

Rhizophora mangle L. Mangle colorado

Rhizophoraceae Familia de los mangles

Jorge A. Jiménez

Rhizophora mangle L., conocido como mangle colorado, es un árbol de amplia distribución en las costas americanas, del Africa Occidental y de ciertas islas del Pacífico (fig. 1) (17). Su tamaño depende grandemente de las condiciones del sitio, variando entre 1 m y 50 m de altura (15). Su madera se usa como combustible y para postes y traviesas de ferrocarril de gran durabilidad (71) y su corteza se utiliza para la extracción de tanino (18, 56, 71).

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El mangle colorado es nativo a las costas tropicales y subtropicales de América, Africa Occidental y de las islas de



Figura 1.—Un rodal maduro de mangle colorado, *Rhizophora mangle*, en la isla de Inagua en el Caribe.

Fiji, Tonga y Nueva Caledonia en el Océano Pacífico (17). En las costas bañadas por el Océano Pacífico de la América del Norte y del Sur se le encuentra desde Punta Malpelo, Perú (latitud 3° 40' S.), hasta Puerto Lobos, en México (latitud 30° 15' N.). En la costa Atlántica, el mangle colorado se encuentra desde el estado de Santa Catarina, en Brasil (latitud 27° 30' S.), hasta la península de la Florida (latitud 29° N.) (76) (fig.2).

El mangle colorado crece mejor en los suelos poco profundos y cenagosos bajo la influencia de las mareas con aguas saladas o salobres y en las áreas protegidas de las corrientes oceánicas y de las olas, pero asociados con un desagüe abundante de agua fresca y una precipitación alta (18). Sin embargo, el mangle colorado crece también bajo una gran variedad de condiciones, desde salientes de roca dura hasta depósitos cenagosos y desde áreas inundadas con agua fresca la mayor parte del año hasta áreas con unas salinidades del suelo arriba de 60 partes por mil (10, 14, 35). Puede crecer en áreas con o sin desagües de agua fresca.

La especie alcanza su desarrollo estructural pleno en los manglares ribereños en las regiones que no se encuentran sujetas a tormentas ciclónicas, tales como huracanes. Estos bosques ocurren a lo largo de las márgenes y los valles inundables de los ríos en donde existe un abundante desagüe de agua fresca y un alto influjo de nutrientes. El mangle colorado es la especie dominante en los bosques costeros marginales a lo largo de las costas protegidas y con una costera pronunciada. (37).



Figura 2.—Distribución del mangle colorado, *Rhizophora mangle*, en el Nuevo Mundo.

Clima

El mangle colorado crece en las zonas de vida tropicales y subtropicales secas, húmedas y muy húmedas. El mejor desarrollo estructural se alcanza bajo condiciones típicas de la zona de vida forestal tropical muy húmeda (66). Se le encuentra bajo una gran variedad de regímenes de precipitación, desde menos de 800 mm hasta 10000 mm por año, pero se encuentra restringida a unos regímenes de temperatura que promedian entre 21 y 30 °C. La especie es sensible a las heladas (72).

Suelos y Topografía

Los mangles colorados responden marcadamente a los cambios en la microtopografía y a los cambios en los factores tales como el nivel del agua subterránea, el drenaje del suelo y la salinidad del suelo. Los árboles crecen mejor en las partes más bajas de los terrenos pantanosos, en donde el agua se encuentra en un movimiento continuo y en los suelos con un nivel alto de saturación de agua y con unas inundaciones por las mareas de alta frecuencia e intensidad (66). En Jamaica, el mangle colorado ocupa los suelos inundados por entre 520 y 700 mareas por año (16).

Los suelos que se forman bajo los mangles colorados se caracterizan por un pH alto, una relación de carbono a nitrógeno alta y unos altos contenidos de azufre, nitrógeno, fósforo y carbono oxidables (27, 70). Estos suelos se vuelven intensamente ácidos al secarse cuando se ven reclamados para propósitos agrícolas. La neutralización del ácido con cal o carbonato de calcio es de un costo prohibitivo. La lixiviación del ácido por las lluvias puede tomar varios años (30, 71).

