

Cyrilla racemiflora L. Palo colorado

Cyrillaceae Familia de las cirilas

Peter L. Weaver

Cyrilla racemiflora L., conocido como palo colorado en Puerto Rico y como "cyrilla" o "leatherwood" en los Estados Unidos, crece en una variedad de suelos tanto en las regiones templadas como las tropicales, extendiéndose desde el sureste del estado de Virginia hasta el norte de Brasil. El palo colorado, mejor conocido tal vez como un arbusto ornamental o un árbol pequeño en el sureste de los Estados Unidos, alcanza su tamaño y edad máximos en los bosques montanos de las Indias Occidentales. En el Bosque Experimental de Luquillo del noreste de Puerto Rico, el palo colorado es el preferido para el anidaje de la cotorra de Puerto Rico, *Amazona vittata*, en peligro de extinción.

HABITAT

Area de Distribución Natural y de Naturalización

El palo colorado crece de manera natural desde la latitud 37° N. en el sureste del estado de Virginia hasta la latitud 2° S. en el norte de Brasil (3, 39, 60) (fig. 1). El palo colorado ha sido observado en la América Central, en los bosques montanos de las Antillas Mayores y Menores, en el este de Colombia, en Venezuela, Guyana y en el norte de Brasil. Se ha reportado como resistente a las heladas hasta Nueva York y Massachusetts (61, 66).

De manera más específica, el palo colorado se ha registrado en la región de Oaxaca en México (60), en el área central de Belice y en las áreas costeras caribeñas del noreste de Nicaragua (37) y en Panamá (33). El palo colorado es muy común a través de Cuba y en la Isla de Pinos (2). Es particularmente común en los bosques de pinos y en las áreas pantanosas en donde ocurre en forma de arbusto (50). En la Sierra Maestra

de Cuba, la especie crece como un árbol de gran tamaño. En Jamaica, el palo colorado es común como un arbusto o un árbol pequeño en los condados al oriente, pero se le encuentra solamente de manera ocasional en los condados centrales (1). En los matorrales y arboledas montanos a unas elevaciones de 450 a 1,900 m, crece hasta un gran tamaño. El palo colorado es también común en los matorrales y los bosques a través de la Isla de la Española (6, 36). El palo colorado crece a una elevaciones de más de 300 m en los bosques montanos de Puerto Rico, entre los cuales se incluye a Toro Negro, Maricao, Carite y el Bosque Experimental de Luquillo (11, 39). En este último, el palo colorado puede alcanzar hasta 1 m o más de diámetro (75).

El palo colorado es un componente de los bosques montanos en las Antillas Menores, incluyendo a Guadeloupe, la Martinica (7, 8, 23), Dominica (8) y St. Vincent (8, 82), alcanzando unos grandes diámetros en muchos casos. Es un arbusto o árbol común en el sur de Venezuela (54, 71), en la región guyánica del este de Colombia (25) y en Guyana (66). El palo colorado crece también en las cuencas de los ríos Nhamunda y Trombetas al noroeste de Santarem, en las cuencas de los ríos Negro y Curicuriari al sur de la línea ecuatorial en el noroeste de Brasil (3) y en la Serra de Araca del norte de Brasil (48).

La presencia del palo colorado en los bosques montanos del Bosque Experimental de Luquillo y presuntamente en otras partes de la Cuenca del Caribe, se remonta muy hacia atrás en el tiempo. Los granos de pólen del palo colorado, de una forma esferoide, fueron uno de los granos más predominantes encontrados en los perfiles del esfagno del Bosque Experimental de Luquillo hasta unas profundidades de cerca de 80 cm (45).

Clima

El extremo norte de la distribución del palo colorado en el sureste del estado de Virginia tiene unas temperaturas mensuales promedio de entre 5 °C durante el invierno y 26 °C en el verano (42). La precipitación anual promedio 1150 mm. Las heladas no son raras y pueden ocurrir desde noviembre hasta el final de marzo. En el sureste de Texas, la precipitación anual promedio varía entre 1220 y 1420 mm, con unas temperaturas anuales promedio de cerca de 20 °C (43). En las cercanías de Oaxaca, en México, el palo colorado crece en los bosques subtropicales húmedos con una precipitación anual promedio de alrededor de 1000 mm y una temperatura anual promedio de 20 °C (51).

En la América Central, el palo colorado crece en los bosques subtropicales húmedos en Belice, en donde la precipitación anual promedio es de entre 1500 y 2000 mm (55). Ocurre también en el bosque subtropical muy húmedo del noreste de Nicaragua, en donde la precipitación anual promedio varía entre 2000 y 3000 mm.



Figura 1.—Las áreas sombreadas y las áreas circunscritas por la línea punteada indican la distribución del palo colorado, *Cyrilla racemiflora*, en el Nuevo Mundo.

En la Cuenca del Caribe, el palo colorado se puede encontrar en varias de las zonas de vida de Holdridge (32): en los bosques subtropicales secos, los subtropicales húmedos, los subtropicales muy húmedos, los subtropicales pluviales, los subtropicales montanos bajos muy húmedos y los montanos bajos pluviales. En Cuba, las precipitaciones anuales promedio varían entre 1500 mm en la Isla de Pinos hasta más de 2000 mm en las montañas al oriente (55). En Jamaica, la precipitación anual varía entre 1500 y hasta más de 4000 mm. El palo colorado es más común en Puerto Rico en el bosque montano bajo muy húmedo y en el bosque subtropical pluvial (22), en donde la precipitación anual promedio varía entre 2500 y hasta más de 4000 mm. En las Antillas Menores, el palo colorado se puede encontrar principalmente en las zonas de vida forestales montana baja muy húmeda y montana baja pluvial, con una precipitación anual promedio de 2000 a 4000 mm o más. Para la mayoría de la distribución del palo colorado en la Cuenca del Caribe, la precipitación anual promedio varía entre 1500 y 4000 mm, mientras que las temperaturas anuales promedio son de entre 18 y 24 °C.

En el norte de la América del Sur (al este del centro de Colombia, Venezuela y Guyana), un área ocupada más que nada por bosques tropicales húmedos, la precipitación anual promedio varía entre 2000 y 3800 mm (55). En Brasil, el palo colorado crece en los bosques tropicales húmedos con una precipitación anual promedio de 2000 y 2800 mm y unas temperaturas anuales promedio de entre 24 y 26 °C.

Suelos y Topografía

El palo colorado crece en varios suelos y posiciones topográficas a través de su distribución. En la planicie costera del sureste de los Estados Unidos, crece como un arbusto o árbol pequeño en las tierras pantanosas dominadas por los arbustos, ubicadas en los terrenos llanos elevados entre corrientes de agua (terrenos pantanosos pocosin) (16, 49). Estas áreas se caracterizan por la presencia de aguas superficiales temporales, la quema periódica y los suelos ácidos de humus arenoso, turba o despojos vegetales. El palo colorado ocurre tanto en los pocosines bajos, que son los sitios más limitados en nutrientes con turbas profundas, tales como los que ocurren en el centro de un complejo de pantanos, como en los pocosines altos, que ocurren en turbas menos profundas (16).

En el pantano de Okefenokee en el sur del estado de Georgia y en el norte de la Florida, el palo colorado crece en las islas recién formadas, compuestas de turba y hojarasca, después de haber sido inicialmente colonizadas por los juncos y las gramíneas (14, 26). A través del norte de la Florida, el palo colorado habita en los bancos de los ríos, los pantanos aluviales y no aluviales y en las costas de las bahías (35). A lo largo de la costa del golfo, crece en los lechos de los ríos sombreados, en las orillas de los pantanos arenosos cerca de los estanques poco profundos y en las crestas altas, arenosas y expuestas que se elevan por encima de los arroyos (53). Parece crecer bien en los suelos arenosos con una humedad y materia orgánica altas (61).

