usa también para la producción de chapa decorativa (22) y no parece haber razón alguna que prevenga su uso para triplex o tableros de partículas. En Africa, la especie se usa con éxito como un árbol de sombra en las plantaciones de café y cacao (20).

GENETICA

El idigbo es muy similar a *Terminalia superba* Engl. & Diels, una especie estrechamente relacionada. A pesar de que sus áreas de distribución se intersectan y de que a menudo crecen asociadas una con otra, el idigbo tiende a ocurrir en los sitios más secos y más perturbados. El idigbo se cultiva con mayor frecuencia en plantaciones.

Se han demostrado unas diferencias en las procedencias para el idigbo (8). La selección para la mejora de la especie debería concentrarse en la reducción del estriamiento o aflautamiento de la parte inferior del fuste (19), la reducción de la relación de copa (22) y la reducción de la tendencia a poseer un “duramen quebradizo”.

LITERATURA CITADA

1. Anón. 1974. Framire (*Terminalia ivorensis*). Bois et Forêts des Tropiques. 153: 23-34.
2. Bentum, A.K.L. 1969. Properties of Ghanaian timbers: emire, *Terminalia ivorensis* A. Chev. Technical Newsletter. 3(3/4): 19-21. Kumasi, Ghana: Forest Products Research Institute.
3. Britwum, S.P.K. 1970. Notes on air-layering in *Cedrela odorata* and *Terminalia ivorensis*. Technical Newsletter. 4(3): 11-13. Kumasi, Ghana: Forest Products Research Institute.
4. Brookman-Amisah, J.; Amisah, J.K. 1973. The effect of endogenous growth inhibitors on the germination of *Terminalia ivorensis*. Technical Newsletter. 7(3/4): 8-18. Kumasi, Ghana: Forest Products Research Institute.
5. Castañeda, L.A. 1981. Comportamiento de *Terminalia ivorensis* A. Chev. asociada con cultivos anuales y perennes en su segundo año de crecimiento. Turrialba, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 116 p. Tesis de M.S.
6. College of Forestry. 1962. Timber trees of Liberia. Monrovia, Liberia: College of Forestry, University of Liberia. 44 p.
7. Crossley, N.; Ogunle, O.A. 1964. Studies on the suitability of Nigerian raw materials for paper making, VI—*Terminalia ivorensis* A. Chev. Res. Rep. 25. Ibadan, Nigeria: Federal Institute of Industrial Research. 21 p.
8. Delaunay, J. 1978. Preliminary results from provenance trials of *Terminalia ivorensis* A. Chev., two and a half years after their establishment in the Ivory Coast. En: Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees: Proceedings of the Joint IUFRO Workshop, S2.02-8 & S2.03-01; 1977; Brisbane, Australia. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute: 874-878.
9. Federal Department of Forest Research. 1960. Investigation into natural regeneration in tropical high forest in southern Nigeria. (New Series) 2. Lagos, Nigeria: Federal Department of Forest Research; Nigerian Forestry Information Bull. 22 p.
10. Fenton, R.; Roper, R.E.; Watt, G.R. 1977. Lowland tropical hardwoods: an annotated bibliography of selected species with plantation potential. Wellington, New Zealand: External Aid Division, Ministry of Foreign Affairs. T: 1-13.
11. Food and Agriculture Organization/Brazilian Institute for Forestry Development. 1976. Forestry development and research project, Brazil: a tree improvement program for Amazonia. Tech. Rep. 3. Brazilia, Brasil: Food and Agriculture Organization of the United Nations and Brazilian Institute for Forestry Development: 42 p.
12. Forest Products Research Institute. [s.f.]. Annual report 1968. Kumasi, Ghana: Forest Products Research Institute. 53 p.

13. Forest Products Research Institute. [s.f.]. Annual report 1969/70. Kumasi, Ghana: Forest Products Research Institute. 67 p.
14. Groulez, J.; Wood, P.J. 1984. *Terminalia superba*. Nogent-Suz-Merne, France: Centre Technique Forestier Tropical. 85 p.
15. Holsoe, T. 1955. Forestry progress and timbering opportunities in the Republic of Liberia. Washington, DC: International Cooperation Administration. 24 p.
16. Home, J.E.M. 1962. Growth rates in the timber plantations of western Nigeria. (New Series) 12. Lagos, Nigeria: Federal Department of Forestry; Nigerian Forestry Information Bulletin. 15 p.
17. Jones, N. 1969. Forest tree improvement in Nigeria. Commonwealth Forestry Review. 48(4): 370-376.
18. Jones, N. 1969. The influence of certain pre-treatments and conditions for germination on the seed of *Terminalia ivorensis*. Technical Newsletter. 3(1): 9-18. Kumasi, Ghana: Forest Products Research Institute.
19. Jones, N. 1970. Progress in the improvement programs for *Terminalia ivorensis* and *Triplochiton scleroxylon* in Ghana. Ghana Journal of Agricultural Science. 3(1): 31-38.
20. King, K.F.S. 1968. Agri-silviculture (the taungya system). Bull. 1. Ibadan, Nigeria: Department of Forestry, University of Ibadan. 109 p.
21. Kukachka, B.F. 1970. Properties of imported tropical woods. Res. Pap. FPL-125. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 67 p.
22. Lamb, A.F.A.; Ntima, O.O. 1971. *Terminalia ivorensis*. Fast Growing Timber Trees of the Lowland Tropics 5. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute. 72 p.
23. Lancaster, P.C. 1960. Investigations into methods of obtaining and encouraging the growth of natural regeneration after exploitation in tropical high forest in southern Nigeria. (New Series) 8. Lagos, Nigeria: Federal Department of Forest Research; Nigerian Forestry Information Bulletin. 21 p.
24. Lavers, G.M. 1967. The strength properties of timbers. Bull. 50. London, England: Forest Products Research, Ministry of Technology. 62 p.
25. Lowe, R.G. 1967. Plots in managed plantation crops in the high forest zone of Nigeria. Res. Pap. 17. (Forest Series). Ibadan, Nigeria: Ministry of Agriculture and Natural Resources. 9 p.
26. Malagnoux, M. 1975. Voyage d'étude dans les états de l'Ouest du Nigeria et au Ghana. Bois et Forêts du Tropiques. 164: 41-47.
27. Mooney, J.W. 1961. Silviculture. Kumasi, Ghana: Conservator of Forests; memorándum. 26 p.
28. Ocloo, J.K. 1978. The natural resistance of the wood of *Terminalia ivorensis* A. Chev. (idigbo, emere) to both fungi and termites. Journal of the Institute of Wood Science. 8(1): 20-23.
29. Ofong, A.U. 1981. The cankers of *Terminalia ivorensis* (A. Chev.) in Nigeria. Commonwealth Forestry Review. 60(2): 133-138.
30. Ofosu-Asiedu, A.; Cannon, P. 1976. *Terminalia ivorensis* decline in Ghana. PANS. 22(2): 239-242.
31. Ogbe, G.A.E. 1968. Management in the tropical high forest: mid-western Nigeria. En: 9th Commonwealth forestry conference; 1968; New Delhi, India. Item II 3(I). Ibadan, Nigeria: Federal Department of Forest Research. 11 p.
32. Okigho, L. 1965. A guide to building timbers in Nigeria. Ibadan, Nigeria: Federal Department of Forest Research. 37 p.
33. Parry, M.S. 1965. Tree planting practice in tropical Africa. FAO Forestry Department Pap. 8. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 302 p.
34. Redhead, J.F. 1960. Taungya planting. (New Series) 5. Lagos, Nigeria: Federal Department of Forestry; Nigerian Forestry Information Bulletin: 13-16.
35. Taylor, C. J. 1960. Synecology and silviculture in Ghana. London, England: Thomas Nelson and Sons, Ltd. 418 p.
36. Vaclav, E. 1978. Trees of forest plantations in Sierra Leone. Silvaculture Tropics et Subtropical. 6: 65-69
37. Voorhoeve, A.G. 1965. Liberian high forest trees. Wageningen, The Netherlands: Center for Agricultural Publications and Documentation. 415 p.
38. Watt, G.R. 1975. Fiji, silvicultural research of hardwood species and a proposed program for 1976. Rotorua, New Zealand: Forest Research Institute. [Número de páginas desconocido].
39. Webb, D.B.; Wood, P.J.; Smith, J. 1980. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Tropical Forestry Pap. 5. Oxford, England: Commonwealth Forest Institute. 342 p.
40. Willan, D. 1966. Fast growing tropical tree species. Reference TT/5/1. Oxford, England: Commonwealth Forestry Institute. 94 p.

Thespesia grandiflora (DC.) Urban

Maga

Malvaceae

Familia de las malvas

John K. Francis

Thespesia grandiflora (DC.) Urban, conocido comúnmente como maga, es un árbol atractivo de tamaño de pequeño a mediano (fig. 1) con un follaje verde oscuro y unas flores grandes de color rojo o rosado oscuro. A pesar de que esta especie produce una madera valiosa, su importancia primaria es la de un árbol de ornamento.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

La maga es endémica a Puerto Rico (6), creciendo en la latitud 18° N. Aunque originalmente se encontraba limitada a los cerros húmedos de piedra caliza en las áreas occidental y central norte de la isla (fig. 2, 3), hoy en día crece en la mayor parte de la misma debido a las perturbaciones y la plantación extensa. La maga se planta como un árbol de ornamento en Florida, Hawaii, Honduras y en varias islas del Caribe (7, 12).

Clima

La maga crece en áreas en donde la precipitación anual promedio fluctúa entre 1250 y 2500 mm. Su hábitat natural corresponde a la zona de vida forestal subtropical húmeda (4). La temperatura anual promedio en donde la maga crece en Puerto Rico varía entre 20 y 27 °C (2), y las heladas no ocurren en esta área.

Suelos y Topografía

La maga crece en suelos desde levemente alcalinos hasta muy ácidos, con texturas que van desde francos arenosos hasta arcillas. Prefiere los suelos bien drenados, pero se le



Figura 1.—Un árbol de maga, *Thespesia grandiflora*, creciendo en Puerto Rico.

puede encontrar en suelos con un drenaje un tanto excesivo y en suelos con un drenaje imperfecto (14). La maga también se encuentra en rodales que crecen en lugares en donde existe solamente una capa delgada de suelo sobre piedra caliza porosa y gastada. Sin embargo, el crecimiento es muy lento bajo esas condiciones. Los mejores árboles se encuentran en las cuestas coluviales inferiores de los cerros de piedra caliza y en las hondonadas aluviales entre cerros.

Cobertura Forestal Asociada

Los bosques de la región de piedra caliza en Puerto Rico en donde la maga se encontraba originalmente, típicamente contienen las siguientes especies de árboles: *Coccoloba diversifolia* Jacq., *C. pubescens* L., *Licaria salicifolia* (Sw.) Kosterm, *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cedrela odorata* L., *Hyeronima clusioides* (Tul.) Muell.-Arg., *Sapium laurocerasus* Desf., *Ochroma pyramidale* (Cav.) Urban, *Clusia rosea* Jacq., *Bucida buceras* L., *Dipholis salicifolia* (L.) A.DC., *Sideroxylon foetidissimum* Jacq., *Terebraria resinosa* (Vahl) Sprague y *Homalium racemosum* Jacq. (7).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.— Las flores de la maga tienen forma de trompeta y alrededor de 15 cm de ancho (fig. 3, 12). Son de un color rosado intenso, volviéndose de un color carmesí bronceado con la edad. A pesar de que pueden aparecer varias flores por cada ramita, solamente una se abre a la vez (7).

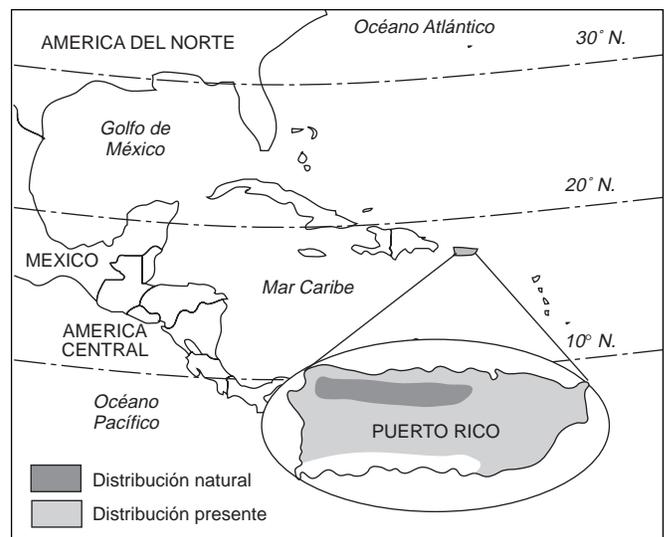


Figura 2.—Distribución de la maga, *Thespesia grandiflora*, en Puerto Rico.

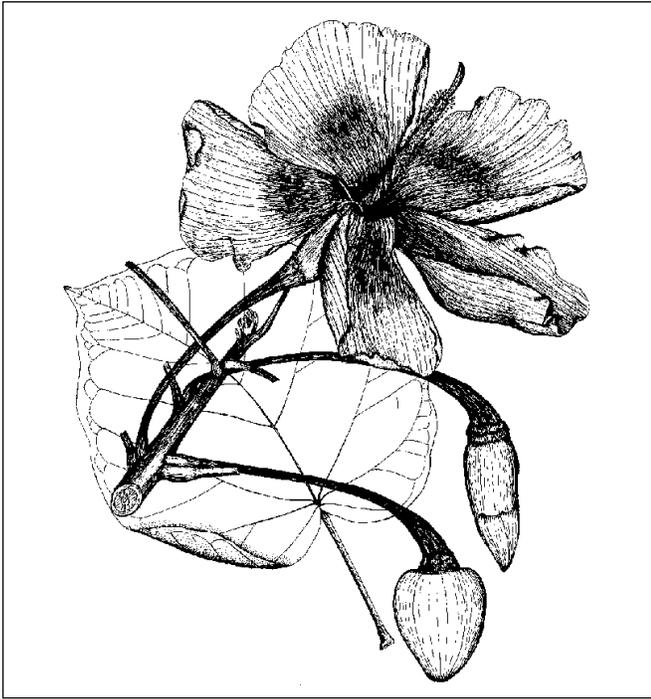


Figura 3.—Flores, fruta y hoja de la maga, *Thespesia grandiflora*.

Los árboles creciendo a campo abierto comienzan a florecer por lo usual cuando tienen de 5 a 10 años de edad. A pesar de que se ha reportado que la maga produce fruta solamente entre septiembre y junio (15), otros han observado que produce flores y fruto a través de todo el año (14, observación personal del autor). La fruta es lisa y verde, subglobosa y de 3 a 5 cm de diámetro.