Cobertura Forestal Asociada

Como un componente de las comunidades de mangles, el mangle colorado se asocia usualmente con otras especies de mangles, tales como *Avicennia tonduzzi* Moldenke, *A. bicolor* Stand., *A. germinans* (L.) L., *A. schaueriana* Stapt & Leechm., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f., *Pelliciera rhizophorae* Tr. & Pl. y *Rhizophora harrisonii* Leechm.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las flores ocurren en unos ejes reproductivos únicos que se originan en la porción terminal de las ramas, en la axila de un par de hojas. Cada eje sostiene un dicasio modificado con entre tres y cuatro flores. Las flores de color amarillo o blanco amarillento son pequeñas, con cuatro sépalos persistentes, cuatro pétalos efímeros, ocho estambres y un ovario ínfero con cuatro óvulos, de los cuales usualmente se desarrolla uno solamente (21, 74).

El polen parece ser esparcido principalmente por el viento (67). Después de la fertilización, el embrión continúa su desarrollo sin una fase de inactividad detectable. La germinación ocurre cuando el embrión alcanza una longitud de 1.8 cm. Después de aproximadamente 30 días, la radícula sale a través de la pared del fruto (31). El proceso de germinación ocurre cuando el embrión se encuentra todavía dentro del fruto y prendido del árbol progenitor, siendo éste

un fenómeno típico de las especies vivíparas (64).

Desarrollo de las Plántulas.—Después de romper la pared del fruto, las plántulas crecen por un período de 3 a 6 meses antes de caer del árbol progenitor (19). Las plántulas plenamente desarrolladas tienen forma de una vara alargada y se componen de dos partes: una plúmula alargada que consiste de un par de estípulas que protegen el primer par de hojas y un hipocótilo largo y pesado compuesto principalmente de tejido aerenquimático endospermico (31).

Existe una gran variabilidad en el tamaño y el peso de la plántula madura. Esto parece estar relacionado con el vigor del árbol progenitor. Los propágulos procedentes de los bosques enanos promedian 10 cm de largo, mientras que los de los bosques ribereños promedian alrededor de 25 cm. Davis (19) reporta que un árbol representativo en el sur de la Florida produjo más de 300 plántulas durante una temporada de verano.

Los propágulos que han caído son transportados por las corrientes de las mareas (7, 51). Las plántulas permanecen viables por largos períodos de tiempo y son capaces de establecerse después de flotar por hasta 12 meses (19). El establecimiento de una plántula comienza cuando se ve encallada en aguas poco profundas y las raíces primarias la anclan. Se necesita de menos de 2 semanas para que una plántula se vea firmemente anclada (51).

Las densidades de las plántulas establecidas varían entre 0 y 2.4 plántulas por m² en la Bahía de Biscayne en la Florida (4) y 0.6 plántulas por m² en un bosque en hoyadas en el sur de la Florida (38). Se ha reportado una tasa de establecimiento natural de 0.1 plántulas/m²/año (6).

El anclado de las plántulas parece ser un paso crítico en el proceso de establecimiento. En una plantación experimental, el 96 por ciento de las plántulas que no fueron afianzadas con estaquillas fueron lavadas por la acción de las mareas y las olas. En las parcelas en donde las plántulas fueron afianzadas con estaquillas, el 93 por ciento sobrevivió (58). Además de la acción de las mareas y las olas, las salinidades del suelo arriba de 60 partes por mil previenen el crecimiento de las plántulas y las salinidades de más de 35 partes por mil suprimen el desarrollo estructural (18).

Rabinowitz (52) calculó una vida media de 338 días para las cohortes de esta especie. Las tasas de mortalidad son particularmente altas durante los primeros días del establecimiento, a la vez que en los brinzales de alrededor de 1 m de alto (38). La competencia en las espesuras de brinzales podría ser responsable por esto, aunque algunos mecanismos fisiológicos podrían estar involucrados.

Reproducción Vegetativa.—A pesar de que el mangle colorado rebrota hasta cierto punto cuando joven, el sistema de regeneración por rebrotes no se recomienda debido a su falta de éxito (41). Las técnicas de acodo se han intentado en esta especie, observándose un desarrollo radical de 5 a 6 meses después de efectuarse (12).

Etapa del Brinzal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—La arquitectura arbórea sigue el modelo de Attim, caracterizado por ejes con un crecimiento continuo, diferenciándose en un tronco monopedial y ramas equivalentes (26).

La tasa de crecimiento y el tamaño alcanzado por los árboles dependen en gran medida de las características del sitio. En las áreas tropicales, los mangles colorados pueden

alcanzar unas alturas de 40 a 50 m en los bosques ribereños húmedos. Estos bosques exhiben una biomasa arriba de la superficie del terreno de hasta 571 t/ha. Los bosques de mangle colorado enanos que crecen bajo condiciones nutricionales pobres tienen una biomasa arriba de la superficie del terreno de alrededor de 17 t/ha y los individuos crecen hasta una altura de solamente 1 m (15).