En los bosques montanos de Cuba, el palo colorado crece predominantemente en los suelos arcillosos ácidos (10). En los bosques montanos de Jamaica, el palo colorado crece en las pendientes expuestas a barlovento (57). Unas investigaciones más recientes detectaron al palo colorado en

las montañas Blue, John Crow y Port Royal, creciendo bajo cuatro diferentes condiciones que se distinguen por la topografía y los suelos (27, 63). Los suelos muy húmedos de las pendientes son Litosoles, o suelos delgados sobre roca sólida, con unos pH de entre 4.0 y 5.5. Los suelos en las crestas en promontorios son más profundos, más maduros y tienen una acumulación distintiva de humus en los primeros 10 cm de suelo. Los pH del suelo son de entre 3.5 y 4.0. Los suelos en las cimas de las crestas tienen una capa de humus más profunda y unos pH que varían entre 2.8 y 3.8. Los suelos en las hondonadas, también profundos con una capa de hojarasca no continua, se encuentran enriquecidos por humus tan sólo en los primeros 3 cm de la superficie. Sus valores de pH varían entre 4.4 y 5.0.

En Puerto Rico, el palo colorado es común en las crestas (79) y en las pendientes leves y moderadas a mayor altitud en el Bosque Experimental de Luquillo (13). Los suelos de Puerto Rico son también unas arcillas ácidas, por lo usual saturadas y a veces poco profundas sobre capas duras (13). El palo colorado se ha reportado también en deslices de tierra recientes con unas cantidades menores de materia orgánica y unas concentraciones más bajas de nutrientes que aquellas encontradas en los suelos maduros (28). En la región guyánica del este de Colombia, el palo colorado crece en las pendientes azotadas por los vientos a unas elevaciones medianas, especialmente en los suelos arenosos pobres (25).

Los estudios sobre la descomposición de 65 hojas de palo colorado recién caídas en Jamaica mostraron que el 32 por ciento del peso en seco inicial se perdió en el transcurso de un año (64). Los valores para otras 14 especies en el mismo experimento variaron entre 27 y ≥ 96 por ciento, lo que sugiere que las hojas del palo colorado se descomponen de manera más lenta que la mayoría de las especies de bosque montano.

Cobertura Forestal Asociada

La extensa distribución del palo colorado en el Nuevo Mundo, que incluye a los bosques templados y tropicales, lo hace un componente regular de varios tipos diferentes de bosque. En el sureste de los Estados Unidos, el palo colorado crece como un arbusto o un árbol pequeño en los bosques dominados por *Pinus echinata* Mill., *P. elliottii* Engelm., *P. palustris* Mill. y *P. taeda* L. (5, 53). *Acer rubrum* L., *Liquidambar styraciflua* L., *Nyssa sylvatica* Marsh., *Ulmus alata* Michx. y varias especies de *Carya* y *Quercus* ocurren como unos socios de madera dura comunes en una parte de la región. A lo largo de la costa atlántica, el palo colorado crece junto con arbustos siempreverdes en los pantanos interiores y en las tierras pantanosas elevadas.

En México y la América Central, el palo colorado crece tanto en los bosques subtropicales húmedos como en los subtropicales muy húmedos. En Cuba, la especie crece como un árbol pequeño en el bosque subtropical seco ubicado en el oeste de Cuba y como un árbol grande en los bosques subtropicales muy húmedos en otras partes de la isla (10). En el resto de las islas del Caribe, el palo colorado se puede encontrar en los bosques subtropicales húmedos, subtropicales muy húmedos, montano bajo muy húmedos y ocasionalmente en los montanos bajos pluviales. En la América del Sur, crece más que nada en los bosques tropicales húmedos. La tabla 1 lista los árboles socios comunes para sitios selectos.

Tabla 1.—Principales especies de árboles asociados con el palo colorado, *Cyrilla racemiflora*

País o Estado de los Estados Unidos	Localidad	Elevación	Precipitación	Principales especies asociadas	Referencia
		-----m-----	---mm/año---		
Puerto Rico	Sierra de Luquillo, bosques subtropicales muy húmedos y pluviales	350-600	2500-3800	<i>Dacryodes excelsa</i> <i>Euterpe globosa</i> <i>Micropholis garciniaefolia</i> <i>Sloanea berteriana</i>	(13, 73, 74)
	Sierra de Luquillo, bosques montanos bajos muy húmedos y pluviales	600-900	3000-4500	<i>Calicogonium squamulosum</i> <i>E. globosa</i> <i>M. chrysophylloides</i> <i>M. garciniaefolia</i>	(23, 73, 74, 79, 84)
	Cordillera Central, bosque montano bajo muy húmedo	>1000	~2500	<i>C. squamulosum</i> <i>Clusia grisebachiana</i> <i>M. chrysophylloides</i> <i>Prestoea montana</i>	(9)
Cuba	Pico Turquino, matorral alpino	1,800-2,000	1350	<i>Nectandra reticularis</i> <i>Ocotea foeniculacea</i> <i>Persea anomala</i> <i>Ternstroemia parvifolia</i>	(56)
Jamaica	Montañas de John Crow, bosque montano bajo pluvial	550	>2500	<i>Calophyllum globulifera</i> <i>Ficus suffocans</i> <i>N. antillana</i> <i>Psidium montanum</i>	(4)
	Montañas "Blue", bosque montano pluvial	750-1,200	>3500	<i>Clethra occidentalis</i> <i>Clusia rosea</i> <i>Coccoloba laurifolia</i> <i>N. patens</i>	(4)
	Montañas "Blue", bosque enano	>1,400	>4000	<i>Alchornea latifolia</i> <i>Brunellia comocladifolia</i> <i>Clethra occidentalis</i> <i>Podocarpus urbanii</i>	(4, 57)
Jamaica	Montañas "Blue", John Crow y Port Royal, en hondonadas, promontorios en crestas, y bosques en pendientes muy húmedas	>1,300	2500	<i>A. latifolia</i> <i>C. occidentalis</i> <i>Ilex macfadyenii</i> <i>P. urbanii</i>	(27, 63)
Dominica	Matorral montano	550	~4000	<i>Amanoa caribaea</i> <i>D. excelsa</i> <i>Licania ternatensis</i> <i>Oxythece pallida</i>	(8)
	Bosque enano	>1,400	~5000	<i>Charianthus corymbosus</i> <i>Clusia venosa</i> <i>Didymopanax attenuatum</i> <i>Weinmannia pinnata</i>	(8)
Guadeloupe	Bosque enano	—*	—*	<i>Clusia venosa</i> <i>Freziera undulata</i> <i>Myrcia microcarpa</i> <i>Richeria grandis</i>	(8)
Estados Unidos	Atlántico SE Planicie Costera, Bahías de las Carolinas	Cerca del nivel del mar	~1300	<i>I. coriaceae</i> <i>I. glabra</i> <i>Magnolia virginiana</i>	(31)
	Planicie Atlántica Costera del SE, bosque de pantano	Cerca del nivel del mar	~1300	<i>Nyssa aquatica</i> <i>N. sylvatica</i> <i>Taxodium ascendens</i> <i>T. distichum</i>	(16)
Carolina del Norte	Pantanos Pocosin	≤50	1250	<i>I. glabra</i> <i>M. virginiana</i> <i>Persea borbonia</i> <i>Pinus serotina</i>	(49)
Carolina del Sur	Rodales forestales en bahías	Cerca del nivel del mar	~1300	<i>Gordonia lasianthus</i> <i>N. sylvatica</i> var. <i>biflora</i> <i>Persea borbonia</i> <i>Pinus taeda</i>	(16)
Sur de Georgia, Norte de la Florida	Pantano de Okefenokee	Cerca del nivel del mar	~1300	<i>Gordonia lasianthus</i> <i>I. cassine</i> <i>P. elliotii</i> <i>T. ascendens</i>	(26)
	Pantano de Okefenokee, bosques de ciprés en bahías	Cerca del nivel del mar	~1300	<i>Acer rubrum</i> <i>Nyssa</i> spp. <i>Pinus</i> sp. <i>T. ascendens</i>	(31)

*No medidas.