Producción de Semillas y su Diseminación.—Dentro de la matriz blanca de la vaina se encuentran de 1 a 12 semillas de color marrón. Hay $2,551 \pm 44$ semillas frescas por kilogramo (observación personal del autor). Otros han reportado 2,208 semillas por kilogramo (7) y 3,307 semillas por kilogramo (3). No se especificó el contenido de humedad para estos dos datos. A medida que las semillas maduran, la fruta se ablanda y se separa con facilidad del tallo. Algunas frutas caen al suelo, pero la mayoría son acarreadas por las aves o los murciélagos que botan las semillas después de comerse el pericarpio carnoso.

Desarrollo de las Plántulas.—Los cotiledones encerrados en la semilla son verdes y activos, y comienzan a germinar de 5 a 7 días después de que la fruta madura. Si las semillas no son extraídas, el epicótilo aparece a través de la pared de la fruta en proceso de pudrición. Las semillas germinan de manera epigea. Las semillas para la siembra se obtienen recogiendo las vainas maduras de los árboles o de la superficie del terreno bajo los árboles y descascarándolas a mano. Es preferible germinar las semillas inmediatamente, ya que puede haber una reducción en la germinación con las semillas secadas al aire. Marrero (8) reporta una germinación del 70 al 80 por ciento con semillas frescas y una reducción hasta solamente el 20 por ciento después de dos semanas de almacenamiento a temperatura ambiente. La viabilidad se puede extender por casi 4 meses al secar las semillas a un nivel de humedad de 62.5 por ciento y almacenarlas a temperaturas que fluctúen entre 1.7 y 4.4 °C.

Después de que las primeras hojas verdaderas aparezcan, las plántulas deberán ser transplantadas a contenedores

individuales. Las plántulas silvestres a veces se recolectan y se usan en vez de las plántulas germinadas en el vivero. Las plántulas se desarrollan con rapidez, alcanzando 20 cm 3 meses después de la siembra bajo un 50 por ciento de sombra. Las plantulas en contenedores deberán estar listas para el trasplante al campo en aproximadamente 6 meses. Las plántulas deberán ser expuestas al pleno sol durante las últimas semanas antes de ser transplantadas al campo. Las plántulas de maga tienen por lo usual una supervivencia alta en los sitios buenos (9). Las provisiones con las raíces desnudas se ha plantado con éxito, pero se recomienda el sistema de contenedores.

Reproducción Vegetativa.—Los brinzales y en etapa de poste de la maga rebrotan con facilidad. Los árboles de mayor tamaño pueden rebrotar también. Los árboles viejos producen a menudo una gran cantidad de rebrotes basales y ramas epicórmicas. La maga se puede también regenerar a partir de estacas leñosas (14).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—En varias plantaciones en Puerto Rico el crecimiento en altura promedió aproximadamente 1 m por año durante los primeros 10 años, para después disminuir. Los árboles de maga por lo usual no alcanzan alturas de más de 20 m. Los árboles de plantación crecen en diámetro a una tasa de alrededor de 0.9 cm/año por varios años con una reducción subsecuente. Los árboles en un rodal natural disminuyeron de una tasa de 0.5 cm/año a una de 0.1 cm/año en un período de 25 años (15). En una plantación pequeña en el bosque de Río Abajo en Puerto Rico, el área basal aparentemente se estabilizó a un nivel de alrededor de 14 m²/ha. Se puede esperar un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) final de 15 a 45 cm; los mayores tamaños se encuentran con mayor frecuencia en árboles creciendo a campo abierto. Los árboles dominantes en una plantación en Puerto Rico habían alcanzado un d.a.p. promedio de 17 cm a los 21 años. Se podrían producir maderos aserrables de tamaño comercial en un período de 35 a 50 años en sitios favorables. La maga no parece ser una especie longeva. La producción de maderos aserrables en el bosque natural es aparentemente un evento fortuito. Esto se ve respaldado por el hecho de que la madera de la maga nunca se ha visto disponible en grandes cantidades (16).

Comportamiento Radical.—Las plántulas de maga producen una raíz pivotante vigorosa y carnosa. No se sabe si la raíz pivotante persiste en los árboles de mayor tamaño. Las raíces laterales no parecen levantar o romper las aceras y las orillas de las calles.

Reacción a la Competencia.—A pesar de que se plantaron cerca de 400,000 plántulas de maga en el Bosque Nacional del Caribe entre 1934 y 1945 (9), relativamente pocas de éstas sobreviven, y aquellas alcanzando un tamaño para maderos aserrables pequeños han sido raras. Su crecimiento relativamente lento ha permitido que las especies más agresivas crezcan por encima de los árboles de plantación y los sombreen. La maga es intolerante a la sombra y no puede sobrevivir por mucho tiempo en el sotobosque oscuro. Sin embargo, persiste con frecuencia en las posiciones intermedias en los bosques de los cerros de piedra caliza. La reproducción de la maga se ve beneficiada por las perturbaciones y la especie crece de manera particularmente buena a la margen de los caminos. A menos que crezcan en

rodales cerrados en buenos sitios, los árboles de maga forman unas copas anchas y a menudo se inclinan hacia un lado. Debido a que producen muchas ramas epicórmicas y rebrotes basales, la poda no es de mucho beneficio (9). Los tamaños pequeños y el crecimiento relativamente lento sugieren que la maga no debería ser considerada para programas de plantación que tengan como objetivo primario la producción de maderos aserrables. Sin embargo, la especie deberá ser manejada como una especie menor valiosa y estética cuando se encuentre presente en los rodales naturales.

Agentes Dañinos.—Se han reportado varias plagas y enfermedades menores para la maga. Una de ellas es el gusano (*Pectinophora gossypiella* Saunders; éste es una plaga importante del algodón que también se alimenta de las vainas de la maga y por lo tanto puede encontrar sustento cuando las bolas de algodón no se encuentren disponibles (16). Debido a que el algodón ya no se cultiva de manera comercial en Puerto Rico, la maga ha cesado de funcionar como el indeseable huésped alterno. El homóptero *Asterolecanium pustulans* (Cockerell) causa cierta defoliación y la muerte de muchas ramitas y ramas pequeñas (11). Se han observado otros 22 insectos alimentándose de la maga, pero ninguno ha causado un daño serio. El fenol y el gopipol identificados en la madera y la corteza de la maga interfieren con los procesos bioquímicos y pueden ser un freno para muchos insectos. En los sitios desfavorables puede ocurrir una alta incidencia de manchas necróticas en las hojas (10). Las plantaciones en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico fueron atacadas por ratones que se comieron el meollo de muchas de las plántulas (3). El duramen de la maga se lista como inmune o muy resistente a la termita de la madera seca de las Indias Occidentales, *Cryptotermes brevis* Walker (17). La madera de la maga se considera como muy durable (7), lo que indica una resistencia a la pudrición.

USOS

La albura de la maga es de color marrón claro y el duramen es de un intenso color chocolate, que recuerda al de la caoba de gran edad (7). Cuando se encuentra disponible, es preferida a la caoba y alcanza un mayor precio en el mercado. La maga se usa hoy en día más que nada para instrumentos musicales y artesanías, pero ocasionalmente se usa para muebles y molduras interiores (7). Los tallos pequeños se usan como postes.

El valor principal de la maga es como una planta de ornamento. Este árbol frondoso siempreverde ocupa un nicho disponible entre los arbustos de gran tamaño y los árboles de sombra. Su follaje de color verde oscuro y sus flores en constante producción la han hecho una especie favorita en Puerto Rico y en otros lugares.

GENÉTICA

El género *Thespesia* contiene alrededor de 10 especies (1), todas de las cuales son tropicales. Los sinónimos botánicos son *Montezuma speciosissima* Sessé & Moc., *M. grandiflora* DC. y *Maga grandiflora* (DC.) Urban (6).

LITERATURA CITADA

1. Bailey, L.H. 1941. The standard cyclopedia of horticulture. New York: Macmillan. 3,639 p.
2. Calvesbert, Robert, Jr. 1970. Climate of Puerto Rico and U.S. Virgin Islands. Climatology of the United States 60-52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Service Administration, Environmental Data Service. 29 p.
3. Holdridge, L.R. 1942. Trees of Puerto Rico. Occasional Paper 1. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Experiment Station. 105 p. Vol. 1.
4. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
5. Joland, S.D.; Wiedhopt, R.M.; Cole, J.R. 1975. Tumor inhibitory agent from *Montezuma speciosissima* (Malvaceae). Journal of Pharmaceutical Science. 64(11): 1889-1890.
6. Liogier, Henri A.; Martorell, Luis F. 1982. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 342 p.
7. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
8. Marrero, José. 1942. A seed storage study of maga. Caribbean Forester. 3(4): 173-184.
9. Marrero, José. 1947. A survey of the forest plantations in the Caribbean National Forest. Ann Arbor, MI: University of Michigan. 167 p. Tesis de M.S.
10. Marrero, José. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest: past experience as a guide for the future. Caribbean Forester. 1: 85-213.
11. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station. 303 p.
12. Neal, Marie C. 1965. In gardens of Hawaii. Special Publication 50. Honolulu: Bernice P. Bishop Press. 924 p.
13. Sapath, D.S.; Balaram, P. 1986. Resolution of racemic gossypol and interaction of individual enantiomers with serum albumins and model peptides. Biochimica et Biophysica Acta. 882(2): 183-186.
14. Schubert, Thomas H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. Gen. Tech. Rep. SO-27. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 91 p.
15. Weaver, Peter L. 1987. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
16. Wolcott, George N. 1939. The entomologist looks at maga. Caribbean Forester. 1(1): 29-30.
17. Wolcott, George N. 1940. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the "polilla", the dry-wood termite of the West Indies. Caribbean Forester. 1(4): 1-10.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1989. *Thespesia grandiflora* (DC.) Urban. Maga. SO-ITF-SM-21. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.

Thespesia populnea (L.) Soland. ex Correa

Emajagüilla, portiatree

Malvaceae

Familia de las malvas

John A. Parrotta

Thespesia populnea (L.) Soland. ex Correa, conocido comúnmente como emajagüilla en español y como portiatree y seaside mahoe en inglés y por varios otros nombres comunes, es un árbol o arbusto siempreverde de tamaño pequeño que crece hasta los 18 m de altura. Tiene una corteza gruesa, de color de gris claro a oscuro y con fisuras, y una copa densa (fig. 1). Siendo nativo a los trópicos del Viejo Mundo, la emajagüilla ha sido introducida y se ha naturalizado en las arboledas costeras a través del Caribe y en otras partes de la América tropical. Se le puede reconocer por sus vistosas flores acampanadas, sus hojas de pecíolos largos y de forma acorazonada y su corteza dura y fibrosa. La madera se usa de manera limitada en la construcción de botes, en la ebanistería y en artesanías.

HABITAT

Distribución Natural e Introducida

La emajagüilla es una especie costera pantropical aparentemente indígena a los Trópicos del Viejo Mundo desde la costa este de África hasta la Polinesia, entre las latitudes 30° N. y 23° S. En los Trópicos del Nuevo Mundo se ha introducido y naturalizado en Bermuda, el sur de la Florida, a través de las Indias Occidentales desde las Bahamas y Cuba hasta Trinidad y Tobago, ambas costas del sur de México, la América Central y el norte de Perú y Brasil en la América del Sur.



Figura 1.—Un árbol de emajagüilla, *Thespesia populnea*, creciendo a lo largo de la costa en Puerto Rico.

Clima

En los lugares en donde ha sido introducida en los Trópicos del Nuevo Mundo, la emajagüilla crece en las zonas de vida forestales tropical muy seca, tropical seca y subtropical húmeda (17). Dentro de esta distribución, la precipitación anual promedio varía desde aproximadamente 500 a 1600 mm con una temporada seca con una duración de hasta 8 meses (41). En los sitios secos y muy secos, la emajagüilla sobrevive explotando las reservas de agua fresca o salobre sub-superficiales. Las temperaturas mensuales promedio durante los meses más cálidos son de alrededor de 28 °C a través de su distribución. Durante los meses más frescos, las temperaturas promedio varían entre 18 °C en el norte y 26 °C en el sur (16, 36). En el sur de la Florida, la emajagüilla se ve ocasionalmente sujeta a las heladas (31).

Suelos y Topografía

A través de su distribución natural e introducida, la emajagüilla crece en los bosques litorales en suelos rocosos, cascajosos y arenosos bien drenados, derivados de piedra caliza coralina y de material volcánico (4, 12, 19, 45, 46, 49). Es extremadamente tolerante a la sal, lo que la hace una buena especie a plantar en los suelos salinos.

En la India, Bangladesh, Myanmar, Sri Lanka y Malasia peninsular la emajagüilla crece mejor en las arenas porosas y bien drenadas a lo largo de la costa, a pesar de que se le encuentra también en las costas marinas rocosas y los manglares que se ven ocasionalmente inundados por las mareas excepcionales o equinocciales (30, 42). En Kenia, la emajagüilla ocurre de manera natural en las arenas salinas detrás de los manglares y a lo largo de los bancos de los ríos cerca de la costa (7).

Cobertura Forestal Asociada

En Puerto Rico, la emajagüilla crece en los matorrales costeros y en los bosques secundarios en asociación con *Bucida buceras* L., *Calophyllum brasiliense* Jacq., *Casuarina equisetifolia* J.R. & G. Forst., *Coccoloba uvifera* (L.) L., *Cocos nucifera* L., *Delonix regia* (Bojer ex. Hook) Raf., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton y *Terminalia catappa* L. (observación personal del autor). Se le encuentra también cerca de las orillas al lado de tierra firme en los manglares junto con *Conocarpus erectus* L. y *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f. y en las playas arenosas o guijosas en asociación con *Clerodendrum aculeatum* (L.) Schlecht., *Conocarpus erectus*, *Hippomane mancinella* L. y *Randia aculeata* L. (47).

En Barbados, se le encuentra en las arboledas costeras en asociación con *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Coccoloba uvifera*, *Cordia obliqua* Willd., *C. sebestena* L., *Ficus citrifolia* P. Miller, *H. mancinella*, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de

Wit, *Tabebuia heterophylla* y *Terminalia catappa* (13). Crece en las arboledas litorales en las Islas de Sotavento como una codominante junto con *Coccoloba uvifera* (37).

En las Islas de Andamán (en la India), la emajagüilla crece en los bosques litorales junto con *Calophyllum inophyllum* L., *Erythrina variegata* L., *Heritiera littoralis* Ait., *Hibiscus tiliaceus* L., *Intsia bijuga* (Colebr.) O.Kuntze, *Manilkara littoralis* (Kurz) Dubard, *Pandanus tectorius* Park., *Pongamia pinnata* (L.) Merr. y *T. catappa* (30, 39). En Bengala Occidental (en la India), crece en los bosques costeros en una posición codominante con *E. variegata*, *H. tiliaceus*, *Tamarix troupii* Hole, *Trewia nudiflora* Linn. y *Vitex* spp. (30).