En el Caribe, los bosques de mangle colorado rara vez sobrepasan los 20 m y promedian entre 10 y 15 m de altura. En una muestra aleatoria de 500 árboles, el 42 por ciento tuvo una altura de 9.5 a 13.4 m de alto y de 12 a 15.5 cm de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.). Otro 42 por ciento tuvo de 5.5 a 9.4 m de alto y unos valores del d.a.p. de 8.1 a 9.6 cm. El 16 por ciento restante tuvo de 3.5 a 5.4 m de alto y un d.a.p. promedio de 6.1 cm (3).

Las tasas de crecimiento no se encuentran disponibles. Unos rodales de 5 años de edad en Trinidad alcanzaron una altura promedio de 7 m y un d.a.p. de 6 cm (40). Un rodal de mangle colorado en la Florida tuvo una tasa diaria bruta de fotosíntesis de 6.7 gC/m², una tasa de respiración por 24 horas de 1.9 gC/m² y una tasa de transpiración diaria de 2.57 mm (36). Unas tasas de producción primaria neta diarias que varían entre 0.25 y 5.7 gC/m² se han medido en rodales creciendo en aguas con un contenido de cloro bajo (de 5 a 16 partes por mil) (13). Se han medido unas tasas de producción diaria de 0.8 g/m² en mangles colorados en Puerto Rico (24).

Se han calculado unos rendimientos de madera para rodales de mangle del mismo género *Rhizophora* en el Indo-Pacífico de aproximadamente 232 m³/ha (20). Sin embargo, el volumen de la corteza (de hasta el 20 por ciento), los árboles defectuosos y el desperdicio sin uso alguno pueden reducir el rendimiento en un 40 por ciento (75). El rendimiento de la madera total ha disminuido de 299 t/ha en rodales vírgenes hasta 136 a 158 t/ha en rodales en su segunda rotación en Malasia (65).

Comportamiento Radical.—Durante las etapas juveniles, los mangles colorados desarrollan un subsistema de raíces terrestres primarias de corta vida. Sin embargo, la forma adulta se caracteriza por un subsistema de raíces aéreas en arco (raíces puntales) que emergen del tronco de manera perpendicular (fig. 2). Estas raíces penetran el terreno de manera superficial y producen un sistema de raíces capilares extenso que produce un suelo fibroso grueso.

A pesar de que las raíces puntales se ven por lo general restringidas a la sección inferior del tronco, se pueden encontrar a veces más arriba en el tronco y en las ramas laterales (18). Estas raíces puntales son típicas de las especies que crecen en suelos blandos y anegados. Un sistema lenticular y el tejido aerenquimático son responsables por el intercambio de gases en estas raíces cuando el suelo se encuentra inundado (22, 59). Puede ser que también exista una función mecánica para las raíces puntales que ayude a afianzar el árbol en los suelos inestables (34). Las raíces puntales son de origen adventicio y crecen a una tasa promedio de 3 mm/día (21). Las raíces puntales constituyen el 25 por ciento (116 t/ha) de la biomasa total sobre la superficie del terreno en un bosque de mangle colorado en Panamá (23).

Reacción a la Competencia.—La especie se considera como extremadamente intolerante a la sombra y las plántulas por lo general mueren bajo el dosel cerrado de los árboles progenitores. Los claros en el dosel que permiten la penetración de luz promueven el crecimiento de los rodales densos de plántulas. Se han reportado unos valores de

producción de las hojas y raíces altos bajo condiciones de luz plena (7).

En las áreas con una precipitación alta y/o un desagüe abundante y unas salinidades del suelo bajas, las especies de mangle ocurren en una mezcla con especies menos adaptadas a las condiciones salinas. La competencia en estas áreas puede resultar en la eliminación de las especies de mangle. El mangle colorado exhibe sus más altas tasas de fotosíntesis en las áreas en donde el desagüe sobre el terreno y el flujo de las mareas son mayores (36). En las áreas con un flujo pobre, la competencia y el estrés fisiológico resultan en unas tasas de respiración mayores y unas tasas de crecimiento menores (37).

Las prácticas silviculturales para esta especie no se encuentran bien desarrolladas en el Hemisferio Occidental. En Venezuela, la silvicultura de los manglares está en una etapa experimental, utilizando parcelas (de 20 por 300 m) con una orientación perpendicular a los cursos de las corrientes de agua y con una rotación de 30 años (40).