CICLO VITAL

Reproducción y Crecimiento Inicial

Flores y Fruto.—Las numerosas flores de cinco partes, blancas y pequeñas, aparecen en agrupaciones (racimos similares a espigas) de alrededor de 7 a 14 cm de largo y un poco más de 1 cm de ancho (39). Las agrupaciones, que van de 1 a 10, crecen en ramitas debajo de la mayoría de las hojas. Las flores individuales tienen aproximadamente 0.5 cm de ancho y tienen cinco sépalos puntiagudos, cinco pétalos también puntiagudos de alrededor de 0.3 cm de largo con un tinte rosado a veces, cinco estambres y un pistilo con un ovario de dos células, un estilo corto y dos estigmas. Las frutas son numerosas, pequeñas, secas y de forma ovoide (drupas) que promedian 0.3 cm de ancho. Son de un color entre rosado y rojo y contienen de dos a tres semillas.

En el sureste de los Estados Unidos, el palo colorado florece en junio o julio (61). En Puerto Rico, la florescencia ocurre durante la mayor parte del año (39), con unos máximos en marzo y junio (21). La producción de frutas ocurre también durante todo el año (39), pero con una mayor incidencia entre agosto y diciembre (21). La caída de las frutas tiene lugar más que nada de octubre a diciembre.

Producción de Semillas y su Diseminación.—A pesar de que el palo colorado produce una abundancia de flores y frutos cada año, rara vez produce semillas fértiles (63, 66). Se efectuaron varios intentos de recolectar semillas en Puerto Rico durante la recopilación de este reporte, pero sin éxito alguno.

Ocasionalmente se pueden encontrar unos pocos árboles que producen un mayor número de semillas fértiles. Estos árboles se encuentran en áreas en donde dos diferentes individuos se encuentran creciendo cerca uno del otro (66). Aparentemente, la auto-polinización de diferentes flores dentro del mismo clon estimulará la producción de fruta, pero la fertilización del óvulo sólo ocurre con el polen de un individuo diferente (66). La evidencia disponible sugiere que los árboles de palo colorado no son auto-compatibles.

Las semillas del palo colorado son pequeñas comparadas con las de otros árboles del dosel en los bosques montanos de Puerto Rico (80). La cotorra de Puerto Rico (*Amazona vittata*), el tordo *Margaropus fuscatus* y el pinzón puertorriqueño *Loxigilla portoricensis* han sido todos observados alimentándose de las frutas del palo colorado.¹ Además de estas especies de aves, la tångara *Spindalis zena*, la tångara puertorriqueña *Nesospingus speculiferus*, el tordo *Turdus plumbeus* y la paloma *Columba squamosa*, a la vez que una especie de murciélago, probablemente el murciélago de Jamaica, *Artibeus jamaicensis*, han sido observados alimentándose de las frutas del palo colorado.² Puede ser que otras especies de aves y murciélagos consuman también las frutas y distribuyan las semillas.

¹Arendt, Wayne. 1995. Comunicación personal con Wayne Arendt, biólogo de la vida silvestre, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Call Box 25000, Río Piedras, PR 009281-5000.

²Wiley, James. 1995. Comunicación Personal con James Wiley, biólogo de la vida silvestre, Departamento de Pescadería y Vida Silvestre de los Estados Unidos, Grambling Cooperative Wildlife Project, Universidad Estatal de Grambling, P.O. Box 4290, Grambling, LA 71245.

Desarrollo de las Plántulas.—La germinación de las semillas del palo colorado es hipogea, pero se ha caracterizado dentro de este tipo como fanerocotilar (los cotiledones escapan de la testa después de la germinación) (19). En los Estados Unidos, el palo colorado se regenera por lo común como un arbusto invasor en las áreas muy húmedas a lo largo de las carreteras (66). Después del Huracán Hugo en Puerto Rico, se registraron plántulas en el Bosque Experimental de Luquillo en las áreas claras adyacentes a los caminos y en las masas de raíces volcadas. Sin embargo, las plántulas en el bosque cerrado son raras (80).

Reproducción Vegetativa.—El palo colorado se propaga y se esparce mediante vástagos vegetativos que se originan a partir de las raíces bajo tierra (33, 36). Rebrotan vigorosamente también después de las quemadas o incendios en los ecosistemas tipo pocosín en el estado de Carolina del Norte (49). En el ambiente fresco y húmedo del Bosque Experimental de Luquillo en Puerto Rico, los tallos recostados producen nuevos vástagos por lo común (59).

Se reporta al palo colorado como clonal y auto-estéril dentro de los clones en las tierras pantanosas de la América del Norte y las tierras bajas de Cuba (66). Los árboles de palo colorado crecen esparcidos a través de los bosques montanos muy húmedos de Jamaica y Puerto Rico y no parecen formar rodales clonales (63).

Etapa del Brinjal hasta la Madurez

Crecimiento y Rendimiento.—El palo colorado es caducifolio en las regiones más heladas (61). En Carolina del Norte, el palo colorado pierde sus hojas de manera gradual durante los meses de invierno (49). En cambio, la caída de las hojas ocurre en Puerto Rico durante todo el año, con una caída máxima de abril a julio (21).

El palo colorado produce anillos de crecimiento en las zonas templadas, pero en los trópicos los anillos no son claros (66). En Puerto Rico se reportaron anillos de crecimiento para el palo colorado, pero no se sabe si los anillos eran anuales (68). Las investigaciones recientes sobre la fenología del palo colorado en el Bosque Experimental de Luquillo han demostrado que los vasos de madera temprana de un diámetro grande se forman en marzo, mientras que los vasos de madera tardía de menor diámetro se forman entre octubre y noviembre (17). Si los anillos se forman de una manera consistente anualmente en todos los sitios dentro del bosque, las tasas de crecimiento y la edad se podrían determinar mediante la extracción de muestras incrementales del tronco al igual que en la zona templada.

En la ausencia de anillos anuales, los cálculos de las tasas de crecimiento y la edad se deberán efectuar mediante las mediciones periódicas de los mismos tallos. El incremento en el diámetro en las clases de d.a.p. menores (v.g., 4.1 a 20.0 cm) parece ser más rápido que en las clases de d.a.p. mayores, en particular cuando los rodales han sido perturbados o entresacados (fig. 2).

El crecimiento aparentemente lento de los tallos dominantes de palo colorado en los rodales vírgenes sugirió a los primeros investigadores que algunos de los árboles podrían ser muy viejos (70). Los primeros cálculos sobre la edad del palo colorado se efectuaron mediante la determinación del incremento promedio en el d.a.p. en clases del d.a.p. selectas, para después sumar los períodos necesarios para que el árbol promedio pase a través de la clase del d.a.p.

Los árboles de palo colorado a los 50 cm se calcularon como de 700 años de edad y aquellos a 90 cm, como de 1,200 años de edad (69). Usando la misma metodología, los árboles más grandes de palo colorado en el Bosque Experimental de Luquillo con un d.a.p. de 2.5 m tendrían una edad de 3,600 años! Como comparación, el árbol de palo colorado más grande reportado para los Estados Unidos en el condado de Washington, en la Florida, tiene solamente 37 cm de d.a.p. (29).