En Malasia peninsular, la emajagüilla crece en las márgenes de los terrenos elevados de los manglares en asociación con *Acanthus* spp., *Brownlowia riedelii*, *Brugiera gymnorhiza* Lam., *Carapa moluccensis* Lam., *C. obovata* Bl., *Cerbera* spp., *Cycas rumphii* Miq., *Daemonorops leptopus* (Griff.) Mart., *Derris uliginosa* Benth., *Heritiera littoralis*, *Hibiscus tiliaceus*, *Intsia retusa* Kuntze, *Lumnitzera coccinea* Wight & Arn., *Nipa fruticans* Thunb., *Podocarpus polystachyus* R.Br. y *Sonneratia acida* L.f. (42). En los bosques costeros en Kenia se encuentra asociada con mayor frecuencia con *H. tiliaceus* y *Sophora* spp. (7).

En Samoa americana, la emajagüilla crece en los bosques litorales junto con *Barringtonia asiatica* (L.) Kurz, *Calophyllum inophyllum*, *Cocos nucifera*, *E. variegata*, *Hernandia nymphaeifolia* (Presl.) Kub., *Hibiscus tiliaceus*, *Pandanus tectorius* y *Pisonia grandis* R. Br. (4). En la Isla de Makatea en el Archipiélago de Tuamotu (Polinesia), crece en los bosques litorales junto con *Calophyllum inophyllum*, *Cordia subcordata* Lam., *Morinda citrifolia* L., *Pandanus* spp., *Tamarindus indica* L., *Terminalia catappa* y *T. littoralis* Seemann. (46). En las Islas Marquesas, la emajagüilla forma unos rodales casi puros en las pendientes costeras secas (14). En los acantilados y en los bosques costeros en la Isla de Niue, la emajagüilla se asocia con *Aleurites moluccana* Willd., *B. asiatica*, *Calophyllum inophyllum*, *Capparis sandwichiana* DC., *Clerodendrum inerme* Gaertn., *Cordia subcordata*, *Guettarda speciosa* Linn., *Hernandia ovigera* Linn., *Leucaena* spp., *Ochrosia parviflora* Hemsl. y *T. catappa* (48).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—En la India, en el Sureste de Asia y en el Pacífico, las flores y los frutos ocurren a través de todo el año (3, 27, 30). En las Indias Occidentales, la florescencia ocurre principalmente desde el mes de abril a través del mes de enero (1, 24).

Las grandes flores acampanadas, de aproximadamente 5 cm de largo y ancho, con pétalos que se extienden parcialmente uno sobre otro, aparecen en pedúnculos robustos de 1.5 a 5.0 cm de largo en la base de las hojas (fig. 2). Las flores están compuestas de un cáliz verde en forma de copa; cinco pétalos oblicuos, redondeados y anchos que son de un color amarillo pálido con una base de tintes morados al principio, volviéndose más tarde de color rosado o morado más intenso; numerosos estambres en una columna de 2.5 cm de largo y un pistilo con un ovario de cinco células con un estilo delgado y cinco estigmas de mayor grosor (21).

Las frutas son unas cápsulas de cinco celdas, redondeadas

pero aplanadas, de 2.5 a 4.0 cm de diámetro y aproximadamente 2 cm de largo, con un cáliz persistente en forma de disco en la base. Las frutas son negras cuando maduras (30). En las Indias Occidentales, las frutas se maduran entre mayo y enero (1, 21) y permanecen prendidas del árbol por un período de tiempo. Una muestra de frutas secadas al horno recolectadas en Puerto Rico promedió 3.30 g por fruta (observación personal del autor). Cada fruta contiene varias semillas de color marrón y vellosas, de 1 cm de largo y 0.6 cm de ancho. Una muestra de 50 frutas recolectadas en Puerto Rico contuvo entre 1 y 11 semillas por fruta o un promedio de 5.72 ± 0.45 semillas por fruta (observación personal del autor).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Las semillas de la emajagüilla son de forma ovoide y de aproximadamente 1 cm de largo. Los pesos reportados para las semillas frescas varían entre 3,500 y 6,700 semillas por kilogramo (11, 30, 41). En otra recolección de semillas en Puerto Rico, el peso promedio de las semillas para una muestra de 200 semillas fue de 0.186 ± 0.002 g o aproximadamente 5,400 semillas por kilogramo (observación personal del autor). Las semillas son probablemente dispersadas por el viento y las aguas cuando aún dentro de las vainas indehiscentes.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación en la emajagüilla es epigea. Las semillas se pueden sembrar sin tratamiento previo alguno sobre o cerca de la superficie en suelos de textura ligera y bien drenados. La germinación en las semillas frescas es de entre el 65 y el 79 por ciento (11, 32; observación personal del autor) y tiene lugar entre 8 días y 9 semanas después de la siembra (11; observación personal del autor). Las plántulas desarrollan una raíz pivotante larga y alambrosa con numerosas raíces laterales finas sin ramificar (32; observación personal del autor). Las plántulas alcanzan un tamaño plantable, aproximadamente 15 cm de altura, alrededor de 3 meses después de la siembra

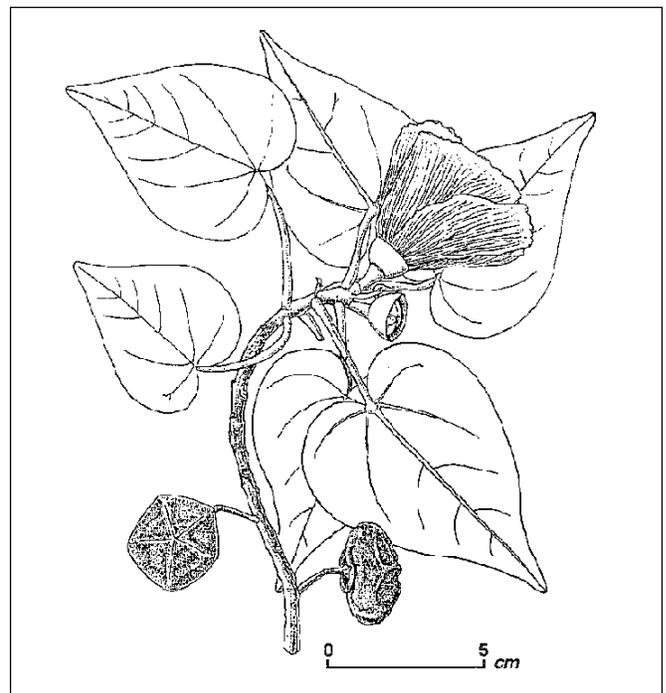


Figura 2.—Follaje, flores y fruta de la emajagüilla, *Thespesia populnea* (21).

(observación personal del autor). Las plantaciones se pueden establecer usando plántulas en tiestos o estacas arraigadas. La regeneración natural es buena en la cercanía de los árboles maduros (observación personal del autor).

Reproducción Vegetativa.—La emajagüilla se propaga vegetativamente con facilidad mediante el uso de estacas de ramas o vástagos de hasta 2 m de largo y 10 cm de diámetro, aunque por lo general se prefieren las estacas de menor diámetro (30).

Eta

Crecimiento y Rendimiento.—A través de la mayoría de su distribución la emajagüilla crece hasta una altura máxima de entre 10 y 18 m, con diámetros a la altura del pecho (d.a.p.) de entre 30 y 60 cm (7, 24, 27, 44). El árbol de emajagüilla más grande encontrado en Puerto Rico midió 11.6 m de altura y 57.6 cm en d.a.p.¹

En unas pruebas de plantación a pequeña escala efectuadas en la isla hawaiana de Oahu en dos sitios de baja elevación con suelos arcillosos, la supervivencia y las tasas de crecimiento en rodales de 5 a 6 años de edad mostraron una diferencia substancial entre los sitios que reciben 500 mm y 700 mm de precipitación anual (43). En el sitio más seco, la supervivencia y el incremento anual promedio en altura fueron del 13 por ciento y 0.36 m por año, respectivamente, comparados con una supervivencia del 93 por ciento y una tasa de crecimiento de 0.60 m por año en el sitio un tanto más húmedo.

Comportamiento Radical.—En las arenas costeras, la emajagüilla desarrolla una raíz pivotante robusta y profunda y numerosas raíces laterales pequeñas y alambrosas, con una densidad relativamente alta de raíces alimentarias finas (observación personal del autor). Los árboles de gran edad no desarrollan contrafuertes.

Reacción a la Competencia.—La emajagüilla es una especie con una alta demanda de luz. A pesar de que las plántulas se pueden establecer y desarrollar bajo una sombra ligera o moderada, su crecimiento tiende a ser más pobre bajo las condiciones sombreadas.

Agentes Dañinos.—Se han reportado varias enfermedades causadas por bacterias y hongos en la emajagüilla dentro de su distribución natural. En la India, estas enfermedades incluyen la pudrición del duramen causada por un hongo, *Fomes pachyphloeus* (35), y la mancha foliar causada por *Phomopsis thespesiae* (23) y *Xanthomonas campestris* pv. *thespesiae* (29). En las Islas Marianas, se ha reportado a *Phellinus noxius* como la causa de la pudrición de las raíces y de la base del árbol (15). En Hawaii, la emajagüilla es susceptible a una mancha foliar fungal causada por *Lophodermium* sp. (40).

En Puerto Rico y las Islas Vírgenes, la emajagüilla es huésped a varias especies de insectos, ninguno de los cuales causa un daño serio (25). Entre estos se incluyen el coleóptero *Hypothenemus ferrugineous* (Hopkins), los hemípteros *Dysdercus andreae* (L.) y *D. sanguinarius neglectus* Doesburg, los homópteros *Saissetia nigra* (Nietner) y *Pinnaspis strachani* (Cooley) y los lepidópteros *Ereunetis miniscula*

(Walsingham) y *Pectinophora gossypiella* (Saunders). A excepción de *S. nigra* y *Pinnaspis strachani*, todos estos insectos se alimentan de las frutas y las semillas.

En algunos países productores de algodón en su área de distribución natural, se recomienda enfáticamente el evitar plantar la emajagüilla, ya que se sabe que es un huésped alterno para varias plagas del algodón económicamente dañinas (2, 3). Entre éstas se incluyen el gorgojo del algodón, *Anthonomus grandis grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) (22, 28); el insecto rojo del algodón, *Dysdercus cingulatus* Fab. (Hemiptera: Pyrrhocoridae) (2, 33); el insecto fusco del algodón, *Oxycarenus laetus* Kirby (Heteroptera: Lygaeidae) (38) y el cosmopterígido *Pyroderces simplex* Walsingham (Lepidoptera: Momphidae) (26).

USOS

La albura de la emajagüilla es de color marrón claro, a veces con franjas rojas, y fácilmente distinguible del duramen, el cual es de marrón rojizo oscuro a color chocolate y a menudo con vetas o franjas (31, 34). La madera tiene una textura moderadamente fina, tiene un lustre más bien escaso, carece de olor y es firme y fuerte con una fibra de recta a variable. Es moderadamente pesada, con un peso específico de 0.55 a 0.89 g por cm³ secada al aire (6, 34). La degradación durante el secado es poca, debido al poco encogimiento de la madera (34). La madera, ya sea verde o seca, es fácil de trabajar a mano o con herramientas eléctricas y se le considera como una de las mejores maderas y de las más fáciles de trabajar para las artesanías en Hawaii (34). La madera se seca bien, se puede acabar hasta un pulido muy fino y es altamente durable (31, 34). Tiene una reputación de ser muy resistente a la descomposición y a las termitas de la madera seca (34).

A pesar de que los maderos de emajagüilla tienen poco valor en el área del Caribe debido a su pequeño tamaño, es apropiada para muebles y ebanistería y se le usa para esos propósitos en el Asia tropical y en el Pacífico (12, 31, 34). En la India, la madera se usa también para implementos agrícolas, en la manufactura de ruedas, botes y juguetes y para accesorios en la industria del tejido (30). En muchas partes del Pacífico se le considera como un árbol sagrado y se le planta a menudo cerca de los templos (3).

En la India y en otras regiones del Asia tropical, muchas partes de la emajagüilla se usan en la medicina tradicional (30). Las frutas, las hojas y las raíces se aplican externamente en el tratamiento de la sarna, eccemas, la psoriasis y otras enfermedades de la piel (5). El jugo de las hojas y el jugo acre y amarillo de las frutas se usan como una cataplasma para el tratamiento de las enfermedades de la piel, para remover verrugas y matar los piojos (3, 8, 42). La pulpa de la fruta fresca y una cocción de las hojas se usan en algunas regiones para el tratamiento de los dolores de cabeza (42). Los extractos de la raíz se usan como un tónico y un extracto de la corteza astringente se ingiere como una alternativa en el tratamiento de la disentería, las hemorroides y las enfermedades de la piel (5, 8). El jugo extraído del tallo se usa en algunas partes de la India para el tratamiento de las herpes (8). En Malasia, los productos medicinales derivados del duramen se utilizan en el tratamiento de la pleuresía y del cólera (42).

En las Indias Occidentales se reporta que las hojas y las raíces se utilizan para controlar la presión arterial alta. Una

¹Registro de árboles campeones de Puerto Rico. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

infusión de la corteza y el aceite obtenido de las cápsulas de las semillas se usan externamente para el tratamiento de la sarna. Las hojas se usan como un emoliente y una cocción de las raíces y las semillas se usa para tratar las enfermedades de la piel (20).

El aceite viscoso extraído de las semillas puede ser usado para lámparas (9). El jugo amarillo naranja extraído de la madera mediante su inmersión en agua se usa para teñir la lana en el Asia del Sur y del Sudeste (3, 9). La corteza es rica en taninos y se usa para curtir cuero en muchas partes del mundo (30). La corteza interior de las ramas y de los tallos jóvenes contiene una fibra correosa que es útil en la manufactura de cordaje y bolsas, a pesar de que es inferior en calidad a la corteza de *Hibiscus tiliaceus*, de uso más común (3, 9, 31, 34). La corteza se usa también para el calafateo de botes en el Asia tropical y en el Pacífico (3, 9). Las hojas son una buena fuente de forraje para el ganado y se usan como abono orgánico verde en los cultivos de arroz en la India (30). En Malasia y la India, las hojas y las yemas tiernas se comen a veces, ya sea crudas o hervidas, como un vegetal (3, 33).

GENETICA

El género *Thespesia* incluye alrededor de 15 especies de árboles y arbustos distribuidos a través de los trópicos (44). *Thespesia populneoides* (Roxb.) Kosteletsky, una especie nativa a las costas continentales e insulares del Océano Índico e introducida al África Occidental, Brasil y Guyana, ha sido hasta hace poco considerado como conoespecífica con *T. populnea* (10). Se distingue de *T. populnea* por sus frutas dehiscentes, sus largos pedúnculos y un seno amplio en la base de las hojas, y sus hojas de tono bronceado. Un sinónimo botánico de *T. populnea* es *Hibiscus populneus* Linn. (30). *Thespesia populnea* es una especie diploide con 26 cromosomas (18).

