

# *Sloanea berteriana* Choisy      Motillo

Elaeocarpaceae      Familia del eleocarpus

Peter L. Weaver

*Sloanea berteriana* Choisy, conocido como motillo en Puerto Rico, cacao cimarrón en la República Dominicana y petit coco o chataignier en Guadeloupe y la Martinica, es un árbol siempreverde que alcanza 30 m de alto y entre 60 y 90 cm en d.a.p. a la madurez. Unos contrafuertes en la base del tronco (fig. 1), especialmente en los especímenes grandes, ayudan en la identificación del motillo en el campo. Otra característica diagnóstica de utilidad es que el pecíolo de las hojas se encuentra ensanchado en ambos extremos (45). La madera del motillo es pesada y los usos principales de esta especie han sido para postes de cerca y para la construcción.



**Figura 1.**—Arbol de motillo, *Sloanea berteriana*, en un área drenaje de la Sierra de Luquillo en Puerto Rico. Observe los contrafuertes y las grandes hojas.

## HABITAT

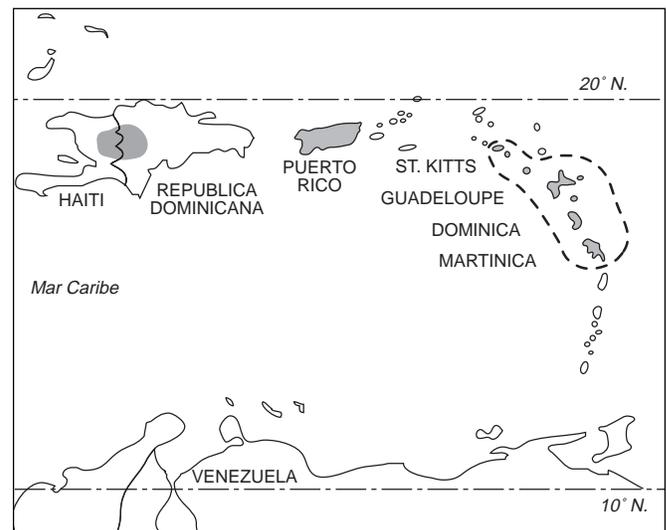
### Area de Distribución Natural y de Naturalización

El motillo es endémico a las Islas del Caribe (fig. 2), creciendo de manera natural en la Isla de Española (2, 30, 37), en Puerto Rico (31) y en las Antillas Menores, desde St. Kitts (5), a través de Guadeloupe (22) y Dominica (5) hasta la Martinica (48). Sin embargo, unos estudios taxonómicos recientes indican que esta especie podría haber desaparecido de la Martinica (22).

El motillo es un componente común de los bosques montanos de la Sierra de Luquillo de Puerto Rico, a unas elevaciones de 150 a 600 m (50, 54, 55). Antes del año 1900 en Puerto Rico, esta especie fue también común en la Cordillera Central a elevaciones de 150 a 900 m (50). Sin embargo, gran parte de la Cordillera Central se encuentra hoy en día cubierta por un bosque secundario en donde el motillo es menos común (6, 7).

## Clima

En Puerto Rico, el motillo crece en los bosques montanos húmedos a muy húmedos. La precipitación en estos tipos de bosque varía entre 1800 a 4000 mm por año, con unas temperaturas anuales promedio de 20 a 24 °C (10). La precipitación a través de la distribución natural de esta especie es similar a la de Puerto Rico, aunque en algunas áreas de Dominica (26) la precipitación excede los 5000 mm por año. Las áreas en donde el motillo es nativa se encuentran libres de heladas.



**Figura 2.**—Las áreas sombreadas representan la distribución natural del motillo, *Sloanea berteriana*, en el Caribe: Española, Puerto Rico y de St. Kitts hasta la Martinica.

## Suelos y Topografía

El motillo en el bosque montano bajo pluvial de Dominica crece en suelos de arcilla roja densa, que en varias áreas se encuentran sobre unas capas duras impermeables (26). Estos suelos pobremente drenados son bajos en oxígeno.