Otro método, en el cual se descartan los árboles de más lento crecimiento (fig. 2) por su poca probabilidad de sobrevivir para entrar en la siguiente clase del d.a.p. (v.g., los árboles creciendo a una tasa menor que el incremento promedio en d.a.p. en cada clase del d.a.p.), rindió un estimado de 660 años para un palo colorado de 1 m de diámetro (fig. 3). Por otra parte, se observó que los tallos de palo colorado crecen a veces muy cerca unos de otros y que los árboles de mayor tamaño muy probablemente son el resultado de la fusión de los troncos próximos para formar un solo tallo de gran tamaño (fig. 4a, b). Es por lo tanto poco probable que los palos colorados de mayor tamaño en el Bosque Experimental de Luquillo tengan más de 1,000 años de edad (75).

El tamaño de las hojas del palo colorado varía de manera considerable a través de su distribución (66). En las montañas Blue de Jamaica, la anatomía foliar del palo colorado se estudió en detalle (65). El área foliar específica promedió 54 cm² por g, aproximándose considerablemente a los 56.2 cm² por g medidos en la Sierra de Luquillo en Puerto Rico (83). Se reportaron también el grosor de la lámina, el grosor de la pared exterior de la epidermis incluyendo la cutícula, el grosor de la capa en empalizada y de las capas no empalizadas, la presencia de esclerenquima y esclerenquima transversal, la densidad de los estomas y la longitud promedio de las células oclusivas (65). En el Bosque Experimental de Luquillo, se reportaron los números de estomas en la epidermis inferior y el tamaño de los poros para el palo colorado (12).

Seis árboles con un d.a.p. de entre 9.8 y 30.7 cm se muestrearon por su biomasa en el Bosque Experimental de

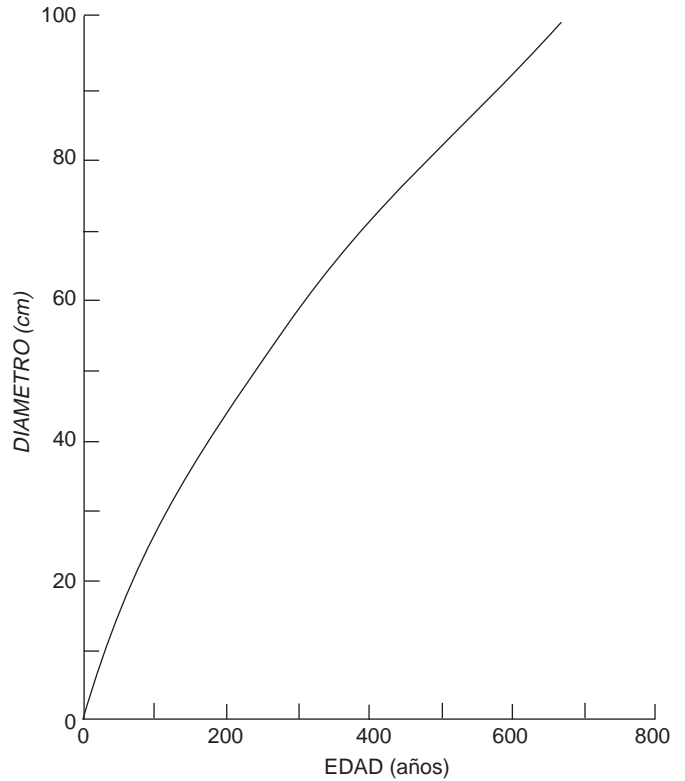


Figura 3.—Curva de la edad para el palo colorado, *Cyrilla racemiflora*.

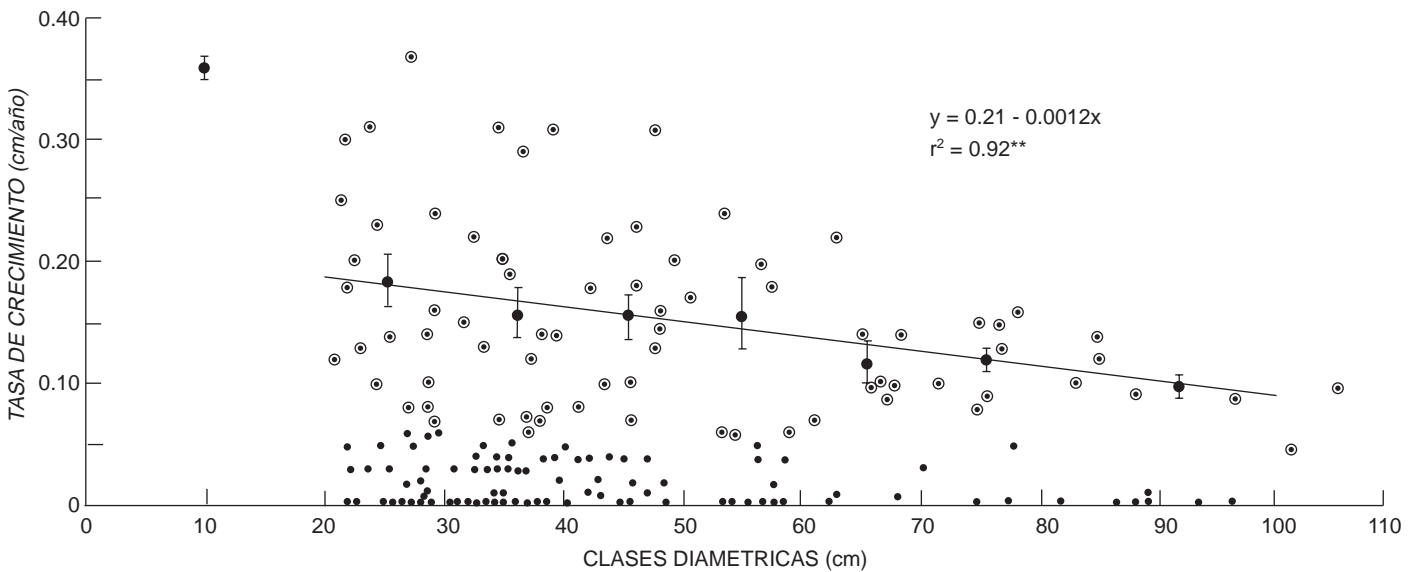


Figura 2.—Dispersión de puntos para el crecimiento en diámetro del palo colorado, *Cyrilla racemiflora*, por clases en base al diámetro. Los puntos encerrados en círculos son aquellos usados en la ecuación de regresión ponderada por cuadrados mínimos. Los puntos con barras de error estándar representan los promedios y los errores estándares para los puntos encerrados en círculos dentro de las clases en base al diámetro respectivas. El promedio y el error estándar a los 10 cm es para el crecimiento interno en la parcela entresacada. Los puntos sólidos indican las tasas de crecimiento que fueron descartadas en los cálculos de la edad arbórea.

Luquillo (46, 47) (tabla 2). Una ecuación de regresión,

$$Y = 0.031X - 5.96, r^2 = 0.98$$

desarrollada para la biomasa total (Y en kilogramos) como una función de X (d.a.p. en centímetros, al cuadrado, multiplicado por la altura en metros) tuvo una alta significancia.

La información química para el palo colorado se muestra en la tabla 3. El palo colorado creciendo en un bosque ribereño de palmas en el Bosque Experimental de Luquillo tuvo unas concentraciones de fósforo (en mg por g) de 0.520 en las hojas, 0.765 en las ramas y 0.025 en los troncos (24).

Comportamiento Radical.—Las raíces del palo colorado son poco profundas, densamente entrelazadas y sin una raíz pivotante (61, 66). Las raíces principales se doblan de manera abrupta a unos pocos centímetros de la superficie del terreno para seguir de manera horizontal. Unas ramas de menor tamaño de las raíces, de textura fibrosa, corren de manera tanto horizontal como vertical en el suelo (66). Numerosos vástagos adventicios se originan a lo largo de las raíces horizontales, formando grandes grupos clonales vegetativos en las tierras pantanosas de la América del Norte (66). Las raíces aéreas se pueden ver de manera ocasional en el Bosque Experimental de Luquillo bajando de la base de los troncos

(fig. 4c), algunos de ellos huecos al alcanzar la superficie (fig. 4d). No se detectaron asociaciones de micorrizas en las raíces del palo colorado en el Bosque Experimental de Luquillo (20).