LITERATURA CITADA

- Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
- Beeson, C.F.C. 1953. The ecology and control of the forest insects of India and the neighboring countries. 2ª ed. New Delhi: Government of India Press. 767 p.
- Browne, F.G. 1955. Forest trees of Sarawak and Brunei and their products. Kuching, Malaysia: F.W. Lane. 369 p.
- Cole, Thomas G.; Whitesell, Craig D.; Whistler, W. Arthur [y otros]. 1988. Vegetation survey and forest inventory, American Samoa. Resour. Bull. PSW-25. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 14 p. + 4 mapas.
- Chopra, R.N.; Nayar, S.L.; Chopra, I.C. 1956. Glossary of Indian medicinal plants. New Delhi: Council of Scientific and Industrial Research. 330 p.
- Chowdhury, K.A.; Ghosh, S.S. 1958. Indian woods. Delhi: Manager of Publications. 304 p. Vol. 1.
- Dale, Iván R.; Greenway, P.J. 1961. Kenya trees and shrubs. Nairobi: Buchanan's Kenya Estates, Ltd. 654 p.
- Dastur, J.F. 1962. Medicinal plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons and Co. 212 p.
- Dastur, J.F. 1964. Useful plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons and Co. 185 p.
- Fosberg, F.R.; Sachet, M.H. 1972. *Thespesia populnea* (L.) Solander ex Correa and *Thespesia populneoides* (Roxburgh) Kosteletsky (Malvaceae). Smithsonian Contributions to Botany 7. Washington, DC: Smithsonian Institution. 13 p.
- Francis, John K.; Rodríguez, Alberto. 1993. Seeds of Puerto Rican trees and shrubs: second installment. Res. Note SO-374. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
- Glassman, Sidney F. 1952. The flora of Ponape. Bull. 209. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum Press. 152 p.
- Gooding, E.G.B. 1974. The plant communities of Barbados. Bridgetown, Barbados: Government Printing Office. 243 p.
- Halle, F. 1978. Arbres et forêts des Iles Marquises. Cahiers du Pacifique. 21: 315-357.
- Hodges, C.S.; Tenorio, J.A. 1984. Root diseases of *Delonix regia* and associated tree species in the Marianas Islands caused by *Phellinus noxius*. Plant Disease. 68(4): 334-336.
- Hoffman, José A.J. 1975. Climatic atlas of South America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartografía. 6 p.
- Holdridge, Leslie H. 1967. Life zone ecology. Ed. rev. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
- Krishnappa, D.G.; Geetha, K.S. 1977. Cytotaxonomical studies in the genus *Thespesia*. Proceedings of the Indian Academy of Sciences. 85B(3): 156-159.
- Lane-Poole, C.E. 1925. The forest resources of the Territories of Papua and New Guinea. Canberra, Australia: H.J. Green. 209 p.
- Liogier, Henri Alain. 1990. Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. San Juan, PR: Iberoamericana de Ediciones. 563 p.
- Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
- Lobaton, G.V.; García, C.I. 1981. Algunos aspectos de la biología del algodonero *Anthonomus grandis* Bohem. En: Seminario de la Sociedad Colombiana de Entomología; 1980 November 22; Montería, Colombia. Bogotá, Colombia: Sociedad Colombiana de Entomología: 1-9.
- Luke, P.; Reddy, C.N. 1979. A new leafspot disease of *Thespesia populnea* Corr. (L.) Soland. ex Corr. Current Science. 48(13): 590-591.
- Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
- Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
- Naresh, J.S.; Balan, J.S. 1984. Observations on *Pyroderces simplex* Walsingham (Lepidoptera: Momphidae) in Harayana. Indian Journal of Entomology. 46(3): 368-370.
- Neal, Marie C. 1965. In gardens of Hawaii. Publicación Especial 50. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum Press. 924 p.

28. Parrott, W.L.; McKibben, G.H.; Robbins, J.T.; Villavaso, E.J. 1989. Feeding response of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) to ester extracts of host plants. *Journal of Economic Entomology*. 82(2): 449-453.
29. Patil, A.S.; Kulkarni, Y.S. 1981. A new bacterial leafspot disease of *Thespesia populnea* Sol. ex Corr. *Current Science*. 50(23): 1040-1041.
30. Rashid, M.A., ed. 1975. *The silviculture of Indian trees*. Ed. rev. New Delhi: Government of India Press. 307 p. Vol. 1.
31. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. *Timbers of the New World*. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
32. Ricardi, M.; Torres, F.; Hernández, C.; Quintero, R. 1977. Morfología de plántulas de árboles Venezolanos—parte 1. *Revista Forestal Venezolana*. 27: 15-56.
33. Singh, Zile; Purohit, M.L. 1972. A new record of an alternate host plant of the red cotton bug, *Dysdercus cingulatus* Fab. *Indian Journal of Entomology*. 34(3): 256-257.
34. Skolmen, Roger G. 1974. Some woods of Hawaii: properties and uses of 16 commercial species. Gen. Tech. Rep. PSW-8. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 30 p.
35. Soni, K.K.; Kalyani, K.B.; Dhanushkoti, T. 1989. Occurrence of heart rot disease in *Thespesia populnea* Cav. *Myforest*. 25(1): 89-90.
36. Steinhauser, F. 1979. *Climatic atlas of North and Central America*. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartografía. 8 p.
37. Stoffers, A.L. 1956. *The vegetation of the Netherlands Antilles*. 15: Studies on the flora of Curacao and other Caribbean islands. The Hague, Netherlands: Martinus Nijhoff. 142 p. Vol. 1.
38. Thangavelu, K. 1978. Some aspects of host specificity in the Indian dusky cotton bug, *Oxycarenus laetus* Kirby (Heteroptera: Lygacidae). *Journal of Natural History [India]*. 12(5): 481-486.
39. Troup, R.S. 1921. *The silviculture of Indian trees*. Oxford, UK: Clarendon Press. 1195 p. 3 vol.
40. U.S. Department of Agriculture. 1960. *Index of plant diseases in the United States*. Agric. Handb. 165. Washington, DC. 531 p.
41. Von Carlowitz, Peter G. 1986. *Multipurpose tree and shrub seed directory*. Nairobi: International Council for Research in Agroforestry. 265 p.
42. Watson, J.G. 1928. *Mangrove forests of the Malay peninsula*. Malayan Forest Records 6. Singapore: Fraser and Neeve, Ltd. 275 p.
43. Whitesell, C.D.; Walters, G.A. 1976. Species adaptability trials for man-made forests in Hawaii. Res. Pap. PSW-118. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 30 p.
44. Whitmore, T.C., ed. 1972. *Tree flora of Malaya*. Vol. 1. Malayan Forest Records 26. London: Longman. 471 p.
45. Wilder, Gerrit P. 1931. *The flora of Rarotonga*. Bull. 86. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum Press. 113 p.
46. Wilder, Gerrit P. 1934. *The flora of Makatea*. Bull. 120. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum Press. 49 p.
47. Woodbury, Roy O.; Marriott, Bernadette M. [En prensa]. A description of the flora of Cayo Santiago, Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*.
48. Yuncker, T.G. 1943. *The flora of Niue Island*. Bull. 178. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum Press. 126 p.
49. Yuncker, T.G. 1945. *Plants of the Manua Islands*. Bull. 184. Honolulu, HI: Bernice P. Bishop Museum Press. 73 p.

Zanthoxylum flavum Vahl

Aceitillo, yellow-sanders

Rutaceae

Familia de la ruda

John K. Francis

Zanthoxylum flavum Vahl, conocido comunmente como aceitillo, yellow-sanders, West Indian satinwood y noyer (5), es un árbol de tamaño mediano con un tronco recto (fig. 1), una corteza muy dura, una copa estrecha y una pequeña cantidad de follaje. Su bello duramen de color amarillo tiene un alto contenido de aceite y una fragancia de coco duradera. Debido al valor comercial de su madera, la especie ha sido reducida a unos escasos individuos esparcidos y raros a través de su distribución natural.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El área de distribución natural (fig. 2) del aceitillo incluye a Bermuda, las Bahamas, Cuba, Jamaica, la islas de Española, Puerto Rico, Anguilla, St. Martin, St. Barts, Barbuda, Antigua, Guadeloupe y Marie Galante (3, 5). La especie está presente, pero es muy rara, en los Cayos de la



Figura 1.—Un árbol de aceitillo, *Zanthoxylum flavum*, de 54 años de edad creciendo en una plantación en Puerto Rico.

Florida, a excepción de Key West, en donde ya no se le encuentra (4). Se le ha reportado también en St. Lucia y Bonaire (5). A pesar de que el aceitillo fue reportado hace mucho tiempo en St. John, Islas Vírgenes de los Estados Unidos (5), no se le encontró durante un censo reciente en esa isla (15).

Clima

El aceitillo tolera una variación relativamente amplia en la temperatura anual promedio, desde 21 °C en Bermuda, hasta 27 °C en el extremo sur de su distribución (12). Sin embargo, a través de su distribución existe una variación relativamente pequeña entre las temperaturas de verano e invierno. La precipitación anual promedio en diferentes partes de la distribución de la especie varía entre alrededor de 850 y 2500 mm por año, aproximadamente la misma variación encontrada en Puerto Rico (1). Sin embargo, algunas porciones de su distribución reciben una precipitación bien distribuida a través del año, mientras que otras sufren una temporada seca de hasta 2 meses de duración. Las heladas no ocurren en su área de distribución.

Suelos y Topografía

En Puerto Rico, el aceitillo crece en suelos derivados de piedra caliza, serpentina, piedra de limo y varios tipos de rocas volcánicas e ígneas. Estos suelos por lo usual son arcillas, arcillas margosas, margas y margas arcillosas arenosas con unos valores de pH de alrededor de 4.5 a 8.0. El aceitillo es probablemente capaz de crecer en suelos con una

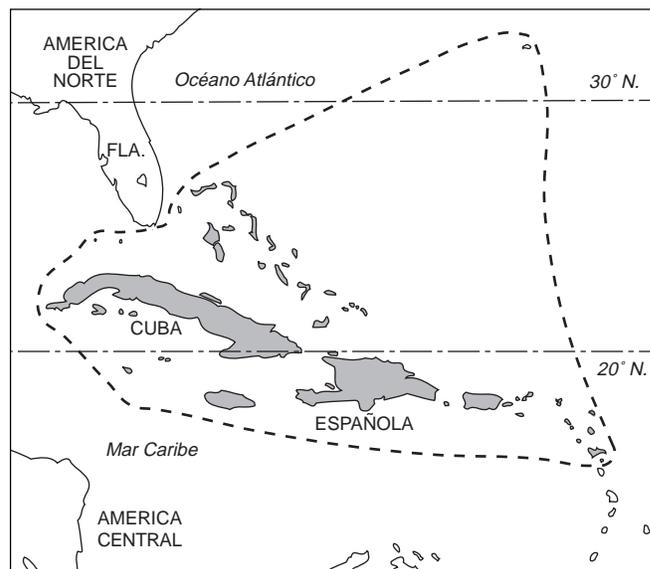


Figura 2.—La distribución natural del aceitillo, *Zanthoxylum flavum*, se encuentra encerrada por la línea punteada.

variedad de texturas. A pesar de que la experiencia en las plantaciones indica que la especie crece bien en los suelos profundos, bien drenados y fértiles, el aceitillo en los bosques naturales sobrevive solamente en las cimas rocosas y en los suelos muy pobres debido a su lento crecimiento. No se le ha reportado en los suelos pobremente drenados y se asume que no tolera las condiciones saturadas. Unos árboles de esta especie han sido observados creciendo desde cerca del nivel del mar hasta una elevación de 800 m. Todos los aspectos y pendientes son adecuados como hábitats para el aceitillo.

Cobertura Forestal Asociada

El aceitillo se puede encontrar en los bosques secos subtropicales en piedra caliza porosa, en rodales dominados por *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Exostema caribaeum* (Jacq.) Schult. & L., *Gymnanthes lucida* Sw., *Pictetia aculeata* (Vahl) Urban, *Pisonia albida* (Heimerl) Britton ex Standl. y *Thouinia striata* Radlk. (9). En las cimas rocosas serpentinadas en los bosques subtropicales muy húmedos en Puerto Rico, el aceitillo crece en asociación con *Clusia clusoides* (Griseb.) D'Arcy, *C. rosea* Jacq., *Coccoloba swartzii* Meissn & DC, *Micropholis garciniaefolia* Pierre, *Neolaugeria resinosa* (Vahl) Nichols., *Podocarpus coriaceus* L.C. Rich y *Prestoea montana* (R.Graham) Nichols (observación personal del autor). En Barbuda se le observó también en una comunidad vegetal dominada por *Canella winterana* (L.) Gaertn., *Guaiacum officinale* L. y *Haematoxylum campechianum* L. que había sido sumamente alterada por el forraje excesivo (observación personal del autor).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El aceitillo produce flores principalmente del invierno al verano y produce frutas de la primavera hasta el otoño (5). Las flores y frutas aparecen en agrupaciones (panículas) muy ramificadas, de 5 a 12 cm de largo. El aceitillo es dioico, presentando flores masculinas y femeninas en árboles separados. Las frutas son unas vainas pequeñas de aproximadamente 6 mm de diámetro que se rajan por la mitad a la madurez y liberan una semilla negra y brillante de aproximadamente 3 mm de diámetro (5).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Dos lotes de semillas de Puerto Rico que habían sido severamente atacadas por los insectos promediaron 36,000 y 44,000 semillas por kilogramo. El cinco por ciento de las semillas en el primer lote germinaron, comenzando 30 días después de la siembra (6). Las semillas secadas al aire de otros dos lotes de semillas recolectados por el autor promediaron 66,000 y 47,000 semillas por kilogramo. En el primer lote, el 79 por ciento de las semillas había sido dañado por los insectos. El segundo fue recolectado de árboles que habían sido rociados con insecticida y se encontró libre de daño; sin embargo, la germinación de ambos lotes fue un fracaso (observación personal del autor). Otro lote de semillas recolectado unos pocos días después a partir de los mismos árboles rociados con insecticida germinaron en un 60 a un 70 por ciento en un vivero y de 12 a 20 por ciento en otro; el período desde la siembra hasta el comienzo de la germinación fue de 48 días.¹ Un árbol creciendo a campo abierto produce una cantidad

relativamente abundante de semillas (estimada entre 10,000 a 100,000) por cada ciclo floral. Se asume que los vectores de la dispersión son las aves y los murciélagos que se alimentan de semillas, al igual que con *Z. martinicense* (Lam.) DC. (2).

Desarrollo de las Plántulas.—Debido ya sea a la carencia de semillas viables, la falta de semilleros naturales adecuados o la competencia con otra vegetación, las plántulas y los brinzales del aceitillo son muy raros en estado silvestre en Puerto Rico (observación personal del autor). Las plántulas se desarrollan con lentitud, incluso bajo condiciones de vivero. Se requiere de aproximadamente 1 año para producir plántulas de 30 a 50 cm de alto en bolsas plásticas de vivero.¹ Un total de 277 plántulas de aceitillo, plantadas en los cerros de piedra caliza del norte de Puerto Rico, promediaron 2.7 m de altura a los 5 años (observación personal del autor). Se estimó que la supervivencia varió del 60 al 80 por ciento.