En la Sierra de Luquillo de Puerto Rico, el motillo crece principalmente en suelos arcillosos ácidos, clasificados como Ultisoles e Inceptisoles. Esta especie se encuentra en todas las posiciones topográficas, pero es más común en las pendientes escarpadas, las pendientes bajas y las tierras bajas (15) o en las hondonadas húmedas (31). Los suelos en estas posiciones de pendiente baja están caracterizados por unos niveles más altos de magnesio (28). En la vertiente de Bisley de la Sierra de Luquillo, los árboles y brinzales de motillo son más comunes en las posiciones topográficas más bajas o en los valles (3).

## Cobertura Forestal Asociada

El bosque más espléndido del Archipiélago del Caribe es el bosque pluvial designado como la asociación *Dacryodes-Sloanea* (48). *Dacryodes excelsa* Vahl, el componente principal de este bosque, se encuentra desde Puerto Rico hasta Grenada. El componente de *Sloanea* de esta asociación está compuesto de varias especies de árboles, incluyendo al motillo. La tabla 1 lista las especies de árboles más comúnmente asociadas con el motillo en los bosques caribeños.

En Puerto Rico, el motillo está en su mayor parte restringido al bosque montano bajo pluvial (*sensu* Beard; 5), el cual es el equivalente del bosque tabonuco (51) o aproximadamente el equivalente del bosque subtropical muy húmedo y subtropical pluvial (*sensu* Holdridge; 21, 27). Es mucho menos común en el bosque montano pluvial (*sensu* Beard; 5), el cual es el equivalente del bosque colorado (51) o

aproximadamente el equivalente del bosque montano bajo muy húmedo y montano bajo pluvial (*sensu* Holdridge; 27). El motillo existe también en las áreas más húmedas del bosque subtropical húmedo.

Los censos de todos los árboles  $\geq 10.0$  cm en d.a.p. durante la mitad de la década de 1940, mostraron que el motillo constituyó el 4.2 por ciento de todos los tallos en el bosque tabonuco, pero sólo el 0.6 por ciento de los tallos en el bosque colorado (51). De las 30 especies de árboles principales en el bosque tabonuco, el motillo ocupó el tercer lugar en la densidad de los tallos y el noveno tanto en la dominancia del área basal como el volumen (9). La mayoría de los tallos se encontraron en clases de acuerdo al d.a.p. de menos de 30 cm. En el bosque tabonuco de la vertiente de Bisley, el motillo promedió 25 toneladas por ha, o alrededor del 11 por ciento de la biomasa sobre el terreno (44).

En contraste, el motillo es poco común en los bosques secundarios de Puerto Rico. En el censo a través de toda la isla en 1980, que cubrió la mitad de Puerto Rico, el motillo constituyó 2,500 m<sup>3</sup> del volumen maderero o solamente un 0.5 por ciento del volumen total muestreado (7). En un censo del bosque Toro Negro en 1983 en la Cordillera Central, el motillo, con solamente el 0.3 por ciento del área basal, constituyó una porción relativamente menor de la muestra mixta de rodales primarios y secundarios (6).

## CICLO VITAL

### Reproducción y Crecimiento Inicial

**Flores y Fruto.**—Las flores del motillo aparecen en racimos sin ramificar de 5 cm o menos de largo, con varias flores emergiendo de pedúnculos finos y vellosos de alrededor

**Tabla 1.**—Especies de árboles con mayor frecuencia asociadas con el motillo, *Sloanea berteriana*, en varias localidades en bosques del Caribe

Pais	Localidad	Elevación	Precipitación	Principales especies asociadas	Referencia
		-Metros-	mm/año		
<b>Dominica</b>	Valle de Layou	275-425	~4000	<i>Dacryodes excelsa</i> <i>Sloanea truncata</i> <i>Sterculia caribaea</i>	(5)
	Sylvania	500	5000	<i>Amanoa caribaea</i> <i>D. excelsa</i> <i>Tapura antillana</i>	(26)
<b>Puerto Rico</b>	Bisley	300	3300	<i>D. excelsa</i> <i>Guarea guidonia</i> <i>Inga fagifolia</i> <i>Prestoea montana</i> *	(3)
	Sierra de Luquillo, Río Grande	180-600	2300 a	<i>Cecropia schreberiana</i> <i>D. excelsa</i>	(15)
	Sabana 4 Sabana 8		3500	<i>Ormosia krugii</i> <i>P. montana</i>	
	Sierra de Luquillo, bosque tabonuco	250-600	3000	<i>C. schreberiana</i> <i>D. excelsa</i> <i>Prestoea montana</i> * <i>Micropholis garciniaefolia</i>	(51)
<b>St. Kitts</b>	Wingfield Estate	275-450	~3000	<i>Aniba bracteata</i> <i>D. excelsa</i> <i>P. montana</i>	(5)