Unas investigaciones iniciales en el vivero demostraron que las estacas arraigarían, pero solamente hasta cierto punto y lentamente (61). Sin embargo, la corta de las estacas durante la temporada de crecimiento en un ambiente húmedo y usando sustancias sintéticas que promueven el crecimiento (como el ácido indolbutírico, el ácido acético naftaleno, la naftalenacetamida o el éster isopreno del ácido acético naftaleno) en talco produce abundantes raíces en un período de 2 meses.

Reacción a la Competencia.—El palo colorado en el sureste de los Estados Unidos crece bien bajo sol pleno, pero se reporta que también tolera una sombra considerable (61). En el pantano de Okefenokee, el palo colorado fue una de las primeras especies leñosas en invadir las islas de turba recién formadas en un espacio de 3 a 6 años después del comienzo de la sucesión vegetal (18). Recoloniza también con rapidez después de la perturbación por los incendios (15).

En Puerto Rico, alrededor de 330 tallos de palo colorado de ≈4.1 cm ocurriendo en varias de las parcelas permanentes del Bosque Experimental de Luquillo se clasificaron en clases de acuerdo a su copa (75). De estos, el 78 por ciento fueron dominantes y codominantes, el 16 por ciento fueron

Tabla 2.—Información sobre la biomasa para el palo colorado, *Cyrilla racemiflora* *

Dimensión del árbol		Peso seco de la biomasa			
D.a.p.	Altura	Hojas	Ramas	Tronco	Total
-cm-	--m--	-----kg-----			
9.8	9.1	0.61	9.65	13.03	23.29
12.8	10.1	2.77	22.90	32.25	57.92
15.2	9.6	0.28	19.85	30.49	50.62
20.8	12.0	4.96	50.47	121.94	177.37
23.4	11.7	4.11	73.44	77.55	155.10
30.7	13.4	10.27	163.00	218.11	391.38

*Referencias: 46, 77.

Tabla 3.—Análisis químico para el palo colorado, *Cyrilla racemiflora*

Componente	Elemento						
	N	P	K	Na	Ca	Mg	Mn
-----Porcentaje del peso en seco-----							
Raíces *							
Pequeñas	0.55	0.015	0.10	0.11	0.22	0.13	nd †
Medianas/grandes	0.12	0.003	0.05	0.14	0.25	0.06	nd
Pie del árbol	0.22	0.010	0.21	nd	0.46	0.05	nd
Fuste *	0.12	0.005	0.07	nd	0.13	0.11	nd
Ramas *	0.26	0.023	0.19	nd	0.20	0.07	nd
Hojas *	0.83	0.035	0.26	nd	0.23	0.12	nd
Hojas ‡	1.14	0.045	0.37	0.25	0.20	0.15	0.005
Hojas §							
Bosque en crestas en Mord	0.79	0.030	0.33	0.24	0.21	0.20	0.006
Bosque en promontorios en crestas	1.02	0.020	0.49	0.16	0.36	0.11	0.006
Bosque en pendientes muy húmedas	0.89	0.020	0.37	0.27	0.33	0.18	0.016

* Sierra de Luquillo, Puerto Rico (46).

† No medidos.

‡ Montañas Blue, John Crow y Port Royal, Jamaica (27). También, Fe = 74, Zn = 19 y Cu = 2.0 p.p.m. en peso seco.

§ Montañas Blue, Jamaica (63).



A.



B.



C.



D.

Figura 4.—Serie de fotografías del palo colorado, *Cyrilla racemiflora*, en el Bosque Experimental de Luquillo: A y B, ejemplos de la coalescencia de tallos próximos para formar un solo tallo de gran tamaño; C, raíces aéreas; D, cavidades grandes.

intermedios y sólo el 6 por ciento fueron suprimidos. Por lo tanto, la mayoría del palo colorado sobrevive en condiciones con una exposición directa a la luz solar.

El gran tamaño y la longevidad del palo colorado en Puerto Rico llevó a su clasificación inicial como una especie primaria. Sin embargo, las observaciones más detalladas de su reproducción, su crecimiento inicial y su respuesta a las perturbaciones, ya sean naturales o causadas por el hombre, indican que el palo colorado es un componente de larga vida del bosque primario que explota los claros durante su fase regenerativa (62, 75). En el Bosque Experimental de Luquillo, crece por lo común hasta alcanzar la clase de copa dominante, sin importar la elevación (84).

Las semillas comparativamente pequeñas del palo colorado, su pobre representación ya sea como plántulas o árboles del sotobosque en los bosques cerrados y su madera relativamente liviana indican que tiene más de los atributos de un ciclo vital secundario que primario (58, 80). En Jamaica, las plántulas y los brinzales del palo colorado se encontraron ausentes en una parcela de 10 por 10 m conteniendo ocho árboles maduros de palo colorado (63). El palo colorado fue el único de las 15 especies maduras muestreadas en la parcela que no presentó una regeneración. Sin embargo, después de la tala de la parcela, la regeneración del palo colorado se observó en dos cohortes diferentes (clases de acuerdo a la edad) en un espacio de 3 años (62). En Cuba, se observó al palo colorado colonizando rápidamente un

bosque secundario previamente explotado por su madera en sitios húmedos en terreno montañoso (66). La regeneración del palo colorado en el Bosque Experimental de Luquillo ha sido observada en los claros, en los deslizos de tierra (28) y en bosques previamente entresacados (74), pero rara vez en un bosque cerrado (58, 80). Por otra parte, los árboles de palo colorado de tamaño de poste se pueden encontrar a veces creciendo de manera ligeramente angulada dentro de los bosques cerrados en reacción a la luz que penetra a través de pequeñas brechas (59).

Las curvas mostrando las distribuciones de clase de acuerdo al d.a.p. para el palo colorado en rodales naturales en el Bosque Experimental de Luquillo, una para cada una de las poblaciones de 1946 y 1981, son un tanto diferentes (fig. 5). En la distribución de 1946, la mayor proporción de tallos se encontró en la clase de 20 a 40 cm. En la distribución de 1981, la mayor proporción de tallos se encontró en la clase con los d.a.p. más pequeños, con un declive gradual en el número de tallos en las clases restantes. Ambas distribuciones de clase por tamaños parecen ser una respuesta a huracanes que pasaron previamente directamente por encima del Bosque Experimental de Luquillo: la primera a los huracanes de 1766, 1772 y 1867, mientras que la segunda, a un huracán en 1932 (75). Por otra parte, alrededor de tres años después del Huracán Hugo en 1989, la regeneración del palo colorado fue evidente a una elevación de 650 m en el área Natural del Baño de Oro del Bosque Experimental de Luquillo (81). Se observaron plántulas esparcidas creciendo en el terreno en áreas severamente perturbadas, a la vez que en el suelo intacto de las masas de raíces de los árboles volcados.

En 1947, el entresacado de una parcela de 0.4 m en un bosque montano bajo muy húmedo removió todos los árboles del dosel de más de 50 cm de d.a.p., sin importar la especie (74). El entresacado redujo el área basal a la mitad, a 18 m² por ha, y dejó a todos los árboles restantes con por lo menos 2 m libres para las copas. Las copas, muchas de ellas pequeñas y estrechas, no respondieron a la luz adicional. No se observó ninguna regeneración 10 años después, y la gramínea del género *Scleria* había crecido en los claros, lo que hace que las probabilidades para la regeneración natural sean muy pocas.