Recientemente, se han utilizado las plántulas maduras caídas arrojadas en la playa por las mareas para el plantado del mangle colorado (58). El almacenamiento de las plántulas por varios días es posible, pero el plantado inmediato reduce el riesgo de que las plántulas se vean desecadas. Las plántulas se entierran primero y luego se afianzan con estaquillas para prevenir su remoción por la acción de las mareas. En algunos casos, se han transplantado exitosamente árboles de 0.5 a 1.5 m de altura podando las ramas pequeñas y removiendo los árboles con un terrón con un diámetro de aproximadamente la mitad de la altura del árbol (49). El costo estimado para el plantado en los Estados Unidos varía entre \$1,100 y \$16,000 por hectárea, dependiendo de la técnica utilizada y de si las plántulas son recolectadas o compradas (33).

En Tailandia, los árboles con unos diámetros de entre 15 y 25 cm son cosechados con una rotación de 25 a 30 años (4, 5). El entresacado resulta en un aumento en el diámetro promedio del árbol. En un área con una densidad arbórea baja, se registró un incremento anual promedio de 0.7 cm. En los bosques naturales con una alta densidad, el incremento anual promedio fue de 0.5 cm (73). El entresacado se practica usando el "método de palillo", el cual involucra el uso de un palillo o vara de una longitud estándar para determinar el espaciamiento entre los árboles (44). Por lo normal, la longitud de la vara es de 1.4 m entre los 10 y 15 años y de 1.9 m a los 20 años. Un tercer entresacado con este método a los 25 años ya no es practicado (65).

La regeneración natural ha dado unos resultados satisfactorios. La regeneración se ha promovido mediante el entresacado del dosel de 2 a 3 años antes de la tala rasa. Puede ser que la regeneración natural en las parcelas previamente cortadas no sea suficiente y la siembra de plántulas podrá ser necesaria. Entre 1950 y 1960, la mayoría de las plantaciones de *Rhizophora* en Matang, Malasia, fueron regeneradas de manera natural. Pero más del 75 por ciento de las plantaciones para el período de 1970 a 1979 han necesitado ser plantadas. Se desconocen las razones para el fracaso de la regeneración natural (65).

Agentes Dañinos.—La infección de los árboles de mangle colorado por el hongo *Cylindrocarpon didymum* (Hartwig) Wollenw. ha sido reportada en el sur de la Florida. El hongo produce una enfermedad que causa agallas que resultan en la malformación del tronco y de las raíces puntales (47). En unos pocos casos, los árboles con una infección severa han

perecido debido a esta enfermedad o debido a otros agentes actuando sobre los árboles debilitados.

Dos barrenadores de la madera, *Pocilips rhizophorae* Hopkins y *Sphaeroma terebrans* Bate, se encuentran en esta especie de manera ocasional (77). Ambos invaden las raíces puntales de los árboles que crecen a lo largo de los canales de las mareas. Los reportes sobre el extenso daño causado por *S. terebrans* a los manglares del sur de la Florida parecen haber sido un tanto exagerados (55).

El mangle colorado es susceptible a ciertos herbicidas y puede morir con bajas concentraciones de herbicidas basados en auxinas que pueden perturbar los mecanismos osmoreguladores (69). Las plántulas recién establecidas pueden ser atacadas por *P. rhizophorae* o comidas por los cangrejos o los monos (43, 50). Los desperdicios de las operaciones madereras pueden obstruir la regeneración natural o dañar las plántulas establecidas (29).

USOS

El mangle colorado se usa como una fuente de combustible en la mayoría de los pueblos costeros de la América Tropical y África Occidental. Es también una fuente de postes para cercas, estaquillas, postes eléctricos y traviesas de ferrocarril. Se reporta que los postes tienen una duración de 10 a 12 años (71). Los postes responden de manera adecuada a la impregnación con pentaclorofenol¹ y creosote. Las porciones de la albura tienden a absorber el creosote de manera más rápida que el duramen (63). El mangle colorado responde de manera adecuada al tratamiento con los preservativos de borato cromado encobrado y arsenato cromado encobrado (32). A pesar de que la madera es muy resistente a los ataques fungales y a las termitas, la polilla de mar ha causado un daño extenso después de la exposición al agua de mar por un período de 14 meses (62). Se obtiene también un carbón de buena calidad a partir de la madera. Al quemarse, el mangle colorado rinde aproximadamente del 60 al 65 por ciento de su peso en forma de carbón (63). Se reportó una producción de carbón de más de 24,000 toneladas en algunas plantaciones en Malasia (18).