\**Euterpe globosa* es el nombre anterior de *Prestoea montana*.

de 1.3 a 1.9 cm de largo (31). Cada flor contiene cuatro o cinco sépalos de color amarillo pálido, puntiagudos y vellosos y de 0.6 a 0.8 cm de largo. Los pétalos están ausentes. Los numerosos estambres vellosos, de 0.6 cm o menos de largo, se encuentran adheridos a un disco ancho. El pistilo vellosos, de 0.6 cm de largo, consiste de un ovario de 4 células, un estilo, y cuatro estigmas (a veces de un ovario de 3 células y tres estigmas). La florescencia en Puerto Rico ocurre principalmente entre febrero y julio (20).

**Producción de Semillas y su Diseminación.**—Las cápsulas de semillas del motillo consisten de cuatro partes y son duras, con unas paredes de aproximadamente 0.5 cm de grueso. Las cápsulas contienen unas pocas semillas de redondas a elípticas, de aproximadamente 1.3 cm de largo (31). La caída de las frutas ocurre en todos los meses (31), con el máximo coincidiendo con la temporada de invierno entre noviembre y marzo (20, 38).

En unos estudios en Puerto Rico efectuados en la segunda mitad de la década de 1940, una muestra de 1,125 frutas verdes pesada poco después de la recolección tuvo un promedio de 110 frutas por kilogramo; las semillas, algunas de ellas con partes de la fruta todavía adheridas, promediaron 1,170 por kilogramo (34). El contenido de humedad de las frutas verdes representó el 42 por ciento del peso total de las frutas (34). La germinación para las semillas sembradas inmediatamente en el suelo fue de 17 por ciento (34). Las semillas almacenadas por 1 mes a 5 °C no germinaron, pero el 45 por ciento de aquellas almacenadas a 26 °C por 1 mes sí germinaron (34).

Unos estudios recientes en Puerto Rico usando una muestra de 80 frutas y semillas confirmaron los resultados anteriores: las frutas promediaron  $9.04 \pm 0.22$  g en peso y las semillas promediaron  $0.46 \pm 0.01$  g (Alberto Rodríguez, comunicación personal<sup>1</sup>). Una prueba usando 250 semillas de motillo almacenadas por unos pocos días bajo condiciones ambientales tuvo una germinación del 52 por ciento, comenzando a los 5 días y terminando a los 9 días.

**Desarrollo de las Plántulas.**—Las plántulas de motillo son hipogeas, pero han sido clasificadas más específicamente

como fanerocotilares, es decir, caracterizadas por unas plántulas que escapan de la testa durante la germinación (18). El crecimiento inicial del motillo es lento. De las 116 semillas germinadas plantadas en bolsas plásticas, el 82 por ciento sobrevivió por 10 meses con una exposición al sol directo. Las 96 plántulas sobrevivientes crecieron a una altura promedio de tan solo  $12.5 \pm 0.2$  cm. Los problemas con la irrigación, causados por la prolongada sequía de 1993-94 en Puerto Rico, probablemente tuvieron un impacto negativo sobre la supervivencia de las plántulas y su desarrollo. Además, el sombreado parcial de las plántulas o la inoculación de las raíces con micorrizas endotróficas, o ambas prácticas a la vez, podrían haber rendido unos resultados diferentes.

**Reproducción Vegetativa.**—No se ha observado la reproducción vegetativa del motillo en los bosques sin perturbar. Sin embargo, después del Huracán Hugo, unos nuevos tallos rebrotaron a lo largo de los troncos, inclinados o en pie, que habían perdido la mayor parte de sus copas. Se observó también el rebrote a lo largo de árboles tumbados.