Reproducción Vegetativa.—Las plántulas, los brinzales y los árboles (de por lo menos tamaño de poste) rebrotarán al ser cortados. No se ha reportado ningún esfuerzo de arraigar o injertar estacas de aceitillo.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—Una pequeña plantación en el Bosque Estatal de Guajataca, en Puerto Rico, fue establecida en 1938 y los árboles han sido medidos en cuanto a su diámetro seis veces desde su establecimiento. Los resultados de estas mediciones muestran una baja tasa de crecimiento en diámetro (fig. 3). A los 11 años, la plantación contuvo 68 árboles dominantes y codominantes y promedió 6.6 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) o una tasa de crecimiento anual promedio de aproximadamente 0.6 cm (13). Durante los siguientes 40 años, el crecimiento promedió aproximadamente 0.4 cm por año. Del total de 54 árboles sobrevivientes, el d.a.p. y alturas promedios de los 13 dominantes y codominantes fueron de 22.9 cm y 20.2 m.² La proyección de la tasa de crecimiento de las últimas cuatro décadas a un tamaño comercial mínimo de 25 cm, indica una rotación de por lo menos 60 años. Los árboles en otras dos plantaciones en el mismo bosque, de 53 y 54 años de edad, promediaron 17.7 y 16.9 cm en d.a.p. y 21.1 y 16.9 m de altura (observación personal del autor). Estas tasas de crecimiento son probablemente mucho mayores que aquellas que se pueden esperar de rodales naturales en los sitios muy rocosos.

Los árboles de aceitillo no alcanzan un gran tamaño. Una referencia indica unos diámetros máximos de 50 cm en d.a.p. (10). El árbol de aceitillo de mayor diámetro conocido en Puerto Rico mide 37 cm en d.a.p. y tiene una altura de 15 m.³ En algunos hábitats, la especie crece como un arbusto (10). Debido a que los árboles de menos de 23 cm en d.a.p. no han desarrollado suficiente duramen como para tener un valor comercial, no se recomienda la corta de los árboles con menos de 25 cm en d.a.p. (11).

¹Rafael Rivera. [s.f.], Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, San Juan, PR 00902-4747. Comunicación personal con el autor.

²Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

³Registro de árboles campeones de Puerto Rico. Archivado en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

Comportamiento Radical.—Las nuevas raíces son muy finas y se ramifican en abundancia. Se engruesan en pocos días y se vuelven corchosas, pero permanecen un tanto frágiles. Los contrafuertes en los árboles maduros de aceitillo son muy pequeños o se encuentran ausentes por completo.

Reacción a la Competencia.—Debido al crecimiento relativamente lento de las plántulas de aceitillo, las nuevas plantaciones necesitan de protección contra las malas hierbas y la maleza por un período de 3 a 5 años. La especie tiene una estatura relativamente corta. En los sitios fértiles será probablemente cubierta por las especies forestales secundarias de rápido crecimiento si no son controladas. Los rodales naturales de aceitillo solamente tienen éxito en los sitios muy difíciles, tales como las crestas rocosas con poco suelo, los suelos serpentinos rocosos y los sitios forestales secos en pendientes y cimas en donde los árboles en competencia son escasos y de poca estatura. Un área basal total (de tallos de 5 cm de diámetro o más) de 5.4 m² por ha se observó en un bosque subtropical seco conteniendo aceitillo (9). Las áreas basales de las parcelas en plantaciones de 53 y 54 años de edad en Puerto Rico fueron de un total de 18.7 y 26.3 m² por ha, incluyendo a los árboles forestales secundarios invasores (observación personal del autor).

Agentes Dañinos.—Los árboles de aceitillo tienen por lo usual una forma excelente, pero los árboles viejos pueden sufrir de una pudrición del duramen y de rodetes que se originan de las heridas. El gorgojo de las semillas, *Apion martinizi* Marshall, tiene un serio efecto ecológico sobre la especie (8) debido a que destruye la mayor parte de las semillas en la mayoría de los años. El barrenador de los

troncos, *Leptostylus argentatus* Jacquelin-Duval (Coleoptera), puede causar la muerte de algunos árboles, la degradación de los maderos y la introducción de los hongos que causan la pudrición del duramen. Otras especies de insectos se han recolectado del follaje, troncos y ramas del aceitillo, pero aparentemente no causan un daño serio. La madera del aceitillo es resistente al ataque por la termita de la madera seca de las Indias Occidentales, *Cryptotermes brevis* (Walker) (8, 14). A pesar de que no se ha sometido a pruebas, el duramen del aceitillo parece ser resistente a la descomposición tanto en posiciones enterradas como expuestas.

USOS

La albura del aceitillo varía desde casi blanca hasta un amarillo pálido. El duramen tiene una textura fina, con una sensación y apariencia aceitosa; una fibra ondulada muy bella, y un color cremoso o dorado. El duramen recién trabajado despiden un fuerte olor a coco. Una muestra de madera cortada de un árbol muerto en Barbuda retuvo su lustre, su textura aceitosa y un ligero olor a coco por 6 años después de ser cortada. El autor ha usado la virutas de la madera de aceitillo como poutpurri. La fragancia resultante es fuerte, placentera y duradera. El duramen es duro y pesado y tiene un peso específico de aproximadamente 0.90 g por cm³ (probablemente secada al aire) (10). Una muestra de duramen secada al horno de un árbol en Barbuda tuvo un peso específico de 0.78 g por cm³ (observación personal del autor). Anteriormente, el aceitillo fue usado para la manufactura de muebles finos y para la ebanistería, las incrustaciones de madera, los artículos torneados, espejos de mano y cepillos. El uso de la madera rolliza del aceitillo para el tallado en madera no ha sido muy exitoso debido a la tendencia de las piezas acabadas a rajarse a medida que se secan (11). La madera se encontró en tan alta demanda para la exportación en el pasado que las existencias se vieron agotadas a través de la mayoría de su distribución alrededor del comienzo del siglo. Todavía en 1920 los tocones y las raíces de los árboles previamente cortados se estaban recolectando y exportando en Puerto Rico (5). El pequeño volumen de la madera que penetra el mercado hoy en día se usa para artesanías y para reparar muebles antiguos hechos de la madera de esta especie.

Las semillas de aceitillo probablemente contribuyen a la dieta de aves que se alimentan de semillas en las áreas en donde crece la especie. Las flores atraen un gran número de abejas de miel (5, observación personal del autor). La especie está siendo usada de manera limitada como una ornamental y crece bien en suelos de baja calidad en patios y las franjas de terreno en las aceras. Su baja tasa de crecimiento, tamaño moderado y follaje verde oscuro hacen que se recomiende como una ornamental en las áreas urbanas.

GENETICA

Zanthoxylum es un género de alrededor de 300 especies en áreas templadas y tropicales a nivel mundial (3). *Zanthoxylum flavum* se conoce también por el sinónimo *Fagara flava* (Vahl) Krug & Urban (3).

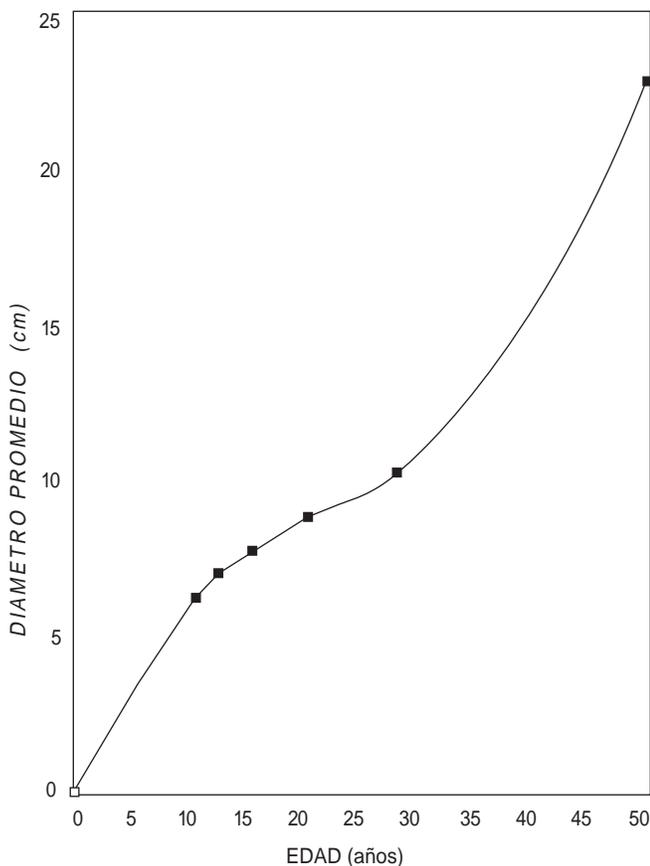


Figura 3.—Crecimiento promedio en el diámetro de dominantes y codominantes de aceitillo, *Zanthoxylum flavum*, en una plantación en Puerto Rico.

LITERATURA CITADA

1. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and U.S. Virgin Islands. Climatography of the U.S. No. 60-52. Silver Springs, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Service Administration, Environmental Data Service. 29 p.
2. Francis, John K. 1991. *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC. Espino rubial. Res. Note SO-ITF-SM-42. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
3. Howard, Richard A. 1988. Flora of the Lesser Antilles: Leeward and Windward Islands. Jamaica Plain, MA: Harvard University, Arnold Arboretum. 673 p. Vol. 4.
4. Little, Elbert L., Jr. 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized). Agric. Handb. 541. Washington, DC: United States Department of Agriculture. 375 p.
5. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
6. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10: 11-30.
7. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. Caribbean Forester. 11(3): 107-147.
8. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
9. Murphy, Peter G.; Lugo, Ariel E. 1986. Structure and biomass of a subtropical dry forest in Puerto Rico. Biotropica. 18(2): 89-96.
10. Record, Samuel J.; Hess, Robert W. 1943. Timbers of the New World. New Haven, CT: Yale University Press. 640 p.
11. Schiffino, José. 1945. Riqueza forestal dominicana. Publicaciones de la Secretaría de Estado de Agricultura, Industria y Trabajo. Trujillo, República Dominicana: Editorial Montalvo. 291 p. Vol. 1.
12. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartographia. 31 mapas.
13. Tropical Forest Experiment Station. 1952. Twelfth annual report. Caribbean Forester. 13(1): 1-21.
14. Wolcott, George N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* (Walker). Caribbean Forester. 7(4): 329-334.
15. Woodbury, Roy; Weaver, Peter L. 1987. The vegetation of St. John and Hassel Island, U.S. Virgin Islands. Res./Resour. Mangt. Rep. SEA-83. Atlanta, GA: U.S. Department of Interior, National Park Service. 101 p.

Previamente publicado en inglés: Francis, John K. 1997. *Zanthoxylum flavum* Vahl. Aceitillo, yellow-sanders. SO-ITF-SM-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.

Zanthoxylum martinicense (Lam.) DC.

Rutaceae Familia de la ruda

John K. Francis

Zanthoxylum martinicense (Lam.) DC., conocido como espino rubial en Puerto Rico (15), pino macho en la República Dominicana (28), ayúa en Cuba (25), yellow hercules en Jamaica (27), y bosú en Venezuela (29), es un árbol de tamaño mediano de bosques secundarios húmedos. La especie, común en la mayoría de su área de distribución en las Indias Occidentales, posee troncos largos libres de ramificaciones (fig. 1) con espinas grandes dispersas y de forma cónica. Los árboles tienen copas ralas con hojas compuestas en forma pinada y de color verde claro. A pesar de que la madera tiene muchos usos, no se utiliza o conoce extensamente debido a que no es abundante y porque carece de cualidades excepcionales.



Figura 1.—Espino rubial, *Zanthoxylum martinicense*, creciendo en Puerto Rico.

Espino rubial

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El espino rubial crece en los bosques de las Antillas Menores y Mayores (12), Trinidad y Tobago (18), el este de Venezuela (29) y probablemente Guyana (fig. 2). Su área de distribución natural se extiende desde la latitud 5° N. hasta la 23° N., y desde la longitud 60° E. hasta la 85° E. No existen reportes que indiquen que la especie se haya naturalizado fuera de su área de distribución natural.

Clima

El espino rubial se encuentra por su mayor parte restringido a bosques húmedos en donde la precipitación anual promedio es de entre 1000 y 2000 mm y a bosques muy húmedos, en donde la precipitación anual promedio alcanza alrededor de 3000 mm. Se le puede también encontrar en micrositios húmedos (tales como los lechos de arroyos) en los bosques secos (con menos de 1000 mm de precipitación anual promedio). La precipitación puede encontrarse distribuida de manera uniforme tal como en ciertos hábitats de tierras altas en las Antillas, o puede haber una estación seca muy marcada de 3 a 5 meses de duración, como en Venezuela (29). Las temperaturas promedio en enero y julio son de cerca de 23 y 27 °C, respectivamente (26). En el norte de la América del Sur, las temperaturas mensuales promedio varían muy poco de mes a mes, variando entre 22 y 26 °C, dependiendo de la elevación (10).

Suelos y Topografía

El espino rubial es más común en suelos arcillosos (18), tanto aquellos derivados de piedra caliza, que tienden a ser

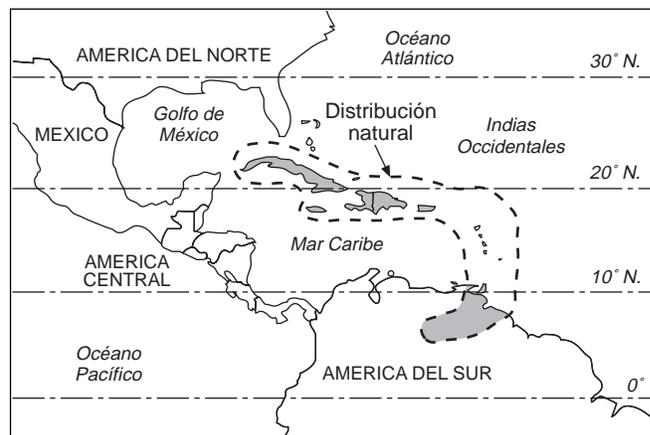


Figura 2.—Distribución natural del espino rubial, *Zanthoxylum martinicense*, en las Indias Occidentales y la América del Sur.

poco profundos y pedernalinos (9) como aquellos derivados de rocas ígneas. La especie crece también en los suelos aluviales en los lechos de los ríos (19, 23) y en las arenas costeras (8). A pesar de que la especie coloniza varios órdenes de suelo, las dos en las que el espino rubial prevalece con mayor frecuencia son los Ultisoles e Inceptisoles. Los tipos de suelo colonizados en Puerto Rico indican que la especie tolera un intervalo de pH de entre 5.0 y 8.0, aproximadamente. A pesar de que el espino rubial está adaptado a las arcillas condiciones anaeróbicas comunes en en hábitats húmedos, no crece en suelos con drenaje muy pobre (es decir, los que están saturados hasta la superficie la mayor parte del año) (observación personal del autor). La especie se puede encontrar creciendo desde cerca del nivel del mar hasta alrededor de 600 m de altitud en Puerto Rico, hasta los 900 m de altitud en Cuba (25) y en pendientes que varían desde las llanas hasta las escarpadas. Al presente, muchos de los árboles de espino rubial se pueden encontrar creciendo en fincas abandonadas, que a menudo están erosionadas y empobrecidas con respecto a los nutrientes disponibles.