Aproximadamente 30 años más tarde, la parcela previamente entresacada se estudió en cuanto a su crecimiento a largo plazo. Para entonces, el número de tallos de palo colorado había aumentado 10 veces y su área basal aumentó también 1.5 veces, comparándose a su composición inicial antes del entresacado. En contraste, el palo colorado creciendo en siete parcelas de control, medidas durante el mismo período, mostró una disminución del 8 por ciento en el número de tallos y una pérdida del 44 por ciento de su área basal (74, 76, 78, 80). Este período de mediciones en las parcelas de control se caracterizó por un aumento en la biomasa forestal, un encerramiento gradual del dosel forestal y un declive en las especies forestales secundarias, todo como respuesta al huracán de 1932 (78).

Agentes Dañinos.—Se han identificado por lo menos 138 especies de invertebrados en la madera del palo colorado durante varias etapas de descomposición (67). Las termitas (*Parvitermes discolor* y *Glyptotermes pubescens*) y las hormigas (*Pheidole moerens*, *Paratrechina* spp. y *Solenopsis* spp.) son los grupos taxonómicos más abundantes. La madera del palo colorado es también muy susceptible a la termita de la madera seca, *Cryptotermis brevis* (41, 85). El duramen se

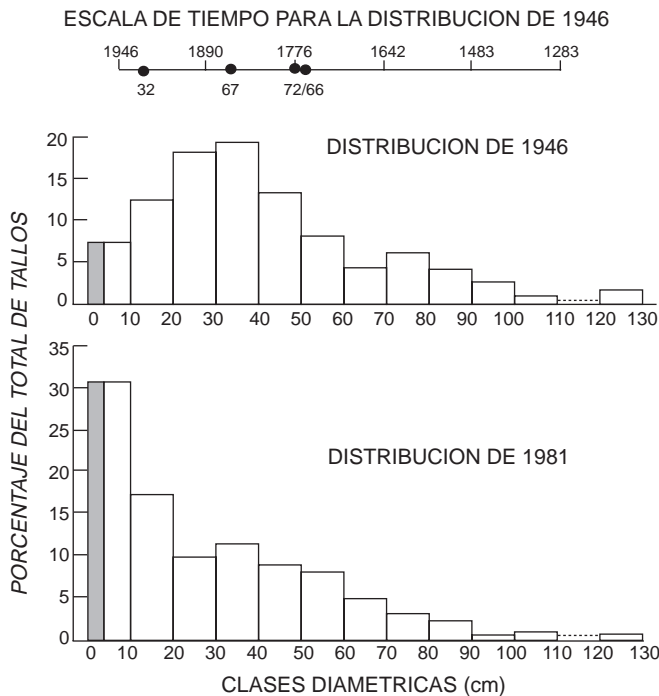


Figura 5.—Distribución de clases en base al diámetro para el palo colorado, *Cyrilla racemiflora*, en parcelas a largo plazo sin perturbar dentro del bosque colorado en la Sierra de Luquillo en 1946 y 1981. La escala de tiempo indica los años a los cuales corresponde la clase en base al diámetro de acuerdo a la curva de la edad sintetizada (fig. 3), a la vez que los años en los que los huracanes pasaron directamente por encima de la Sierra de Luquillo. La porción sombreada de la clase diamétrica menor, de <4.1 cm, no se midió en el campo.

putre con frecuencia en los árboles en pie, causando unas grandes cavidades en los troncos y las ramas principales (59) (fig. 4d).

La herbivoría para 248 hojas vivas de palo colorado muestreadas en el Bosque Experimental de Luquillo se estimó en un 5.4 por ciento del área foliar total, pero la tasa de herbivoría determinada para 51 hojas fue de solamente 0.12 por ciento por año (83). La cantidad de herbivoría es un tanto baja y se debe probablemente a la poca abundancia de insectos en el bosque colorado (59). El valor de la tasa es muy baja y carente de explicación.

En el sureste de los Estados Unidos, los incendios recurrentes, ya sea planeados o naturales, causan por lo usual que el palo colorado se recupere en una masa casi impenetrable de pequeños tallos.³ En unas parcelas experimentales en el pantano de Okefenokee en el estado de Georgia, el palo colorado se vio severamente afectado por incendios durante la gran sequía de 1954 y 1955 (15). En un período de 2 años, el palo colorado se había recuperado y se convirtió en una de las especies más comunes, manteniendo su densa población hasta 1970.

USOS

El duramen del palo colorado tiene un color pardo rojizo oscuro muy atractivo; la albura, de un color un tanto más claro, no se distingue con facilidad del duramen (40). La madera tiene una textura fina y uniforme, una fibra densamente entrelazada y un lustre de moderado a bajo. Las características macroscópicas de la madera han sido descritas (3).

El palo colorado es relativamente fácil de aserrar y la madera rinde buenos resultados en cuanto a todas las propiedades a considerar en el trabajo a máquina: el cepillado y la resistencia a rajarse con tornillos son excelentes; el modelaje, el torneado, el taladrado y el enmechado son buenos, y el lijado es moderadamente bueno. Las superficies trabajadas a máquina son lisas y lustrosas, las piezas más oscuras poseyendo una textura aceitosa. Sin embargo, el palo colorado se seca lentamente y sufre una degradación severa en el proceso: un encogimiento alto, una torsión severa, una cuarteadura y rajadura superficiales, un endurecimiento superficial, un colapso y el desarrollo de depresiones en forma de celdillas. La degradación es tan severa que la mayoría de la madera secada al aire no es adecuada para los propósitos comerciales (40). Debido a que el palo colorado se consideraba como una especie maderera indeseable, se anillaba durante las actividades para el mejoramiento de los rodales madereros en el Bosque Experimental de Luquillo durante la década de 1940 (59, 72). Se usaba también con frecuencia para la manufactura de carbón.

La madera se considera como durable, a pesar de que existe una falta de información experimental. Su uso más satisfactorio sería como madera verde en condiciones sumergidas, tal como pilotes enterrados o las partes bajo de agua de los muelles, en donde el secado es imposible. La madera tiene una gravedad específica de 0.53 g por cm³ (39, 44) y contiene taninos (47).

³Balmer, William. 1995. Comunicación Personal con William Balmer, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal (retirado), Chamblee, GA 30341.

El palo colorado, con sus atractivas flores blancas (30) y su follaje que adquiere unos brillantes tonos anaranjados y escarlatas, se cultiva en los jardines de las zonas templadas como una especie de ornamento (53). En la parte más norteña de su distribución, el follaje es caducifolio en el otoño o al principio del invierno; más hacia el sur, en los Estados Unidos, el follaje persiste con poco cambio en su color hasta el inicio del siguiente verano.

El palo colorado se reportó como una fuente de néctar para miel en los Estados Unidos (61) a pesar de que la mayoría del tiempo produce muy poco néctar (52). Sin embargo, durante los años de abundante producción de néctar y polen, el palo colorado es responsable por una condición llamada "nido morado" (purple brood), la cual mata los nidos de las abejas, volviéndolos de un color morado intenso. Tanto en Cuba (39) como en Puerto Rico (59), los troncos huecos del palo colorado proporcionan un hábitat para las colmenas de las abejas.

La corteza del palo colorado es rica en compuestos fenólicos y ha sido usada como un estíptico y astringente (66). Otro uso medicinal de la corteza es para el tratamiento de las heridas y las úlceras con el propósito de cicatrizarlas.

En los árboles grandes, el duramen del palo colorado se pudre con frecuencia, ocasionando unas cavidades grandes en los troncos y en los tallos grandes. Esta característica hace del palo colorado la especie más importante para el anidaje de la cotorra de Puerto Rico, una especie rara y en peligro de extinción (59). El uso humano más singular de un árbol de palo colorado de gran tamaño fue como un resguardo contra la lluvia por los habitantes de la isla de Dominica: unos bancos de madera pequeños y una mesa de triplex se colocaron en el hueco de un árbol de 3 m de d.a.p.