### Etapa del Brinjal hasta la Madurez

**Crecimiento y Rendimiento.**—El árbol de motillo de mayor tamaño en Puerto Rico mide 2.4 m en d.a.p. y 26.0 m de alto y tiene una alcance de copa de 22.2 m (en los archivos del IIDT<sup>2</sup>). Sin embargo, en general, el motillo no alcanza un gran tamaño en Puerto Rico.

Las observaciones sobre el crecimiento arbóreo a partir de varias parcelas permanentes esparcidas a través del bosque tabonuco en la Sierra de Luquillo se encuentran disponibles. La mediciones comprendiendo de 18 a 30 años mostraron un crecimiento anual en el d.a.p. promedio de 0.30 a 0.69 cm por año para los árboles  $\geq 10$  cm en d.a.p. y de 0.09 a 0.18 cm por año para los árboles  $\geq 4$  cm en d.a.p. (tabla 2). Estas tasas de crecimiento son comparables a las de otras especies de árboles en el mismo tipo de bosque.

**Comportamiento Radical.**—Las plántulas de 15 cm de alto tienen unas raíces pivotantes que promedian

<sup>1</sup>Alberto Rodríguez, técnico forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, P.O.Box 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

<sup>2</sup>Registro de árboles campeones de Puerto Rico, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, P.O.Box 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

**Tabla 2.**—Información comparativa sobre el crecimiento del motillo, *Sloanea berteriana*, en Puerto Rico

Parcela	Elevación	Arboles muestreados	Duración	Crecimiento en el d.a.p.	Referencia
	- - Metros - -	Número	Años	cm/año	
<b>Río Grande</b>	420-600	17	18	0.30 *	(16)
<b>Sabana 4</b>	210-600	41	18	0.48 †	(16)
<b>Sabana 8</b>	180-360	8	18	0.69 *	(16)
<b>Cima tabonuco 1</b>	400	17	30	0.09 ‡	(54)
<b>Pendiente tabonuco 3</b>	570	14	30	0.10 ‡	(54)
<b>Tabonuco entresacado</b>	450	3	30	0.18 §	(54)
<b>Varias parcelas</b>	400-600	30	5	0.48 ¶	(49)

\* Arboles  $\geq 10$  cm en d.a.p., parcelas entresacadas.

† Arboles  $\geq 10$  cm en d.a.p., parcela sin perturbar.

‡ Arboles  $\geq 4$  en d.a.p., parcela sin perturbar.

§ Arboles  $\geq 4$  cm en d.a.p., parcela entresacada.

¶ Arboles codominantes e intermedios en varias parcelas dentro de la Sierra de Luquillo.

aproximadamente 20 cm de largo. Numerosas raíces laterales promediando entre 5 y 8 cm de largo emergen a lo largo de la raíz pivotante. Las raíces del motillo bajo condiciones naturales crecen en asociación con micorrizas endotróficas (19). Los injertos radicales entre árboles vivos y tocones viejos adyacentes, que en ese caso permanecen con vida, han sido observados en el Bosque Experimental de Luquillo (40).

**Reacción a la Competencia.**—El motillo está clasificado como una especie forestal primaria (46). Esta designación se derivó al comparar la supervivencia de las plántulas y los árboles del sotobosque en un bosque cerrado, el tamaño de las semillas, y el peso específico de la madera para las especies que alcanzan el dosel en el bosque tabonuco. La calificación compuesta del motillo, basada en la alta supervivencia de las plántulas y los árboles del sotobosque, sus semillas grandes y la madera densa de la especie, lo ubicó como tercero entre las especies más primarias de las 29 especies estudiadas, después de *Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze, la cual ocupó el primer lugar, y *Eugenia stahlia* (Kiaersk) Krug & Urban, la cual ocupó el segundo lugar (46).