La madera del mangle colorado es también muy densa. Arroyo (1) reportó una densidad promedio de 1.03 g por cm³ para la madera seca. Chapman (18) reportó una densidad de 1.08 g por cm³ para la albura y de 1.15 g por cm³ para el duramen. La madera tiene una gran elasticidad y dureza. Muestra una tendencia a rajarse y a encogerse en clima seco debido a una gran contracción volumétrica (del 16.8 por ciento) al ir de madera verde a seca (1). La madera del mangle colorado tiene un uso potencial siempre que se necesiten componentes de madera de una alta fortaleza.

La madera parece ser adecuada para la producción de pulpa disolvente a pesar de que su uso como una fuente de papel parece verse excluido debido al gran grosor de las paredes celulares (41, 42). La durabilidad del duramen, combinada con su dureza y fortaleza, hacen de la madera una buena materia prima para tableros de partículas sujetadas ya sea con resina o cemento (63).

Uno de los usos principales de este árbol es para la extracción de taninos a partir de su corteza. Los rendimientos

de corteza para los árboles de mangle colorado en Nigeria se calculan como de 110 a 130 t/ha (56). El contenido de tanino de la corteza varía entre el 15 y el 36 por ciento en base al peso seco (18). La corteza del mangle colorado se recolecta, se seca y se pulveriza con el fin de obtener un alto rendimiento de tanino (71). La corteza se utiliza también como una fuente de compuestos para la preparación de adhesivos fenólicos (60). En África Occidental y en la América del Sur, la corteza del mangle colorado ha sido usada para el tratamiento de las hemorragias, inflamaciones, diarreas y la lepra (45). Las hojas del mangle colorado han sido sugeridas como una dieta suplementaria para el ganado y las aves de corral, debido a su alto valor nutricional (61).

Se ha sugerido que en las áreas poco profundas, los mangles colorados aumentan la tasa de sedimentación natural al reducir la velocidad del flujo de las aguas, al atrapar detrito y al consolidar los lodos blandos (11).

Cuando crece bajo condiciones ribereñas, el mangle colorado produce hojarasca a unas tasas más altas que la mayoría de las otras especies de mangles. A pesar de que las tasas de producción, acumulación, descomposición y exportación a otros ecosistemas de la hojarasca varían entre los diferentes tipos de bosques (como los ribereños, en hoyadas, en las márgenes y los enanos), las tasas de pérdida de las hojas son notablemente constantes; en la región del Caribe se encontró que fueron de 2 g/m²/día (37). La descomposición de este material provee de alimento, nutrientes y substrato para muchos microorganismos. Estos constituyen el comienzo de una compleja red alimenticia que incluye a muchas especies de importancia comercial tales como camarones, cangrejos y peces (46). Como parte del complejo costero, los mangles colorados mantienen unas altas tasas anuales de productividad, de más de 8 t/ha (36, 39) en las zonas estuarinas. Algunas de estas áreas proveen de las condiciones óptimas para el desarrollo de empresas de acuicultura (2, 48, 68).

GENÉTICA

El género *Rhizophora* ha sido revisado por Salvoza (57), Gregory (25) y Hou (28). Tres especies de *Rhizophora* (*R. harrisonii* Leechm., *R. mangle* L. y *R. racemosa* G.F.W. Mey.) han sido reportadas en las costas americanas. Se ha observado un alto grado de variación poblacional como resultado de las variadas condiciones bajo las que las plantas de este género crecen (57). Esto ha resultado en controversias sobre su clasificación taxonómica (8, 28).

Breteler (8, 9) propuso a *R. harrisonii* como un híbrido de las otras dos especies americanas. No existen claras diferencias morfológicas entre las especies de *Rhizophora* en la América del Norte (9). Sin lugar a dudas, este tema requiere de más investigación.

¹El uso de pentaclorofenol ha sido prohibido por la Agencia para la Protección del Ambiente delos Estados Unidos (EPS).