GENETICA

La familia Cyrillaceae contiene 3 géneros y 14 especies (66). El registro fósil de la familia indica que tuvo especies representativas en la América del Norte desde el periodo del Cretáceo Superior. El género *Cyrilla* es considerado por algunos como monotípico, mientras que otros han reconocido hasta 10 diferentes especies. La mayoría de los autores que estudian las clasificaciones filogenéticas que involucran a esta familia la han colocado ya sea entre las Ericales o las Celestrales.

Cyrilla racemiflora L. fue descrita originalmente por Linnaeus en 1767 a partir de material enviado de Carolina del Norte. Una segunda especie, *C. antillana* Michx., fue descrita en 1803, aparentemente a partir de material recolectado en las Indias Occidentales, pero fue posteriormente designado por Urban y Standley como *C. racemiflora* (33, 60, 66). Una tercera especie, *C. parvifolia* Raf., de describió en los Estados Unidos en 1840 (66). Esta supuesta especie, encontrada a nivel local en los pantanos de Georgia hasta la Florida como un arbusto bajo con hojas más pequeñas y racimos más cortos, fue bajada a una variedad, *C. racemiflora* var. *parvifolia* Sarg. (38, 53). Otros nombres específicos que han sido asignados al género son: *C. arida* Small, de material recolectado en la región de lagos sureña en la Florida; *C. brevifolia* Brown, de material recolectado en la Guyana y *C. cubensis* Wilsonm, *C. nitidissima* Urban y *C. nipensis* Urban, de diferentes áreas en Cuba. El este de Cuba es el área con una mayor variación local en el palo colorado (66).

Cyrilla racemiflora es extremadamente polimórfico. Esto es aparente de manera particular cuando se comparan las formas extremas de diferentes regiones geográficas (33, 66). Sin embargo, no existen brechas o discontinuidades separando un patrón genético de otro. Al contrario, los patrones diferentes se ven conectados por formas intermedias.

La reproducción clonal del palo colorado se correlaciona con una alta incidencia de partenocarpia sin semillas (la producción de frutas en la ausencia de la fertilización) en las poblaciones en donde la auto-polinización es muy probable. La reproducción sexual en estas poblaciones es mínima, causando un patrón de variación en el cual las poblaciones morfológicamente distintas ocupan diferentes ambientes (66).

El número cromosómico reportado para la mayoría de las células en el palo colorado es de 20, variando entre 18 y 22 (66). El volumen nuclear de las células apicales de los vástagos se determinó como de $88.4 \mu^3 \pm 13.4$ (34).

LITERATURA CITADA

- Adams, C.D. 1972. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 848 p.
- Alain, Hermano. 1945. Notas taxonómicas y ecológicas sobre la flora de isla de pinos. Habana, Cuba: Talleres Tipográficos "Alfa". 115 p.
- Araujo, Paulo Agostino de Matos; Filho, Armando de Matos. 1970. Estructura das madeiras brasileiras de angiospermas dicotiledoneas VI. Cyrillaceae (*Cyrilla antillana* Michx.). Rodriguesia. 27(39): 53-59.
- Asprey, G.F.; Robbins, R.G. 1953. The vegetation of Jamaica. Ecological Monographs. 23: 359-412.
- Bailey, Robert G. 1978. Description of the ecoregions of the United States. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Region. 77 p.
- Barker, Henry D.; Dardeau, William S. 1930. Flore d'Haiti. Port-au-Prince, Haiti: Direction du Service Technique du Departement de l'Agriculture et de l'Enseignement Professionnel. 456 p.
- Beard, J.S. 1944. Provisional list of trees and shrubs of the Lesser Antilles. Caribbean Forester. 5: 48-67.
- Beard, J.S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford University Memoirs 21. Oxford, England: Clarendon Press. 192 p.
- 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.
- Bisse, Johannes. 1981. Arboles de Cuba. Habana, Cuba: Ministerio de Cultura, Editorial Científico-Técnica. 384 p.
- Britton, N.L.; Wilson, Percy. 1923. Scientific survey of Porto Rico and the Virgin Islands: Part 1: Botany of Porto Rico and the Virgin Islands, preface; descriptive flora—Spermatophyta (Part). New York: New York Academy of Sciences. 598 p. Vol. 5.
- 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. Department of Commerce: 133-135. Capítulo H-9.
- 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.
- Cypert, Eugene. 1972. The origin of houses in the Okefenokee prairies. American Midland Naturalist. 87(2): 448-458.
- Cypert, Eugene. 1972. Plant succession on burned areas in Okefenokee Swamp following the fires of 1954 and 1955. En: Proceedings of the annual Tall Timbers fire ecology conference; 1972 June 8-9; Lubbock, TX. Tallahassee, FL: Tall Timbers Research Station: 199-271.
- Christensen, Norman L. 1988. Vegetation of the south-eastern Coastal Plain. En: Barbour, M.G.; Billings, W.D., eds. North American terrestrial vegetation. New York: Cambridge University Press: 318-363.
- Drew, Allan P. 1993. Growth rings, phenology, and climate in a montane rain forest tree [Resumen]. En: 30th anniversary of the Association for Tropical Biology, 1993 June 1-4; San Juan, PR. San Juan, PR: Association for Tropical Biology: 63-64.
- Duever, Michael J.; Riopelle, Lawrence A. 1983. Successional sequences and rates on tree islands in the Okefenokee Swamp. American Midland Naturalist. 110(3): 186-193.
- 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. Department of Commerce: 239-274. Capítulo B-15.
- Edmisten, Joe. 1970. Survey of mycorrhiza and nodules in the El Verde forest. En: Odum, Howard T.; Pigeon Robert F., eds. A tropical rain forest. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 15-20. Capítulo F-2.
- 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. Department of Commerce: 237-269. Capítulo D-14.
- 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.
- Fournet, Jacques. 1978. Flore illustree des phanerogames de Guadeloupe et de Martinique. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique. 1,654 p.
- Frangi, Jorge L.; Lugo, Ariel E. 1985. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain forest. Ecological Monographs. 55(3): 351-369.
- Gentry, Alwyn H. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru). Washington, DC: Conservation International. 895 p.
- Glassner, Jane E. 1985. Successional trends on tree islands in the Okefenokee Swamp as determined by interspecific association analysis. American Midland Naturalist. 113(2): 287-293.
- Grubb, P.J.; Tanner, E.V.J. 1976. The montane forests and soils of Jamaica: a reassessment. Journal of the Arnold Arboretum. 57(3): 313-368.
- Guariguata, Manuel R. 1990. Landslide disturbance and forest regeneration in the upper Luquillo Mountains of Puerto Rico. Journal of Ecology. 78(3): 814 -832.
- Hartman, K. 1982. National register of big trees. American Forests. 88(4): 18-31, 34-48.
- Heywood, V.H. 1978. Flowering plants of the world. New York: Mayflower Books, Inc. 335 p.