La información a partir de cuatro parcelas permanentes en el bosque tabonuco podría proveer de una información valiosa para entender la reacción del motillo a la competencia (tabla 3). En 1946, 14 años después del Huracán de San Cipriano, el motillo constituyó el 6.0 por ciento de los tallos y el 2.7 por ciento del área basal en los cuatro rodales combinados. Para 1976, la proporción de los tallos y el área basal del motillo había disminuido a 4.7 y 2.2 por ciento, respectivamente. Alrededor del 54 por ciento de los tallos de motillo censados originalmente en 1946 estaban todavía vivos en 1976.

El motillo se regeneró bien después del huracán de 1932 (14), como lo revela el aumento subsecuente en el número de tallos pequeños. El crecimiento en d.a.p. del motillo en rodales entresacados medido por un espacio de 18 a 30 años fue un 48 por ciento mayor que aquel de las parcelas de control sin perturbar (54). Las condiciones inmediatamente después de los huracanes pueden ser excelentes para la germinación y crecimiento inicial del motillo. Además, con un espaciamiento adecuado, un aumento sostenido en el d.a.p. es también posible. Sin embargo, a medida que el bosque posterior al huracán se recupera, numerosos árboles pequeños mueren,

el área basal aumenta y el dosel forestal se cierra. Bajo estas condiciones, las proporciones de los tallos y el área basal del motillo disminuyen (tabla 3).

Existen datos ecológicos sobre el motillo a partir de numerosos estudios efectuados en la Sierra de Luquillo. El peso promedio de 814 hojas de motillo fue de 9.3 mg por cm<sup>2</sup> (40), lo que implica un peso foliar específico de 107.5 cm<sup>2</sup> por g. El número de estomas en la epidermis inferior de las hojas de motillo promedió 40,000 por centímetro cuadrado (13). Los números de estomas se encontraron alrededor de la media para las 30 especies de plantas medidas, árboles en su mayoría. Los tamaños de los estomas y los poros, sin embargo, tienden a ser un tanto menores que la media respectiva para las 30 especies.

Otros estudios muestran que la descomposición fungal de las hojas de motillo en un arroyo en el bosque pluvial fue aproximadamente un 20 por ciento más lenta que la de otras especies comunes en el dosel en el bosque tabonuco (42). En contraste, la desaparición de la hojarasca de motillo en el suelo forestal fue la más lenta de tres especies primarias sometidas a prueba, pero más rápida que la de tres especies secundarias (12). Otros estudios ecológicos del motillo proveen de información sobre la biomasa y el contenido de nutrientes para los varios componentes de la planta (23, 24, 41, 44), de estimados sobre el contenido de clorofila de las hojas (39), de varios parámetros metabólicos relacionados a la fotosíntesis y respiración de las plántulas (33), y de los valores para el carbono en las hojas, tallos y raíces de las plántulas (36).

**Agentes Dañinos.**—La madera del motillo es moderadamente resistente a la termita de la madera seca *Cryptotermes brevis* Walker (56), pero no es durable insertada en el suelo ni resistente a los teredos marinos (32).

*Acanalonia agilis* y *Nipaecoccus nipae*, unos insectos homópteros, fueron recolectados del follaje del motillo y podrían consumir las hojas de esta especie (35). Además, un patógeno sin identificar fue responsable por la muerte de porciones de copas de gran tamaño del motillo (Frank H. Wadsworth, comunicación personal<sup>3</sup>).

<sup>3</sup>Frank W. Wadsworth, investigador forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, P.O.Box 25000, Río Piedras, PR 00928-5000.

**Tabla 3.**—Información comparativa para el motillo, *Sloanea berteriana*, en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico\*

Plot	Area basal				Número de tallos				Supervivencia de los tallos de motillo de 1946†
	1946		1976		1946		1976 †		
	Rodal	Motillo	Rodal	Motillo	Rodal	Motillo	Rodal	Motillo	
	-----m <sup>2</sup> /ha-----				-----No./ha-----				Porcentaje
<b>El Verde 3</b>	20.6	1.67	25.0	1.67	1,728	285	1,410	119	32
<b>Pendiente de Palmas 2</b>	31.9	0.65	31.8	0.82	1,772	51	1,470	59	51
<b>Cima tabonuco 1</b>	43.7	1.00	51.1	0.31	1,778	82	1,188	52	51
<b>Pendiente de tabonuco 3</b>	41.6	0.36	43.5	0.53	2,359	43	2,032	53	81
<b>Promedio</b>	34.4	0.92	37.8	0.83	1,909	115	1,525	71	54

\* Referencias: 14, 34.

