

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 transplante 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 transplante 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.