Cobertura Forestal Asociada

En las montañas de Trinidad en Cuba, el espino rubial crece junto a *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Cedrela odorata* L., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Hibiscus* sp., *Magnolia cubensis* Urb., *Prunus occidentalis* Sw. y *Swietenia mahagoni* Jacq. (25). Un bosque húmedo siempreverde costero en Puerto Rico con espino rubial estuvo dominado por *Bucida buceras* L., *Calophyllum brasiliense* Jacq., *Mammea americana* L., *Sideroxylon foetidissimum* Jacq. y *Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Chev. (8). En un bosque méxico entre cerros de piedra caliza en Puerto Rico, el espino rubial fue una de las especies codominantes, además de *Cinnamomum elongatum* Nees (Koskrm.), *Spondias mombin* L., *Inga laurina* (Sw.) Willd. y *G. guidonia* (4). En Trinidad y Tobago, el espino rubial crece en el tipo de bosque *Carapa guianensis* Aubl.-*Lecythis laevifolia* Griseb.-*Sabal mauritiformis* Gr. et Wendl. y en el tipo de bosque *Trichilia oblanciolata* Rusby-*Brosimum alicastrum* Sw., aunque no es común en ninguno de estos dos tipos de bosque (18).

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—El espino rubial produce agrupaciones florales densas (panículas) de 5 a 15 cm de largo y de cerca del mismo ancho, que por lo usual se encuentran en una posición terminal en las ramas (15, 18). Las flores individuales, de color blanco verdusco, son pequeñas, de 3 a 4 mm de diámetro (13). La especie es dioica, con flores masculinas y femeninas en diferentes árboles. Se ha reportado que el espino rubial florece y produce fruta a través de casi todo el año en la República Dominicana (13), que en Cuba florece de abril a mayo y produce fruta de agosto a noviembre (9), y que en Puerto Rico florece y produce fruta de la primavera al otoño (15). Se reporta que las semillas maduran en septiembre en Trinidad y Tobago (18). Un grupo de árboles de un bosque húmedo en Puerto Rico floreció en abril y las semillas se recolectaron de estos árboles en agosto.

Se requieren aparentemente 4 meses para que las semillas crezcan y maduren. Cuando secas, las frutas coriáceas y de color marrón se rajan a lo largo de cinco folículos para liberar una sola semilla lisa, redonda y negra de cerca de 3 mm de diámetro (15).

Producción de Semillas y su Diseminación.—Una muestra de semillas recolectadas en Puerto Rico y secadas al aire promedió 0.0133 ± 0.0002 g por semilla, o alrededor de 75,000 semillas por kilogramo (observación personal del autor). Las semillas se pueden recolectar fácilmente de los árboles al cortar las panículas que se hayan tornado color marrón. Después de algunos días de ser secadas al aire, las frutas se abren y liberan sus semillas. Se reporta que las semillas son dispersadas por las aves y los murciélagos (18) y que son transportadas con regularidad a nuevos sitios.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación es epigea, comenzando aproximadamente 40 días después de la siembra de semillas no escarificadas. Solamente un 5 por ciento germinó en un lote de semillas en Puerto Rico (observación personal del autor). No se sabe si la razón fue un bajo grado de viabilidad o si la escarificación hubiera producido mejores resultados. En otra prueba en Puerto Rico, se obtuvo una germinación del 5 por ciento para *Z. flavum* Vahl (17). Estos últimos resultados pobres se atribuyeron a los gorgojos.

Las plántulas recién emergidas son muy pequeñas (<1 cm de alto) y delicadas. Al principio crecen lentamente, pero crecen con rapidez después de alrededor de tres meses. La experiencia muy limitada sugiere que las plántulas cultivadas en bolsas de vivero (fig. 3) están listas para plantar aproximadamente 7 meses después de la germinación de las semillas, cuando tienen de 0.3 a 0.5 m de alto (observación personal del autor).

En los bosques de Puerto Rico, las plántulas de espino rubial nunca son numerosas, ya sea bajo árboles produciendo semillas o en los claros. Sin embargo, las plántulas son



Figura 3.—Plántula de espino rubial, *Zanthoxylum martinicense*, lista para ser plantada.

resistentes y agresivas, y solamente unas pocas son necesarias para perpetuar la especie en un área. No existen reportes sobre intentos de regenerar la especie de manera natural o artificial. Se sugieren para la regeneración del espino rubial los siguientes tratamientos silviculturales: selección de grupos, tala rasa a pequeña escala y cortes sucesivos no intensos, con perturbaciones en el suelo forestal que imiten las situaciones en las que el espino rubial se regenera en la naturaleza. Después de la aparición de las plántulas, éstas se podrán beneficiar del desyerbado, aunque puede ser que esto no sea siempre necesario. Si el objetivo es el establecimiento de plantaciones, la mejor estrategia sería el uso de plántulas en tiestos. Podría ser beneficioso el efectuar pruebas con material vegetativo cuyas raíces se encuentren expuestas o con plantas con la parte superior removida. Se han obtenido resultados satisfactorios con espaciamientos iniciales de 3 m en varias especies parecidas al espino rubial.

Reproducción Vegetativa.—Los brinzales y aquellos con tamaño de postes pequeños rebrotan fácilmente (observación personal del autor); sin embargo, se desconoce si los árboles grandes puedan rebrotar. Parece ser que la reproducción por rebrotes no es un método importante para la reproducción. La reproducción por vástagos radicales no se han encontrado en la literatura. Cuando un grupo de estacas leñosas tomadas de brinzales se insertaron en tierra húmeda bajo sombra parcial, un 7 por ciento arraigó en 4 meses (observación personal del autor). El crecimiento de las estacas arraigadas es rápido.

Etapas del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El espino rubial tiene la reputación de crecer muy rápidamente (18), a pesar de que existe muy poca información para verificar esto. En dos sitios forestales húmedos de suelo arcilloso en Puerto Rico, el incremento anual promedio en diámetro fue de 0.15 y 0.20 cm para árboles en su mayoría con tamaño de poste cuyas copas estaban en posiciones intermedias (30). Se puede esperar que los árboles dominantes y codominantes en mejores suelos crezcan a una tasa considerablemente mayor. El espino rubial alcanza por lo menos 25 m de altura y 0.8 m en d.a.p. (diámetro a la altura del pecho) en Puerto Rico (observación personal del autor). Unas alturas máximas de 20 m se reportan como lo normal para la mayoría de los sitios (3, 13, 15) y los troncos son por lo usual rectos y libres de ramificaciones, con una distancia de 4.5 a 6.0 m desde la base hasta el comienzo de las ramas densas (9). Esta especie se podría cultivar con facilidad a un d.a.p. de 0.5 m en Puerto Rico. A juzgar por la edad general de los bosques en donde crecen estos árboles y el tamaño de los árboles dominantes de espino rubial, este tamaño comercial se podría alcanzar con un buen manejo en un período de entre 60 a 75 años. Parece haber al presente muy poco incentivo económico para su siembra y para manejarlo con el fin de obtener unas concentraciones altas de la especie en rodales, pero al encontrarse buenos individuos en los rodales naturales, por lo menos algunos de ellos deberán ser manejados para la obtención de madera y con el objeto de mantener la diversidad biológica.

El espino rubial fue la especie de árbol número 43 en importancia (en base al área basal total de 173 especies muestreadas) en un inventario de bosques secundarios de

Puerto Rico efectuado en 1980 (2). Se estimaron más de 9,000 m² de área basal (0.6 por ciento del total) para el espino rubial en Puerto Rico, la mayoría de ese total en clases diamétricas pequeñas. El promedio para la relación de la copa (diámetro de copa/d.a.p.) para 27 árboles de espino rubial en dos bosques de Puerto Rico fue de 36.5 ± 1.1 (observación personal del autor). Esta proporción es alta para especies de madera dura tropicales, pero no inesperada para una especie de copa rala como el espino rubial.

Comportamiento Radical.—Las raíces laterales del espino rubial son robustas y están cubiertas de raíces micorrizas cortas (observación personal del autor). Los contrafuertes en los árboles de mayor edad varían de pronunciados a ausentes.

Reacción a la Competencia.—El espino rubial es intolerante a la sombra (15, 18) y no puede sobrevivir por mucho tiempo en una posición suprimida de copa. En competencia con especies de bosque secundario más altas y de crecimiento más rápido ocupa por lo usual una posición de copa codominante o intermedia en el dosel. Las nuevas plántulas emergen en claros, brechas grandes y plantaciones de especies de crecimiento de moderado a lento. Las plántulas no son numerosas, pero exhiben un crecimiento vigoroso y una alta supervivencia. Una vez establecidas, las plántulas compiten bien con las gramíneas y las malas hierbas. La especie está adaptada a los bosques secundarios y es común en tierras agrícolas abandonadas, como sombra en cafetales descuidados (2) y bosques abandonados. El espino rubial puede ser problemático al invadir plantaciones nuevas y deberá ser controlado como cualquier otro árbol indeseable (18). El espino rubial, ya sea creciendo en grupos o solitario, ocupa por lo general una pequeña porción del rodal en donde ocurre. En Puerto Rico, el espino rubial en seis rodales de bosque subtropical húmedo (clasificados de acuerdo a Holdridge, 11), promedió 1.2 m²/ha (con un intervalo de 0.2 a 2.8 m²/ha) en rodales con un promedio de 17.0 m²/ha de área basal total (4, 30, 31).

Agentes Dañinos.—No se han observado plagas serias o gran actividad de insectos en árboles vivos de espino rubial. Una especie lepidóptera, *Papilio pelaus imerius* Godard, se observó consumiendo follaje del espino rubial (18). La termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren), comúnmente consume las ramas muertas y de vez en cuando invade la madera del fuste sin corteza del espino rubial. Se reporta que la madera aserrada en contacto con el suelo en la República Dominicana es extremadamente susceptible a las termitas (24). La madera también es susceptible al ataque de las termitas de la madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker), y a varios géneros de la carcoma (15, 16). Un 85 por ciento de los postes de tamaño pequeño y sin tratar—insertados en el suelo en pruebas de durabilidad en Puerto Rico—fueron dañados hasta el punto de ser inservibles por la pudrición y las termitas en un espacio de 1 año (6). La vida de servicio promedio para los postes no tratados de espino rubial se estimó en 0.9 años y para los postes tratados (sumergidos a temperatura ambiente por 5 días en diesel con 5 por ciento de pentaclorofenol) el promedio estimado fue de 2.7 años (5). La albura del espino rubial es penetrada pobremente por el preservativo (sumergida a temperatura ambiente en diesel con pentaclorofenol) (7). Así mismo, la madera del espino rubial no es duradera al estar expuesta sobre la superficie del terreno (27), pero tampoco es susceptible al manchado de la savia (16).

En un inventario forestal para toda la isla de Puerto Rico, de los 987 árboles de espino rubial contados, el 92 por ciento de los brinzales, 10 por ciento de los árboles con tamaño de poste y 34 por ciento de los árboles de madera aserrable se encontraron sanos y libres de enfermedades o defectos (1). Para los brinzales y los de tamaño de poste, el defecto más común fue en cuanto a forma, mientras que la fuente usual de defectos en los árboles maderables fue la enfermedad — probablemente la pudrición del duramen y del pie del árbol. El 24 por ciento del volumen de la madera para aserrar se consideró como material inservible.

El espino rubial es moderadamente resistente al daño por el viento. Tiende a defoliarse y a perder las ramas pequeñas en vez de sufrir la quiebra de sus ramas mayores o de su tronco o a volcarse con los vientos (observación personal del autor).

USOS

El duramen del espino rubial es de color cremoso a marrón claro, de vez en cuando con un tono azul verde (16). La albura es de un color un poco más claro, pero difícil de distinguir del duramen. Los anillos de crecimiento son evidentes, y el patrón y la apariencia de la fibra de la madera hacen recordar a la del fresno (*Fraxinus* spp.). La madera es moderadamente pesada y dura, tiene una fibra de recta a irregular y buen lustre. La densidad parece ser un tanto variable. Para Cuba se reporta una densidad de 0.66 g por cm³ (el contenido de humedad no reportado) (9) y para Trinidad y Tobago, una densidad de 0.58 g por cm³ (el contenido de humedad no reportado) (18). En Puerto Rico, se midieron densidades de 0.56 g por cm³ (secada al aire) (16), 0.46 g por cm³ (el contenido de humedad no reportado) (15) y 0.43 g por cm³ (secada al horno) (observación personal del autor).

La madera del espino rubial se seca al aire rápidamente, aunque sufre una pérdida considerable de valor debido al arco, torsión, curva y cuarteadura de la madera (16). Durante el proceso de secado, la madera se encoge 1.5 por ciento radialmente y 2.6 por ciento tangencialmente. A pesar de que la madera se trabaja con facilidad a mano o con herramientas eléctricas, la fibra se desgarran y deshila con frecuencia. La madera del espino rubial resiste bien el rajado con tornillos y puede obtener un bello pulido (20). Se ha medido un pH de 5.3 para la albura, un valor que representa un riesgo mínimo referente a la corrosión de los herrajes (22).

El espino rubial fue en el pasado una madera importante para la construcción en las áreas rurales (24), pero este papel lo juega ahora más que nada la madera de pino tratada. La madera se usa a veces para cajas, jabas, muebles de bajo costo, ebanistería y estaquillas hortícolas (13, 16, 27). La madera del espino rubial es probablemente adecuada para el triplex y la chapa de interiores e interiores (16) y como fuente de virutas y aserrín para hacer tablas de madera compuesta de mediana densidad. La madera indudablemente se usa en las áreas rurales como combustible y para hacer carbón vegetal.

Los extractos de la corteza y las hojas de este árbol se usan en la medicina herbalista para el tratamiento de numerosas dolencias, desde los dolores de muelas a las úlceras venéreas (21, 28). El espino rubial ha sido cultivado como árbol de sombra en Cuba y en la Florida (15). Una

limitación al uso del espino rubial como árbol de sombra es la presencia de espinas en el tronco; sin embargo, éstas no son numerosas y se pueden quitar con facilidad. La mayor desventaja para su uso doméstico como árbol de sombra es que tiene una copa rala y no se propaga con facilidad. Las flores del espino rubial son una fuente de néctar para las abejas (15).

GENETICA

Los sinónimos botánicos son *Fagara martinicense* Lam., *Z. juglandifolium* Willd., *Z. album* Vahl y *Z. clava-herculis* Griseb. (12). El género *Zanthoxylum* contiene de 250 a 300 especies, la mayoría de áreas tropicales y subtropicales (12, 14).