† El grupo de datos de 1976 incluye el reclutamiento de nuevos tallos de motillo y otras especies entre 1946 y 1976. La información sobre la supervivencia se refiere solamente al porcentaje de tallos de motillo censados en las parcelas de 1946 que se encontraron sobreviviendo en 1976.

Los árboles de motillo en la Sierra de Luquillo que habían sido defoliados durante el Huracán de San Felipe en 1928 se refoliaron en un período de 6 meses (4). Después del Huracán Hugo en 1989, los árboles de motillo en El Verde, a sotavento de la tormenta en la Sierra de Luquillo, sufrieron de varios impactos, incluyendo la defoliación, la pérdida de ramas, la quiebra de troncos y los tallos desarraigados; algunos de los árboles perecieron (53).

## USOS

El motillo tiene una madera muy dura, pesada, fuerte y de varios colores (32), con un peso específico de 0.8 g por cm<sup>3</sup> (31, 40). El duramen puede ser de color grisáceo, amarillo pardo grisáceo, pardo amarillento o de un pardo rosáceo uniforme a pardo chocolate. El duramen es por lo usual fácil de distinguir de la albura amarillenta.

La madera del motillo se seca al aire moderadamente bien, con una cantidad moderada de degradación. Durante el secado ocurre una cantidad de leve a moderada de curvatura, cuarteadura superficial y encogimiento uniforme. Esta madera se trabaja moderadamente bien y rinde unas superficies de buenas a excelentes en todas las operaciones a máquina, pero acepta los tornillos y los clavos de manera pobre.

La madera de los árboles de motillo tiene una textura mediana, un lustre bajo y una fibra irregular y no es particularmente atractiva; como resultado de esto, la madera ha sido escasamente usada para muebles y ebanistería (31, 32). La madera del motillo se usa principalmente para traviesas de ferrocarril, la construcción, partes para botes, pisos con tráfico pesado, mangos de herramientas, partes de implementos agrícolas y pilotes en áreas libres de teredos (31, 32, 52). Los tratamientos preservativos en pentaclorofenol<sup>4</sup> al 5 por ciento disuelto en aceite diesel, a la vez que un proceso de doble difusión que usa floruro de sodio seguido de sulfato de cobre, aumentaron en alrededor de 10 años la vida de servicio de los postes de cerca en Puerto Rico (17).

La cotorra de Puerto Rico, *Amazona vittata*, se alimenta de las semillas de motillo en el Bosque de Luquillo (47). En la República Dominicana y en Dominica, los especímenes de *Sloanea* (posiblemente de motillo) de gran tamaño, sirven como lugares para el anidaje de las cotorras (47). Sin embargo, en Puerto Rico el motillo rara vez crece a un tamaño lo suficientemente grande como para producir unas cavidades apropiadas para el anidaje.

## GENETICA

Se ha reportado el volumen nuclear del motillo (29) y el contenido de ácido deoxirribonucleico en hojas al sol y sombreadas de esta especie en la Sierra de Luquillo (11). *Rheedia laterifolia* Bert. ex Choisy non L. se reporta como un sinónimo para el motillo (48).

Otra especie, *S. amygdalina* Griseb., que es rara en el Bosque de Maricao en el occidente de Puerto Rico, se reporta

también en Cuba y la Isla de Española (31). Además, varias otras especies de *Sloanea* crecen en el Archipiélago del Caribe desde Cuba y Jamaica a través de las Antillas Menores hasta Grenada (1, 2, 5, 8, 30, 43, 49). Muchas de estas especies se encuentran en gran parte restringidas al bosque montano bajo pluvial y rara vez se encuentran en otras comunidades. Stehle (44) sugirió que estas especies podrían ser unos remanentes de un endemismo conservativo en bosques pluviales insulares separados, o posiblemente unas especies sujetas al endemismo después de su segregación de las especies continentales. El género *Sloanea*, el segundo en tamaño en la familia Elaeocarpaceae, contiene aproximadamente 120 especies de árboles tropicales asiáticos y americanos (25).