LITERATURA CITADA

1. Arroyo, Joel P. 1970. Propiedades y usos posibles de los mangles de la región del Río San Juan en la reserva forestal de Guarapiche. Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. 33/34: 53-76.
2. Bacon, Peter R. 1970. Studies on the biology and cultivation of the mangrove oyster in Trinidad with notes on other shellfish resources. Tropical Science. 12(4): 265-278.
3. Baez Valdés, R.E.; González Rondón, O. 1980. Tabla de volúmenes para *Rhizophora mangle* por el método de los coeficientes mérficos empíricos. En: Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. Montevideo, Uruguay: Unesco, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe: [s.f.].
4. Ball, Marilyn C. 1980. Patterns of secondary succession in a mangrove forest of southern Florida. Oecologia. 44: 226-235.
5. Banijbatana, Dusit. 1965. The management of forests in Thailand. Manuscript. Bangkok, Thailand: Ministry of Agriculture, Royal Forest Department. 16 p.
6. Banner, A. 1977. Revegetation and maturation of restored shorelines in Indian River. En: Proceedings, 4th annual conference on restoration of coastal vegetation in Florida. Tampa, FL: Environmental Studies Center, Hillsborough Community College: 23-44.
7. Banus, Mario D.; Kolehmainen, Seppo E. 1975. Floating, rooting, and growth of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) seedlings: effect on expansion of mangroves in south western Puerto Rico. En: Walsh, G.; Snedaker, S.; Teas, H., ed. Proceedings, International symposium on biology and management of mangroves. Gainesville, FL: University of Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences: 370-384.
8. Breteler, F.J. 1969. The Atlantic species of *Rhizophora*. Acta Botanica Neerlandica. 18: 434-441.
9. Breteler, F.J. 1977. America's Pacific species of *Rhizophora*. Acta Botanica Neerlandica. 26(3): 225-230.
10. Brinson, Mark M.; Brinson, Leslie G.; Lugo, Ariel E. 1974. The gradient of salinity, its seasonal movement and ecological implications for the Lake Izabal-Río Dulce ecosystem, Guatemala. Bulletin of Marine Science. 24(3): 533-544.
11. Carlton, Jeffrey M. 1974. Land building and stabilization by mangroves. Environmental Conservation. 1(4): 285-294.
12. Carlton, Jeffrey M.; Moffler, Mark D. 1978. Propagation of mangroves by air-layering. Environmental Conservation. 5(2): 147-150.
13. Carter, Michael R.; Burns, Lawrence A.; Cavinder, Thomas R. [y otros]. 1973. Ecosystems analysis of the Big Cypress Swamp and estuaries. EPA 904/9-74-002. Atlanta, GA: U.S. Environmental Protection Agency. 374 p.
14. Cintrón, Gilberto; Lugo, Ariel E.; Martínez, Ramón. 1985. Structural and functional properties of mangrove forests. En: D'Arcy, W.G.; Correa A., M.D., ed. The botany and natural history of Panama. St. Louis, MO.: Missouri Botanical Gardens: 53-68.
15. Cintrón, Gilberto; Lugo, Ariel E.; Pool, Douglas J.; Morris, Greg. 1978. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. Biotropica. 10(2): 110-12.
16. Chapman, V.J. 1944. 1939 Cambridge University expedition to Jamaica. Journal of the Linnean Society of London. 12: 407-533.
17. Chapman, V.J. 1970. Mangrove phytosociology. Tropical Ecology. 11(1): 1-19.
18. Chapman, V.J. 1976. Mangrove vegetation. Germany: J. Cramer. 447 p.