LITERATURA CITADA

1. Anderson, Robert L.; Birdsey, Richard A.; Barry, Patrick J. 1982. Incidence of damage and cull in Puerto Rico's timber resource, 1980. Resour. Bull. SO-88. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 13 p.
2. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Resour. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 13 p.
3. Bisse, Johannes. 1981. Árboles de Cuba. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 384 p.
4. Chinae, Jesús Danilo. 1980. The forest vegetation of the limestone hills of northern Puerto Rico. Río Piedras, PR: University of Puerto Rico. 70 p. Tesis de M.S.
5. Chudnoff, M.; Goytía, E. 1972. Preservative treatment and service life of fence posts in Puerto Rico (1972 progress report). Res. Pap. ITF-12. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 28 p.
6. Englerth, George H. 1960. The service life of untreated posts in Puerto Rico after one year in test. Tropical Forest Notes 5. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Research Station. 2 p.
7. Englerth, George H.; Goytía Olmedo, Ernesto. 1960. Preservation of Puerto Rican fence posts treated by cold soaking and the hot-and-cold bath method. Tropical Forest Notes 2. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tropical Forest Experiment Station. 4 p.
8. Figueroa, Julio C.; Totti, Luis; Lugo, Ariel E.; Woodbury, Roy O. 1984. Structure and composition of moist coastal forests in Dorado, Puerto Rico. Res. Pap. SO-202. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 11 p.
9. Fors, Alberto J. 1965. Maderas cubanas. Habana, Cuba: Instituto Nacional de la Reforma Agrícola. 162 p.
10. Hoffman, José A.J. 1975. Climatic atlas of South America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartographia. 28 mapas.
11. Holdrige, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
12. Howard, Richard A. 1988. Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands. Dicotyledoneae, Part E. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 673 p. Vol. 4.

13. Liogier, Alain Henri. 1978. Arboles dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana: Academia de Ciencias de la República Dominicana. 220 p.
14. Little, Elbert L., Jr. 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized). Agric. Handb. 541. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture. 375 p.
15. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
16. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods. Agric. Handb. 205. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
17. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. Caribbean Forester. 10: 11-30.
18. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
19. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 303 p.
20. Murphy, Louis S. 1916. Forests of Puerto Rico, past, present, and future, and their physical and economic environments. Bull. 354. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture. 99 p.
21. Nuñez Meléndez, Esteban. 1982. Plantas medicinales de Puerto Rico. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 498 p.
22. Pereles, José. 1960. The acidity of selected Puerto Rican woods. Caribbean Forester. 21(1/2): 41-44.
23. Sanchez, Ramón O.; Hagar, Johannes; Vargas, Tomas [y otros]. 1988. Situación actual de los recursos naturales en Loma Espuela: propuesta para su manejo integrado. Santo Domingo, República Dominicana: Secretaría de Estado de Agricultura y Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica (DED). 197 p.
24. Schiffino, José. 1945. Riqueza forestal dominicana. Trujillo, República Dominicana: Editorial Montalvo. 291 p. Vol. 1.
25. Smith, Earl E. 1954. The forests of Cuba. Publ. 2. Cienfuegos, Cuba: Maria Moors Cabot Foundation. 98 p.
26. Steinhauser, F. 1979. Climatic atlas of North and Central America. Budapest, Hungary: World Meteorological Organization, Unesco Cartographia. 30 mapas.
27. Swabey, Christopher. 1941. The principal timbers of Jamaica. Bull. 29 (New Series). Kingston, Jamaica: Department of Science and Agriculture. 35 p.
28. van Paassen, Marianne. 1986. Guía para especies arbóreas y arbustivas del bosque seco en la República Dominicana. Santiago, República Dominicana: Programa de Desarrollo de Madera como Combustible, Instituto Superior de Agricultura. 234 p.
29. Veillón, Jean Pierre. 1986. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 199 p.
30. Weaver, Peter L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Res. Pap. SO-152. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15 p.
31. Weaver, Peter L.; Nieves, Luis Q. 1978. Periodic annual increment in a subtropical moist forest dominated by *Syzygium jamhos* (L.) Alston. Turrialba. 28(3): 253-256.

GLOSARIO DE TERMOS BOTANICOS

- Abedul:** género de árboles (*Betula*) de regiones templadas.
- Aclareo:** corta de parte de los árboles en un rodal para liberar los restantes e idealmente aprovechar los individuos cosechados.
- Acodar (reproducir mediante acodos):** reproducir un árbol mediante la generación de raíces en una rama que después se remueve y se planta.
- Ahusamiento (conicidad):** el adelgazamiento progresivo de fustes y trozas a través de su longitud.
- Albura:** La madera exterior de un tronco, fisiológicamente activa y de color claro.
- Alfisoles:** orden de suelos que muchas veces se desarrolla bajo bosques que contienen vastas cantidades de bases minerales.
- Altura comercial:** distancia desde el suelo hasta el punto donde el tronco se cortaría para el extremo superior de la última troza en una cosecha convencional.
- Altura de pecho:** definido como 1.37 m sobre la superficie del terreno en el tronco de un árbol.
- Altura total:** distancia entre el suelo junto al tronco de un árbol hasta el nivel más alto de la copa de un árbol.
- Anillado:** método para matar árboles que consiste en remover la corteza, el cámbium y un poco de la albura en un anillo completo alrededor del tronco del árbol. El árbol perecería en un período de unas semanas hasta varios años después.
- Anóxica:** en este contexto se refiere a suelos que contienen insuficiente oxígeno en partes de su perfil como para mantener el metabolismo normal de las raíces.
- Antésis:** el tiempo de la florecencia cuando las flores se abren y se polinizan.
- Añublo:** una enfermedad fungal que causa manchas en las hojas.
- Area basal:** área de una sección transversal de un árbol medido en el punto del d.a.p. (ver definición) o la suma de las áreas basales de todos los árboles en una hectárea (área basal por área).
- Arila:** apéndice frecuentemente carnoso de las semillas de varias especies de plantas.
- Auxinas:** hormonas vegetales, tales como el ácido indolacético, que se usan para estimular el arraigamiento.
- Azulado (mancha azul):** mancha profunda en la albura de madera cosechada con un aspecto gris o azul, causada por hongos.
- Barlovento:** el lado de un cerro, isla o grupo de árboles expuesto a los vientos prevalentes.
- Berma:** línea de tierra elevada natural o artificial junto a un cuerpo de agua que protege la tierra adentro de inundaciones.
- Biomasa:** la cantidad de materia orgánica en una especie o todas las especies en una área definida, usualmente expresada como peso seco por área.
- Bloque:** a) una área de bosque designado para cosecha o tratamiento, b) un área de rodal de un tamaño definido, que es parte de una serie de rodales con una área idéntica, a los cuales se les aplican tratamientos diferentes en subdivisiones; estos tratamientos se ven todos representados en todos los bloques en la serie.
- Bosque enano:** bosque compuesto de árboles de tamaño diminuto en montes altos en los trópicos sujetos a nubes y neblina. También conocido como bosque de nuboso o bosque elfin.
- Bosque primario:** bosque sin alteración significativa por agentes humanos.
- Bosque secundario:** bosque que ha sido alterado por agentes humanos, particularmente aquellos que desarrollaron después de la perturbación por la agricultura o las cosechas de madera.
- Bosque caducifolio:** bosque compuesto de árboles que pierden sus hojas durante la temporada seca anual.
- Bosque colorado:** bosque en Puerto Rico dominado por *Cyrilla racemiflora*.
- Bosque elfin:** bosque con árboles de tamaño muy reducido. En este contexto, se refiere a bosques en montes tropicales que se bañan continuamente en neblina.
- Bosque en galería:** grupo de árboles generalmente en prados con gramíneas o en desiertos, esparcido por el paisaje en las partes más húmedos y protegidas.
- Bosque subtropical seco:** tipo de bosque según el sistema de Holdridge (1967), común en la latitud de Puerto Rico que recibe menos de 1000 mm de precipitación anual.
- Bosque sucesional:** bosque en proceso de cambio natural hacia el estado clímax.
- Bosque subtropical húmedo:** tipo de bosque según el sistema de Holdridge (1967) común en la latitud de Puerto Rico que recibe entre 1000 y 2000 mm de precipitación anual.
- Bosque subtropical muy húmedo:** tipo de bosque según el sistema de Holdridge (1967) común en la latitud de Puerto Rico que recibe entre 2000 y 3000 mm de precipitación anual. A veces se traduce del inglés como bosque subtropical mojado.
- Bosque subtropical pluvial:** tipo de bosque según el sistema de Holdridge (1967) que ocurre en la latitud de Puerto Rico que recibe más de 4000 mm de precipitación anual.
- Bosque tabonuco:** Bosque en Puerto Rico dominado por *Dacryodes excelsa*.
- Brinzal:** Etapa en el desarrollo de un árbol entre plántula y árbol joven; aunque arbitrario, usualmente se aplica cuando se alcanza una altura de 1.37 m pero menos de 8 cm en d.a.p.
- Caducifolio:** árboles que botan sus hojas por una temporada durante el año.

Cáliz: se refiere a la espiral de sépalos adherida a la flor.

Cáncro: lesión necrótica en árboles, relativamente localizada y que afecta la corteza y el cámbium y que es frecuentemente el sitio de entrada para hongos que atacan la madera.

Capacidad de intercambio de cationes: una medida de la cantidad de cationes nutrientes que puede retener un suelo.

Carcoma: insecto coleóptero cuya larva excava galerías estrechas en troncos y trozas.

Catió: átomo o grupo de átomos con carga positiva; usualmente disueltos en el suelo por la disociación de un ácido o una sal.

Cima: cresta de monte o estribación de un monte.

Clase de copa: clasificación de árboles basada en las posiciones de las copas de sus competidores. Las clases usadas localmente son: dominante, codominante, intermedia y suprimida.

Clima monzonal: clima caracterizado por lluvias copiosas por una parte del año y el resto por condiciones de sequía.

Clímax: el estado final de la sucesión de una comunidad que, en teoría, quedaría estable por mucho tiempo en la ausencia de perturbaciones significativas.

Cline: Un gradiente continuo en una característica poblacional (un cambio gradual).

Codominante: se refiere a una posición de copa en la cual el extremo superior de la copa se encuentra en el nivel promedio del dosel de un bosque.

Combado: El arco (curvatura) que se forma en el tronco de un árbol o en una troza.

Contrafuertes: ensanchamientos en la base de ciertas especies de árboles en forma de aletas que son extensiones de las raíces. También conocidos como costillas.

Corola: la agrupación de los pétalos de una flor.

Corte de selección: un método de corta o sistema silvicultural en el cual árboles individuales y dispersos son cosechados evitando la obliteración del dosel forestal. El bosque regenerado está característicamente compuesto de especies tolerantes y de un gran rango de edades.

Corte de selección en grupo: un método de corta o sistema silvicultural en el cual grupos de árboles se cosechan periódicamente para crear claros de 0.4 a 0.8 ha. Este sistema genera un bosque que es un mosaico de árboles de varias edades.

Corte raso: una cosecha o corta en el cual se cortan todos los árboles. Resulta en una regeneración de una sola edad. Véase tala rasa.

Cortical: relativo a la corteza.

Cotiledón: la hoja de la semilla. En las plantas epigeas, son las primeras hojas visibles; en las plantas hipogeas, quedan bajo la superficie del terreno durante la germinación.

Cultivo migratorio: sistema de agricultura en que el bosque se corta, se quema, y se planta con cosechas agrícolas. Luego, cuando la fertilidad del suelo disminuye y se exacerban los problemas con las malas hierbas, la siembra se mueve a otra área y se repite el proceso.

Chamuscamiento: la quemadura (blaqueadura) de hojas de plantas expuestas a sol fuerte, al cual no están acostumbradas.

Chapa de utilidad: laminas de madera de especies o de calidad no deseable para propósitos decorativos que se usan para triplex para la construcción o para las láminas interiores de paneles decorativos.

Chaparral: rodal de arbustos y/o árboles de poco tamaño, ocurriendo frecuentemente en áreas secas.

Dasonomía: la ciencia y técnica forestal.

Densidad: peso de la madera a un nivel de humedad conocido dividido por su volumen. Puede referirse al número de plantas, tallos, etc. por hectárea.

Deslices (derrumbes): movimientos masivos de tierra y roca sobre un substrato más estable.

Desmoche: la cosecha periódica de todas las ramas sin tumbar el árbol.

Diámetro a la altura de pecho (d.a.p.): diámetro en el punto del tronco de un árbol 1.37 m arriba del suelo.

Dioica: especie que produce flores masculinas y femeninas en diferentes árboles.

Diseminación: se refiere a dispersión de semillas o polen por el viento o animales.

Disqueo: cultivar con un escarificador de discos.

Dominante: se refiere a la posición de copa de un árbol que se extiende arriba del dosel del bosque.

Drupa: una fruta carnosa con una sola semilla dura.

Duramen: madera de la parte central de un tronco, generalmente más oscura que la albura más exterior y compuesto de células muertas y lignificadas. También conocida como el corazón.

Efecto alelopático: inhibición de la germinación o crecimiento de plantas bajo ciertos árboles u otras plantas causada por sustancias químicas liberadas por ellos.

Ecotipo: una subdivisión (población) de una especie que debido a el aislamiento ha llegado a ser infértil con otras poblaciones de la especie.

Ecotono: la región de transición ecológica entre un tipo y otro.

Endémica: una especie que crece naturalmente solamente en una unidad política o fisiográfica. (Por ejemplo, el cedro macho es endémico a Puerto Rico.)

Entisoles: orden de suelos caracterizados por haber sido recientemente formados y por tener por ende poco desarrollo.

Epigea: tipo de germinación donde las hojas cotiledóneas se alzan arriba de la superficie del suelo.

Escapado: una especie exótica que no sólo se reproduce y compete en su sitio de introducción, pero que se ha movido a nuevos sitios distantes.

Escarabajo de la ambrosía: escarabajos de varios géneros que atacan la albura de trozas y árboles recientemente muertos.

Escarificación: perforación de la capa de cera y/o la testa de una semilla de manera mecánica o con tratamientos de ácido o agua hirviendo.