## LITERATURA CITADA

1. Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
2. Barker, Henry D.; Dardeau, William S. 1930. Flore d'Haiti. Port-Au-Prince, Haiti: La Direction du Service Technique du Departement de l'Agriculture et de l'Enseignement Professionnel. 455 p.
3. Basnet, Khadga. 1992. Effect of topography on the pattern of trees in the tabonuco (*Dacryodes excelsa*) dominated rain forest of Puerto Rico. *Biotropica*. 24(1): 31-42.
4. Bates, Charles Z. 1929. Efectos del huracán del 13 de septiembre de 1928 en distintos árboles. *Revista de Agricultura de Porto Rico*. 23: 113-117.
5. Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
6. Birdsey, Richard A.; Jiménez, Diego. 1985. The forests of Toro Negro. Res. Pap. SO-222. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 29 p.
7. Birdsey, Richard A.; Weaver, Peter L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. Res. Bull. SO-85. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 59 p.
8. Bisse, Johannes. 1981. Árboles de Cuba. Habana, Cuba: Ministerio de Cultura, Editorial Científico-Técnica. 384 p.
9. Briscoe, C.B.; Wadsworth, F.H. 1970. Stand structure and yield in the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 79-89. Capítulo B-6.
10. Calvesbert, Robert J. 1970. Climate of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Climatography of the United States 60-52. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, Environmental Science Administration, Environmental Data Service. 29 p.
11. Canoy, Michael J. 1970. Deoxyribonucleic acid in rain forest leaves. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 69-70. Capítulo G-6.
12. Caro, F. la; Rudd, R.L. 1985. Leaf litter disappearance rates in Puerto Rican montane rain forest. *Biotropica*. 17(4): 269-276.

<sup>4</sup>El uso de pentaclorofenol ha sido prohibido por la Agencia para la Protección del Ambiente de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency).