19. Davis, John H. 1940. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. Papers of the Tortugas Laboratory (Carnegie Institution). 32: 303-412.
20. Durant, C.C. 1941. The growth of mangrove species in Malaya. Malayan Forester. 10: 3-15.
21. Gill, A.M.; Tomlinson, P.B. 1971. Studies on the growth of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.). 3. Phenology of the shoot. Biotropica. 3(2): 109-124.
22. Gill, A.M.; Tomlinson, P. B. 1975. Aerial roots: an array of forms and functions. En: Torrey, J.G.; Clarkson, D.T., ed. The development and function of roots. New York: Academic Press: 237-260.
23. Golley, Frank; McGinnis, John T.; Clements, Richard G. [y otros]. 1975. Mineral cycling in a tropical moist forest ecosystems. Athens, GA. University of Georgia Press. 245 p.
24. Golley, Frank; Odum, Howard T.; Wilson, Ronald F. 1962. The structure and metabolism of a Puerto Rico mangrove forest in May. Ecology. 43(1): 9-12.
25. Gregory, D.P. 1958. Rhizophoraceae. En: Woodson, Robert E.; Schery, Robert W., ed. Flora de Panamá. Annals of the Missouri Botanical Garden. 45: 136-142.
26. Halle, F.; Oldeman, R.A.A.; Tomlinson, P.B. 1978. Tropical trees and forests: an architectural analysis. New York: Springer-Verlag. 441 p.
27. Hesse, P.R. 1961. Some differences between the soils of *Rhizophora* and *Avicennia* mangrove swamp in Sierra Leone. Plant and Soil. 14: 335-461.
28. Hou, D. 1960. A review of the genus *Rhizophora*. Blumea. 10: 625-634.
29. Huberman, M.A. 1959. Silviculture of the mangrove. Unasylva. 14(4): 188-195.
30. Jordan, H.D. 1963. Development of mangrove swamp areas in Sierra Leone. L'agronomie tropicale. 18: 798-799.
31. Juncosa, Adrián M. 1982. Developmental morphology of the embryo and seedling of *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae). American Journal of Botany. 69(10): 1599-1611.
32. Karstedt, P.; Liese, W. 1973. Protection of mangrove wood with water-borne preservatives. Holz als Roh-und Werkstoff. 31(2): 73-76.
33. Lewis, Roy R. 1981. Economics and feasibility of mangrove restoration. En: Proceedings. Washington, DC: U.S. Department of Interior: 88-94.
34. Longman, K.A.; Jenik, J. 1974. Tropical forest and its environment. London: Longman Group Limited. 196 p.
35. Lugo, Ariel E. 1981. The inland mangroves of Inagua. Journal of Natural History. 5: 845-852.
36. Lugo, Ariel E.; Evink, Gary; Brinson, Mark M. [y otros]. 1975. Diurnal rates of photosynthesis, respiration, and transpiration in mangrove forests of south Florida. En: Golly, Frank B.; Medina, Ernesto, ed. Tropical ecological systems. New York: Springer-Verlag. 335-350.
37. Lugo, Ariel E.; Snedaker, Samuel C. 1974. The ecology of mangroves. Annual Review of Ecology and Systematics. 5: 39-64.
38. Lugo, Ariel E.; Snedaker, Samuel C. 1975. Properties of a mangrove forest in southern Florida. En: Walsh, G.; Snedaker, S.; Teas, H., eds. Proceedings, International symposium on biology and management of mangroves. Gainesville: University of Florida: 170-212.
39. Lugo, Ariel E.; Twilley, Robert R.; Patterson-Zucca, Carol. 1980. The role of black mangrove forests in the productivity of coastal ecosystems in south Florida. Gainesville, FL: Center for Wetlands, University of Florida; final report to U.S. Environmental Protection Agency, Corvallis Environmental Research Laboratory, Corvallis, OR; contract R 806079010. 281 p.

