

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**

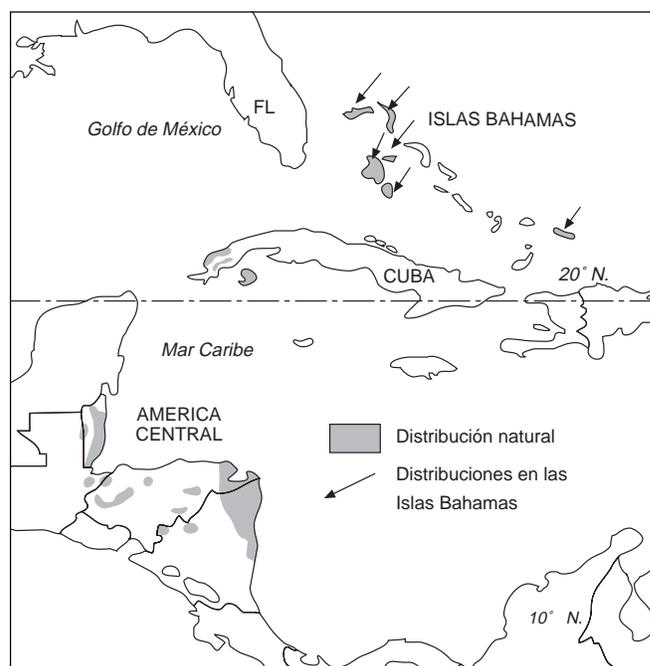
El pino caribeño crece en las Bahamas con una precipitación mínima de hasta 750 mm por año y en el más



**Figura 1.**—Una plantación de veinticinco años de edad de pino caribeño, *Pinus caribaea*, en Puerto Rico.

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 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> por hectárea por año. Con un buen manejo, se pueden esperar unos rendimientos de 6 a 11 m<sup>3</sup> por hectárea por año (29). Los incrementos en rodales similares en Cuba y las Bahamas pueden ser tan bajos como de 1.4 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> por hectárea por año para Costa Rica, Jamaica, Puerto Rico, Trinidad y Tobago y Venezuela, respectivamente (53). Unos rendimientos mucho mayores (de hasta 52 m<sup>3</sup> 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 m<sup>2</sup> por hectárea o menos (un área basal de 25 m<sup>2</sup> 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 <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha/años	
<b>Jari, Brasil</b>	6.0	182 *	30.3 *	(98)
<b>Afaka, Nigeria</b>	9.0	135	15.0	(4)
<b>Curua, Brasil</b>	12.0	317 *	26.4 *	(50)
<b>La Yeguada, Panamá</b>	12.0	292	24.3	(35)
<b>Puerto Rico</b> (compuesto de 7 parcelas)	12.0	263 *	21.9 *	
<b>Guzmán, Puerto Rico</b>	12.3	646	52.5	(96)
<b>Utua, Puerto Rico</b>	12.5	580	46.4	(96)
<b>Lares, Puerto Rico</b>	18.0	867	48.2	(52)
<b>Puerto Rico</b> (compuesto de 6 parcelas)	19.0	351 *	18.4 *	(47)
<b>Caracoles, Puerto Rico</b>	20.0	782	39.1	(52)
<b>Toolara, Australia</b>	21.0	450	21.4	(6)
<b>Trinidad, Trinidad y Tobago</b>	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
<b>Australia</b>	EC hasta 5 diámetros al tope; sólo modelos	(90)
<b>Cuba</b>	IC y EC hasta 1 diámetro al tope; de 6 a 28 cm en d.a.p.	(17)
<b>Cuba</b>	IC y EC hasta 2 diámetros al tope; de 6 a 30 cm en d.a.p.	(68)
<b>República Dominicana</b>	EC hasta 1 diámetro al tope; de 4 a 50 cm en d.a.p.	(78)
<b>Guatemala</b>	IC y EC hasta 4 diámetros al tope; de 26 a 80 cm en d.a.p.	(76)
<b>Jamaica</b>	IC (límites no dados)	(48)
<b>Jamaica</b>	EC hasta 1 diámetro al tope; de 13 a 51 cm en d.a.p.	(50)
<b>Malasia</b>	IC y EC hasta 1 diámetro al tope; de 8 a 28 cm en d.a.p.	(80)
<b>Panamá</b>	IC y EC hasta 3 diámetros al tope; de 9 a 35 cm en d.a.p.	(89)
<b>Puerto Rico</b>	IC hasta 1 diámetro al tope; de 10 a 46 cm en d.a.p.	(47)
<b>Surinam</b>	IC y EC hasta 4 diámetros al tope; de 4 a 42 cm en d.a.p.	(92)
<b>Tanzania</b>	IC y EC hasta 4 diámetros al tope; de 6 a 50 cm en d.a.p.	(1)
<b>Tanzania</b>	EC hasta 1 diámetro al tope; de 5 a 50 cm en d.a.p.	(13)
<b>Uganda</b>	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 m<sup>2</sup> por hectárea son comunes en las plantaciones y se han reportado unas áreas basales de hasta 90 m<sup>2</sup> por hectárea (47). La mortalidad es muy poca hasta que se alcanza un área basal de 70 m<sup>2</sup> por hectárea. Se sugiere el entresacado para alcanzar un área basal de 34 m<sup>2</sup> 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., *Coriopsis fulvocinerea* Murr., *Dacryopinax spathularia* (Schw.) Martin, *Auricularia* sp. y *Coriopsis 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 cm<sup>3</sup> hasta más de 1.0 g por cm<sup>3</sup> 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 cm<sup>3</sup>. 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 cm<sup>3</sup> (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 cm<sup>2</sup>, un módulo de elasticidad de 157,000 kg por cm<sup>2</sup> y una fortaleza máxima a la compresión de 600 kg por cm<sup>2</sup> (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. Hawkens, 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 I. 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. Plumptre, 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. Silv. Res. Note 1. Dar es Salaam, Tanzania: Ministry of Natural Resources and Tourism, Forest Division. 2 p.