13. Cintrón, Gilberto. 1970. Variation in size and frequency of stomata with altitude in the Luquillo Mountains. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 133-135. Capítulo H-9.
14. Crow, T.R. 1980. A rainforest chronicle: a 30 year record of change in structure and composition at El Verde, Puerto Rico. *Biotropica*. 12(1): 42-55.
15. Crow, Thomas R.; Grigal, David F. 1979. A numerical analysis of arborescent communities in the rain forest of the Luquillo Mountains, Puerto Rico. *Vegetatio*. 40(3): 135-146.
16. Crow, Thomas R.; Weaver, Peter L. 1977. Tree growth in a tropical moist forest of Puerto Rico. Res. Pap. ITF-22. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 17 p.
17. Chudnoff, M.; Boone, R.S.; Goytía, E. 1969. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico. Res. Pap. 10. Río Piedras, Puerto Rico: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 30 p.
18. Duke, James A. 1970. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 239-274. Capítulo B-15.
19. Edmisten, Joe. 1970. Survey of mycorrhiza and nodules in El Verde forest. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 15-20. Capítulo F-2.
20. Estrada Pinto, Alejo. 1970. Phenological studies of trees at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 237-269. Capítulo D-14.
21. Ewel, John J.; Whitmore, Jacob L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Pap. ITF-18. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
22. Fournet, Jacques. 1978. Flore illustree des phanerogames de Guadeloupe et de Martinique. Paris, France: Institut National de la Recherche Agronomique. 1654 p.
23. Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1985. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain forest. *Ecological Monographs*. 55(3): 315-369.
24. Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1991. Hurricane damage to a flood plain forest in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Biotropica*. 23 (4a): 324-335.
25. Heywood, V.H. 1978. Flowering plants of the world. New York: Mayflower Books, Inc. 336 p.
26. Hodge, W.H. 1954. Flora of Dominica, B.W.I.: Part 1. *Lloydia*. 17(1): 1-238.
27. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
28. Johnston, Mark H. 1992. Soil-vegetation relationships in a tabonuco forest community in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology*. 8: 253-263.
29. Koo, F.K.S.; Irizarry, Edith R. de. 1970. Nuclear volume and radiosensitivity of plant species at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 15-20. Capítulo G-1.
30. Liogier, Henri Alain. 1981. *Phytologia memoirs III. Antillan studies I, flora of Hispaniola: part 1, Celastrales, Rhamnales, Malvales, Thymedeales, Vioales*. Plainfield, NJ: Harold N. Moldenke and Alma L. Moldenke. 218 p.
31. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
32. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. *Agric. Handb.* 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
33. Lugo, Ariel. 1970. Photosynthetic studies on four species of rain forest seedlings. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 81-102. Capítulo I-7.
34. Marrero, José. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 10: 11-30.
35. Martorell, Luis F. 1975. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Río Piedras, PR: Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Department of Entomology. 303 p.
36. Medina, E.; Sternberg, L.; Cuevas, E. 1991. Vertical stratification of delta 13C values in closed natural and plantation forests in the Luquillo Mountains, Puerto Rico. *Oecologia*. 86(3). 369-372.
37. Moscoso, R.M. 1943. *Catalogus florae Domingensis (Catálogo de la flora dominicana)*. Parte 1: Spermatophyta. New York: L & S Printing Company, Inc. 732 p.
38. Murphy, Peter G. 1970. Tree growth at El Verde and the effects of ionizing radiation. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 141-171. Capítulo D-4.
39. Odum, H.T.; Abbott, W.; Selander, R.K. [y otros]. 1970. Estimates of chlorophyll and biomass of the tabonuco forest of Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 3-19. Capítulo I-1.
40. Odum, Howard T. 1970. Summary: an emerging view of the ecological system at El Verde. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 191-289. Capítulo I-10.
41. Ovington, J.D.; Olson, J.S. 1970. Biomass and chemical content of El Verde lower montane rain forest plants. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 53-77. Capítulo H-2.
42. Padgett, D.E. 1976. Leaf decomposition by fungi in a tropical rainforest stream. *Biotropica*. 8(3): 166-178.
43. Sauget, J.S.; Liogier, H.A. 1953. Flora de Cuba. *Contribuciones Ocasionales* 13. Habana, Cuba: Museo de Historia Natural de "Colegio de la Salle." 502 p.
44. Scatena, F.N.; Silver, W.; Siccoma, T.; Sánchez, M.J. 1993. Biomass and nutrient content of the Bisley experimental watersheds, Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico, before and after Hurricane Hugo, 1989. *Biotropica*. 5(1): 15-27.

45. Smith, Robert Ford. 1970. Preliminary illustrated leaf key to the woody plants of the Luquillo Mountains. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 275-290. Capítulo B-16.
46. Smith, Robert Ford. 1970. The vegetation structure of a Puerto Rican rain forest before and after short-term gamma radiation. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information: 103-140. Capítulo D-3.
47. Snyder, Noel F.R.; Wiley, James W.; Kepler, Cameron B. 1987. The parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican Parrot. Los Angeles, CA: Western Foundation of Vertebrate Zoology. 384 p.
48. Stehle, Henri. 1947. Notes taxonomiques, xylologiques et géographiques sur les chataigniers du genre *Sloanea* des Petites Antilles. Caribbean Forester. 8: 301-307.
49. Tropical Forest Experiment Station. 1953. Thirteenth annual report. Caribbean Forester. 14(1): 1-33.
50. Wadsworth, Frank H. 1950. Notes on the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900. Caribbean Forester. 11: 38-47.
51. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. Caribbean Forester. 12(3): 93-114.
52. Wadsworth, Frank H. 1952. Forest management in the Luquillo Mountains. III. Selection of products and silvicultural policies. Caribbean Forester. 13(3): 93-119.
53. Walker, Lawrence R. 1991. Tree damage and recovery from Hurricane Hugo in Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. Biotropica. 23(4a): 379-385.
54. Weaver, Peter L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Res. Pap. SO-190. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 24 p.
55. Weaver, Peter L. 1994. Baño de Oro Natural Area: Luquillo Mountains, Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-111. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 56 p.
56. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indies dry-wood termite *Cryptotermes brevis* Walker. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 41: 259-311.