40. Luna Lugo, Aníbal. 1976. Manejo de manglares en Venezuela. Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano. 50: 41-56.
41. Marshall, R.C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.
42. Nicolas, P.M.; Bawagan, B.O. 1970. Production of high-alpha (dissolving) pulps from bakauanababae (*Rhizophora mucronata* Lam.). Phillipine Lumberman. 16: 40-46.
43. Noakes, D.S.P. 1955. Methods of increasing growth and obtaining natural regeneration of the mangrove type in Malaya. Malayan Forester. 18: 23-30.
44. Noakes, D.S.P. 1957. Mangrove. FAO Forest Studies. 13: 309-318.
45. Nuñez Meléndez, Esteban. 1982. Plantas medicinales de Puerto Rico. Río Piedras, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 498 p.
46. Odum, William E. 1969. Pathways of energy flow in a south Florida estuary. Coral Gables, FL: University of Miami. Disertación doctoral.
47. Olexa, M.T.; Freeman, T. E. 1978. A gall disease of red mangrove caused by *Cylindrocarpon didymum*. Plant Disease Reporter. 62: 283-285.
48. Poli, C.R.; Snizek, F.N. 1980. La agricultura de manglares en la Universidad Federal de Santa Catarina. En: Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. Montevideo, Uruguay: Unesco, Oficina Regional de Ciencias y Tecnología para América Latina y el Caribe. [n.p.].
49. Pulver, Terry R. 1976. Transplant techniques for sapling mangrove trees, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, and *Avicennia germinans*, in Florida. Florida Marine Research Publications. 22: 1-14.
50. Rabinowitz, Deborah. 1977. Effects of a mangrove borer, *Poecilips rhizophorae* on propagules of *Rhizophora harrisonii* in Panama. Florida Entomologist. 60(2): 129-134.
51. Rabinowitz, Deborah. 1978. Dispersal properties of mangrove propagules. Biotropica. 10(1): 47-57.
52. Rabinowitz, Deborah. 1978. Mortality and initial propagule size in mangrove seedlings in Panama. Journal of Ecology. 66: 45-51.
53. Rehm, A.; Humm, H.J. 1973. *Sphaeroma terebrans*: a threat to the mangroves of southwestern Florida. Science. 182: 173-174.
54. Rehm, Andrew E. 1976. The effects of the woodboring isopod *Sphaeroma terebrans* on the mangrove communities of Florida. Environmental Conservation. 3(1): 47-57.
55. Ribí, Georg. 1981. Does the wood boring isopod *Sphaeroma terebrans* benefit red mangroves (*Rhizophora mangle*)? Bulletin of Marine Science. 31(4): 925-928.
56. Rosevear, D.R. 1947. Mangrove swamps. Farm and Forest. 8(1): 23-30.
57. Salvoza, F.M. 1936. *Rhizophora*. Natural Applied Science Bulletin of the University of Philippines. 5: 179-237.
58. Savage, Thomas. 1972. Florida mangroves as shoreline stabilizers. Florida Department of Natural Resources, Marine Research Laboratory Professional Papers. 19: 1-46.
59. Scholander, F.F.; Van Dam, L.; Scholander, S.I. 1955. Gas exchanges in the roots of mangroves. American Journal of Botany. 42(1): 92-98.
60. Slooten, H. van der. 1960. Resina de fenol-formaldehído para contra chapado obtenido del tanino de *Rhizophora mangle*. Boletín del Instituto Latinoamericano. 6: 34-39.
61. Sokoloff, B.T.; Redd, J.B.; Dutscher, R. 1950. Nutritive value of mangrove leaves (*Rhizophora mangle* L.) Quarterly Journal of the Academy of Science. 12(3): 191-194.
62. Southwell, C.R.; Bultman, J.D. 1971. Marine borer resistance of untreated woods over long periods of immersion in tropical waters. Biotropica. 3(1): 81-107.
63. Sugden, E.A.N.; Cube, H.G. von. 1978. Industrial uses of mangrove (*Rhizophora racemosa*). En: Proceedings, 8th world forestry congress. Forestry for industrial development. FID/0-9. [s.f.].
64. Sussex, I. 1975. Growth and metabolism of the embryo and attached seedling of the viviparous mangrove, *Rhizophora mangle* L. American Journal of Botany. 62: 948-953.
65. Tang, H.T.; Haron, H.A.H.; Cheah, E.K. 1981. Mangrove forests of peninsular Malaysia: a review of management and research objectives and priorities. Malayan Forester. 44(1): 77-86.
66. Thom, Bruce G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology. Tabasco, Mexico. Journal of Ecology. 55: 301-343.
67. Tomlinson, P.B.; Primack, R.B.; Bunt, J.S. 1979. Preliminary observations of floral biology in mangrove Rhizophoraceae. Biotropica. 11(4): 256-277.
68. Turner, R.E. 1977. Intertidal vegetation and commercial yields of penaeid shrimp. Transactions of the American Fisheries Society. 106: 411-416.
69. Walsh, Gerald E.; Barrett, Regina; Cook, Gary H.; Hollister, Terrence A. 1973. Effects of herbicides on seedlings of the red mangrove *Rhizophora mangle* L. BioScience. 23(6): 361-364.
70. Walsh, Gerald. 1974. Mangroves: a review. En: Reimold, Robert S.; Queen, William H., ed. Ecology of halophytes. New York: Academic Press, Inc. 605 p.
71. Walsh, Gerald E. 1977. Exploitation of mangle. En: Chapman, V.J., ed. Ecosystems of the world. Wet coastal ecosystems. Oxford: Elsevier Scientific Publishing Co.: 347-362. Vol. 1.
72. Walter, H. 1977. Climate. En: Chapman, V.J., ed. Ecosystems of the world. Wet coastal ecosystems. Oxford: Elsevier Scientific Publishing Co.: 61-67. Vol. 1.
73. Walton, A.B. 1936. The effect of thinning in mangrove forests. Malayan Forester. 5: 140-141.
74. Wanderley, M. das G.L.; Menezes, N.L. 1973. Floral anatomy of *Rhizophora mangle*. Boletín de Botánica 1. Instituto de Biociencias, Universidad de Sao Paulo: p. 1-10.
75. Watson, J.G. 1928. Mangrove forests of the Malay Peninsula. Malayan Forest Records. 6(24): 125-149.
76. West, Robert C. 1977. Tidal salt-marsh and mangal formations of middle and South America. En: Chapman, V.J., ed. Ecosystems of the world. Wet coastal ecosystems. Oxford: Elsevier Scientific Publishing Co.: 347-362. Vol. 1.
77. Woodruff, R.E. 1970. A mangrove borer, *Poecilips rhizophorae* Hopkins. Florida Department of Agriculture and Consumer Service, Division of Plant Industries Entomological Circular. 98: 1-2.