

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. Árboles 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.