- Especie sucesional temprana:** especie que invade un sitio perturbado temprano en el proceso de recuperación.
- Espodosoles:** suelos con una reducción de arcilla y humus en el horizonte A₂ y una acumulación del mismo en el subsuelo.
- Estaca:** pedazo de rama o tronco insertado en tierra u otro material con el propósito de arraigarlo y producir una nueva planta.
- Estambre:** órgano macho de la flor que produce y transmite el polen.
- Estandarte:** árbol alto dejado para la próxima rotación con el objeto de desarrollar trozas de más alta calidad durante una cosecha a matarrasa (por rebrotes). También puede referirse al pétalo superior de flores de ciertos tipos.
- Estomas:** poros en las hojas, usualmente en la superficie inferior.
- Etiolar:** el proceso en el que una planta, especialmente una germinante o planta joven, se alarga en una forma no usual hacia la luz y se palidece.
- Exótico:** planta no nativa que ha sido introducida a una nueva región.
- Fenotipo:** la forma de un árbol actualmente producida por la interacción entre el ambiente y los genes presentes en él.
- Flor perfecta:** Flor con tanto las partes funcionales masculinas como las femeninas presentes en la misma.
- Fuste:** tronco de un árbol.
- Fuste claro (fuste limpio):** fuste o tronco sin ramas.
- Gangrena:** necrosis local de los tejidos.
- Genotipo:** planta cuya forma o un carácter en particular es el resultado más bien de la expresión de sus genes que del ambiente.
- Glauc:** verde clara.
- Híbrido F₁:** la primera generación de la progenie de un cruce entre dos especies.
- Híbrido F₂:** el producto del cruce de dos híbridos F₁.
- Hipocótilo:** el tallo de una plántula debajo de las hojas cotiledóneas.
- Hipogea:** tipo de germinación en donde las hojas cotiledóneas quedan bajo la superficie del suelo.
- Hojuela:** una subdivisión de una hoja compuesta.
- Hollejo:** piel delgada que cubre algunas frutas y legumbres.
- Horizontes A:** horizontes minerales superficiales del suelo.
- Horizontes B:** horizontes del subsuelo cuyas características más notables son una acumulación de arcilla y otros materiales lixiviados de los horizontes superiores.
- Horizontes espódico:** horizonte de suelo que es más oscuro que el horizonte superior próximo, debido a la acumulación de arcilla, sesquióxidos y materia orgánica lixiviada.
- Inceptisoles:** orden de suelos jóvenes, frecuentemente rocosos, que tienen un perfil menos desarrollado, una menor saturación de cationes básicos y generalmente menos arcilla que los Ultisoles.
- Índice de sitio (Índice de estación):** medida de la calidad de un sitio relativa al crecimiento de una especie, indicado por la altura a la que un dominante de esta especie puede crecer en un tiempo arbitrario.
- Intermedio:** se refiere a una posición de copa de un árbol que, aunque más baja que el nivel promedio del dosel, está ubicada en un claro en el dosel y recibe luz vertical directa.
- Intolerante (a la sombra):** planta que no prospera en la sombra; requiere sol pleno o casi pleno para sobrevivir y desarrollarse.
- In vitro:** ensayo, manipulación, reproducción o inoculación efectuado en el laboratorio en vasijas de vidrio u otro material con tejidos obtenidos y separados del organismo progenitor.
- Jaba:** una caja tosca para productos con espacios entre las tablas.
- Latifoliado:** árbol angiospermo o árbol frondoso.
- Liberación:** operación silvicultural para eliminar competidores que están limitando el desarrollo de árboles de aprovechamiento final.
- Lignina:** sustancia amórfica y compleja que funciona para cementar la celulosa en las laminillas medias de las células.
- Lignificados:** planta o parte que ha pasado de la consistencia herbácea a la leñosa.
- Lixiviado:** agotado de nutrientes, arcilla y materia orgánica por la filtración de aguas.
- Madera temprana:** la madera porosa que se forma temprano en la temporada de crecimiento.
- Madera de verano:** la madera más densa que se forma tarde en la estación de crecimiento.
- Mal del vivero:** enfermedad causada por hongos, usualmente fatal, que ataca a las plántulas mientras se encuentran muy jóvenes y carnosas.
- Madera verde:** madera aserrada antes de secar.
- Mancha azul:** descoloración causada por hongos después de aserrar la madera de algunas especies.
- Marga:** suelo con una textura compuesta de más o menos partes iguales de arcilla, arena y cieno.
- Material peralítico:** roca degradada o material endurecido, pero más blando que la roca.
- Medicina tradicional (remedios caseros, medicina popular):** curas basadas en tratamientos con productos naturales, muchos de ellos del bosque tropical, usadas según procedimientos adquiridos por experiencia y pasados de una persona a otra.
- Mesocarpio:** capa de la fruta inmediatamente debajo del exterior (exocarpio).
- Micorriza endotrófica:** un hongo creciendo en una asociación simbiótica con un árbol y que penetra las células de las raíces.
- Micorriza exotrófica:** un hongo creciendo en una asociación simbiótica con un árbol y que no penetra las células de las raíces.
- Módulo de elasticidad:** una constante de proporcionalidad entre resistencia y deformación que indica la habilidad de recuperar su forma original.
- Módulo de ruptura:** medida de la capacidad de una viga para soportar una carga aplicada lentamente y durante un tiempo breve.
- Monoica:** especie que produce flores masculinas y femeninas en el mismo árbol.

- Monzón:** en este volumen se refiere a un clima monzonal, que es un clima tropical o subtropical caracterizado por temporadas con una alta precipitación y temporadas secas bien marcadas.
- Muérdago:** planta de la familia Loranthaceae, parasítica de las partes aéreas de árboles.
- Nativo:** (localmente) especie creciendo naturalmente en un área desde la llegada de los Europeos al Nuevo Mundo o por lo menos por 200 años.
- Naturalizado:** una especie exótica que se reproduce naturalmente en su nuevo ambiente.
- Newton:** una unidad de fuerza en que una masa de un kilogramo se acelera un metro por segundo por segundo.
- Nicho:** lugar que ocupa un organismo en el ambiente de acuerdo a sus relaciones con otras especies y su forma de nutrición.
- Nivel friático:** acumulación de agua a un nivel en el perfil edáfico debido a un horizonte impermeable.
- Nuez:** botánicamente es una fruta con una sola semilla envuelta por una capa dura.
- Número Kappa:** medida de la fortaleza de una muestra de papel.
- Opérculo:** cualquier parte de un esporangio o fruto que se desprende a modo de tapadera.
- Oxisoles:** orden de suelos que se encuentra altamente degradado y contiene cantidades altas de óxidos de hierro y aluminio.
- Paleta:** plataforma móvil de madera (y a veces de otros materiales) para facilitar el manejo de artículos amontonados.
- Panícula:** agrupación de flores con ramificación indeterminada en la que el eje principal produce tanto flores como ejes secundarios.
- Papel tipo "kraft":** papel obtenido de madera por el proceso de sulfato.
- Peralítico:** relativo a rocas degradadas en o directamente debajo de un suelo.
- Pericarpio:** las paredes maduras y carnosas del ovario de una planta.
- Peso específico:** peso de la madera secada al horno o secada al aire dividido por el volumen.
- Peso fresco:** peso de una materia biótica inmediatamente después de su cosecha (sin secar).
- pH:** el índice de acidez (el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno). Un pH de 7.0 es neutral, arriba de este valor es alcalino y por debajo es ácido.
- Pionero:** árbol o planta que invade un área después de una perturbación que ha removido el bosque o toda la vegetación.
- Pistilo:** órgano receptor del polen en una flor.
- Plagiotrófico:** ramas o tallos con la tendencia de crecer hacia el lado en vez de verticalmente.
- Plantación de enriquecimiento:** método silvicultural que consiste en establecer árboles deseables en un rodal forestal sin remover el dosel ya establecido. Puede efectuarse mediante el plantado bajo el dosel sin ninguna corta o mediante el plantado en líneas o claros hechos en el dosel.
- Plantador:** utensilio que se usa para hacer agujeros por compresión en el suelo para poder introducir semillas de tamaño grande o las raíces de plantas pequeñas.
- Plántula:** se refiere aquí a individuos jóvenes de árboles usados para establecer plantaciones, producidas en viveros o cosechadas en el bosque natural.
- Plántula silvestre:** plántula reproducida naturalmente en el bosque y alzada para luego plantarla en una plantación.
- Plantío:** plantación.
- Plintita:** material en un horizonte del subsuelo, rico en hierro y aluminio, que se endurece irreversiblemente al mojarse y secarse repetidamente.
- Pneumatorriz:** raíz aérea con la función de obtener oxígeno para la respiración.
- Polilla de mar:** barrenadores marinos que se alimentan de madera (género *Teredo* y otros).
- Polinización cruzada:** cuando el polen procedente de una planta poliniza una flor de otra planta.
- Poste, etapa de:** árbol de tamaño entre brinjal y árbol aserrable; aproximadamente entre 5 cm y 30 cm en d.a.p.
- Poste viviente:** árbol plantado, generalmente usando estacas de tamaño de poste, con el propósito de engrapar alambres a ellos y así establecer una cerca. Se dice también, cerca viviente.
- Protandra:** planta cuyas flores liberan el polen antes que el estigma haya madurado.
- Quillada:** (adj.) teniendo una arista corriendo a lo largo del centro de la estructura.
- Racimo:** agrupación de flores en la que un solo eje indeterminado produce flores pediceladas.
- Radícula:** la raíz embrionaria de una semilla en proceso de germinación.
- Raleo:** remover parte de los árboles en una plantación o bosque natural. Sinónimo con entresacado y aclareo.
- Raíz adventicia:** raíz generada asociada con una herida o en respuesta a un cambio en las condiciones ambientales.
- Raíz pivotante:** raíz principal que se extiende directamente hacia abajo del tronco o tallo del árbol o plántula.
- Rama epicórmica:** brote que nace de una yema durmiente en el fuste.
- Raquis:** estructura central de una hoja pinada compuesta.
- Regasol:** un perfil compuesto de piedras, ripio y suelos, no muy degradada y que apoya el crecimiento de ciertas plantas.
- Riachuelos intermitentes:** barrancas o arroyos en que el agua sólo corre durante épocas de lluvia.
- Ripariano:** bosque o especie que crece a lo largo de corrientes de agua en ambientes que de otra manera son demasiado secos para ellos.
- Rizomorfo:** la parte terminal deformada de un raicilla infectada con un hongo simbiótico.
- Rodal:** una agrupación de árboles. Puede referirse también a una unidad de un ensayo en un estudio de bosques y plantaciones.
- Rodete:** un área en la base de un tronco formado por la pérdida de la corteza y la cicatrización a su rededor.

Rollido cortador: un rollido pesado con cuchillas grandes alrededor de su superficie, halado por un tractor para recortar los restos de la cosecha y las raíces del rodal anterior.

Rollizo: madero producido por la cosecha a cierto punto en la rotación, cosechada en trozas cortas y pequeñas; generalmente asociada con la producción de pulpa, virutas o leña.

Rompeviento: una línea de árboles y a veces arbustos plantada en dirección diagonal al viento prevalente para proteger el suelo, cosechas o moderar el ambiente alrededor de casas.

Rotación: el tiempo que toma para un ciclo de reproducción, crecimiento y cosecha de un rodal de bosque natural o de plantación.

Secado al aire: proceso para secar madera u otro material a un equilibrio con la temperatura ambiental.

Secado al horno: material sujeto a una temperatura de 100 °C (a veces 105 °C) hasta que llegue a un equilibrio en cuanto a la humedad.

Semi-caducifolio: árbol que pierde parte de sus hojas durante épocas de sequía o de temperaturas bajas.

Semilla viable: una semilla que retiene la capacidad para germinar.

Sépalos: una de las clases de hojas modificadas que forma el cáliz.

Seral: una condición o una etapa de sucesión pasajera.

Roca serpentina: roca alta en el mineral serpentina que es un silicato de magnesio hidratado.

Sitio: además de referirse a un lugar físico donde crece un rodal forestal, se puede referir a la suma de los factores del ambiente que afectan directamente esa unidad de terreno.

Sitio refractario: sitio con alta densidad de cimbras y riachuelos.

Sotavento: el lado de un cerro, isla o grupo de árboles protegido de los vientos prevalentes.

Sotobosque: la comunidad de hierbas, arbustos y pequeños árboles que crecen bajo el dosel del bosque.

Suelo aluvial: suelo formado por sedimentos acumulados por la acción de las aguas.

Suelo coluvial: suelo formado de suelo y roca acumulados en la base de una pendiente.

Suelo esquelético: suelo compuesto de rocas y fragmentos de rocas que componen la mayoría del perfil con suelo solamente llenando o parcialmente llenando los huecos entre las rocas.

Suelo laterítico: suelo arcilloso rico en hierro y aluminio que generalmente contiene concreciones o capas endurecidas.

Suelo limoso: suelo con un alto porcentaje de cieno.

Suelo residual: suelo formado por el detrito que resulta de las rocas degradadas en el sitio.

Superficie afelpada: al aserrar o cepillar algunas maderas, las fibras se levantan con una apariencia de felpa.

Suprimido: se refiere a la posición de copa de un árbol, que tiene competidores que lo sombrean por arriba y lateralmente.

Sucesión: proceso de cambio en la comunidad de plantas de simple a más compleja, de sitios perturbados hasta bosques

desarrollados y cuasi-estáticos.

Tabla de volumen: tabla que proporciona el volumen de la madera o de la madera más la corteza de árboles en un intervalo de diámetros y alturas.

Tala rasa: una cosecha o corta en donde todos los árboles se cortan. Resulta en una regeneración de una edad uniforme. Véase corte raso.

Tanino: materia natural soluble en agua, extraída principalmente de la corteza, que se usa para curar cuero.

Técnica de árboles padres: técnica para reproducir rodales por medio de unos pocos árboles grandes por hectárea que se dejan después de una cosecha para después producir semillas.

Termitas de la madera húmeda: en Puerto Rico, se refiere a especies del género *Nasutitermes* que construyen nidos exteriores y sendas cubiertas sobre los troncos de los árboles y se alimentan de la madera muerta.

Termitas de la madera seca: termitas que pueden subsistir en madera sin una fuente de agua ajena. La especie activa en Puerto Rico es *Cryptotermes brevis* (Walker).

Terrón: bola de tierra envolviendo la raíz de una planta, formada para facilitar el trasplante.

Testa: la capa exterior de una semilla.

Textura de suelos: proporción de arena, cieno y arcilla del que se compone un suelo.

Tocón (plántula): plántula decapitada y plantada con la raíz desnuda.

Tolerante (a la sombra): planta con la capacidad para sobrevivir y desarrollarse en la sombra debajo del dosel.

Topografía: disposición o relieve del terreno

Traviesa: viga que se usa para apoyar los rieles de ferrocarril.

Triplex (tablero contrachapado, panel): producto de madera (tablero) formado de 3 o más chapas (láminas) de madera, orientadas en ángulos rectos y unidas con cola.

Turba: materia usada en mezclas de vivero derivada de restos vegetales en sitios pantanosos (principalmente del género *Sphagnum*).

Troza: sección del tronco de un árbol suficientemente grueso y largo como para aserrar tablas.

Ulitisoles: orden de suelos común en Puerto Rico y los trópicos. Son típicamente viejos, de color rojo, altos en arcilla y con una baja saturación de cationes básicos.

Umbela: inflorescencia cuyos pedicelos parten todos de un mismo punto para elevarse al mismo nivel.

Umbrófila: especie de planta tolerante a la sombra y generalmente reproduciéndose y/o viviendo bajo sombra.

Vertisoles: orden de suelos que consiste de arcillas oscuras, que por su contracción y expansión están continuamente en un estado de perturbación.

Veteado: figura natural de la madera, visible cuando aserrada o acabada.

Vivípara: una semilla que germina y emerge de la fruta.

Volumen: el volumen de la madera (o de la madera más la corteza) contenido en las partes comerciales de un árbol o un rodal de árboles a cosechar.