31. Hofstetter, R.H. 1983. Wetlands in the United States. En: Gore, A.J.P., ed. *Ecosystems of the world*, 4B—Mires: swamp, bog, fen, and moor. New York: Elsevier Scientific Publishing Company: 201-244.
32. Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
33. Howard, Richard A.; Bornstein, Allan J. 1989. *Flora of the Lesser Antilles: Leeward and Windward Islands. Dicotyledonae—part 2*. Jamaica Plain, MA: Arnold Arboretum, Harvard University. 604 p. Vol 5.
34. 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. Department of Commerce: 15-20. Capítulo G-1.
35. Kurz, Herman; Godfrey, Robert K. 1962. *Trees of northern Florida*. Gainesville, FL: University of Florida Press. 311 p.
36. Liogier, Henri Alain. 1981. *Phytologia memoirs III: Antillean studies. 1: Flora of Hispaniola: Celastrales, Rhamnales, Malvales, Thymeleales, Violales*. Plainfield, NJ: Harold N. Moldenke and Alma L. Moldenke, Publishers. 218 p. Part 1.
37. Little, Elbert L., Jr. 1977. *Atlas of United States trees. Minor eastern hardwoods*. Misc. Pub. 1342. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 166 maps. Vol. 4.
38. Little, Elbert L., Jr. 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized). *Agric. Handb.* 541. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 375 p.
39. 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.
40. 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.
41. Medina Gaud, Silverio; Martorell, Luis F.; Acin Díaz, Nilsa M. 1987. Comejenes de importancia económica en Puerto Rico y su control. *Boletín* 280. Río Piedras, PR: Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Estación Experimental Agrícola. 28 p.
42. National Oceanic and Atmospheric Administration. 1974. *Climates of the States—Eastern States plus Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*. Port Washington, NY: Water Information Center, Inc. 480 p. Vol. 1.
43. National Oceanic and Atmospheric Administration. 1974. *Climates of the States—Western States including Alaska and Hawaii*. Port Washington, NY: Water Information Center, Inc. 975 p. Vol. 2.
44. 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. Department of Commerce: 191-289. Capítulo I-10.
45. Ogle, Carol June. 1970. Pollen analysis of selected sphagnum-bog sites in Puerto Rico. En: Odum, Howard T.; Pigeon, Robert F., eds. *A tropical rain forest*. Springfield, VA: U.S. Department of Commerce: 135-145. Capítulo B-11.
46. 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. Department of Commerce: 53-77. Capítulo H-2.
47. Persinos, G.J.; Christie, S.K.; Bidinger, J.M.; Lapiana, M.J. 1970. The ecology of an elfin forest in Puerto Rico, 13. *Phytochemical screening and literature survey*. *Journal of the Arnold Arboretum*. 51(4): 540-546.
48. Prance, G.T.; Johnson, D.M. 1992. Plant collections from the plateau of Serra do Araca (Amazonas, Brazil) and their phytogeographic affinities. *Kew Bulletin*. 47(1): 1-24.
49. Richardson, Curtis J., ed. 1981. Pocosin uplands: an integrated analysis of coastal plain freshwater bogs in North Carolina. En: *Proceedings of pocosins: a conference on alternative uses of the Coastal Plain freshwater wetlands of North Carolina*; 1980 January 3-4; Beaufort, NC. Stroudsburg, PA: Hutchinson Ross Publishing Co. 364 p.
50. Roig y Mesa, Juan Tomás. 1953. *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. *Boletín* 54. Habana: Ministerio de Agricultura, Dirección de Estaciones Experimentales Agronómica. 589 p.
51. Rzedowski, J.; Huerta M., Laura. 1981. *Vegetación de México*. Ciudad de México, D.F., México: Editorial Limusa, S.A. 432 p.
52. Sanford, Malcolm T. 1986. *Florida bee botany*. [Circular 686]. Gainesville, FL: Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida. 15 p.
53. Sargent, Charles Sprague. 1922. *Manual of the trees of North America (exclusive of Mexico)*. Cambridge, MA: The Riverside Press. 910 p.
54. Schnee, L. 1960. *Plantas comunes de Venezuela*. *Revista de la facultad de agronomía*. Alcance 3. Merida, Venezuela: Universidad Central de Venezuela. 663 p.
55. Schwerdtfeger, Werner. 1976. *World survey of climatology. Climates of Central and South America*. New York: Elsevier Scientific Publishing Co. 532 p. Vol. 12.
56. Seifriz, William. 1943. *The plant life of Cuba*. *Ecological Monographs*. 13: 375-426.
57. Shreve, Forrest. 1914. *A montane rain forest: a contribution to the physiological plant geography of Jamaica*. Publ. 199. Washington, DC: Carnegie Institute of Washington. 110 p.
58. 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. Department of Commerce: 103-140. Capítulo D-3.
59. 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: Western Foundation of Vertebrate Zoology. 384 p.
60. Standley, Paul C. 1923. *Contributions from the United States National Herbarium. Part 3: Trees and shrubs of Mexico (Oxalidaceae-Turneraceae)*. Washington, DC: Smithsonian Institution, United States National Museum: 517-848 + índice. Vol. 23.
61. Stoutemeyer, V.T.; O'Rourke, F.L. 1942. Vegetative propagation of *Cyrilla*. *American Nurseryman*. 76(11): 5-6.
62. Sudgen, A.M.; Tanner, E.V.J.; Kapos, V. 1985. Regeneration following clearing in a Jamaican montane forest: results of a 10-year study. *Journal of Tropical Ecology*. 1: 329-351.
63. Tanner, E.V.J. 1977. Four montane rain forests of Jamaica: a quantitative characterization of the floristics, the soils, and the foliar mineral levels, and a discussion of the interrelations. *Journal of Ecology*. 65: 883-918.

64. Tanner, E.V.J. 1981. The decomposition of leaf litter in Jamaican montane rain forests. *Journal of Ecology*. 69: 263-275.
65. Tanner, E.V.J.; Kapos, V. 1982. Leaf structure of Jamaican montane rain-forest trees. *Biotropica*. 14(1): 16-24.
66. Thomas, Joab L. 1960. A monographic study of the Cyrillaceae. *Contributions to the Gray Herbarium*. 186: 1-114.
67. Torres, Juan A. 1994. Wood decomposition of *Cyrilla racemiflora* in a tropical montane forest. *Biotropica*. 26(2): 124-136.
68. Tropical Forest Experiment Station. 1949. Ninth annual report. *Caribbean Forester*. 10: 81-118.
69. Tropical Forest Experiment Station. 1953. Thirteenth annual report. *Caribbean Forester*. 14(1&2): 1-33.
70. Tropical Forest Research Center. 1958. The status of forestry and forest research in Puerto Rico and the Virgin Islands: the eighteenth annual report of the Tropical Forest Research Center. *Caribbean Forester*. 19(1 & 2): 1-24.
71. Veillón, Jean Pierre. 1986. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Mérida, Venezuela: Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de los Andes. 199 p.
72. Wadsworth, Frank H. 1947. An approach to silviculture in tropical America and its application in Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 8(4): 245-256.
73. Wadsworth, Frank H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. 1: The setting. *Caribbean Forester*. 12(3): 93-114.
74. 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.
75. Weaver, Peter L. 1986. Growth and age of *Cyrilla racemiflora* L. in montane forests of Puerto Rico. *Interciencia*. 11(5): 221-228.
76. Weaver, Peter L. 1986. Hurricane damage and recovery in the montane forests of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*. 22(1-20): 53-70.
77. Weaver, Peter L. 1987. Structure and dynamics in the colorado forest of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. East Lansing, MI: Department of Botany and Plant Pathology, Michigan State University. 296 p. Disertación doctoral.
78. Weaver, Peter L. 1989. Forest changes after hurricanes in Puerto Rico's Luquillo Mountains. *Interciencia*. 14(4): 181-192.
79. Weaver, Peter L. 1991. Environmental gradients affect forest composition in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Interciencia*. 16(3): 142-151.
80. Weaver, Peter L. 1992. An ecological comparison of canopy trees in the montane rain forest of Puerto Rico's Luquillo Mountains. *Caribbean Journal of Science*. 28(1-2): 62-69.
81. Weaver, Peter L. 1994. The Baño de Oro Natural Area in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-111. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 55 p.
82. Weaver, Peter L.; Birdsey, Richard A.; Nicholls, Calvin F. 1988. Los recursos forestales de San Vicente, Indias Occidentales. Res. Pap. SO-244. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 27 p.
83. Weaver, Peter L.; Murphy, Peter G. 1990. Forest structure and productivity in Puerto Rico's Luquillo Mountains. *Biotropica*. 22(1): 69-82.
84. White, H.H. 1963. Variation of stand structure correlated with altitude, in the Luquillo Mountains. *Caribbean Forester*. 24(1): 46-52.
85. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indian dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*. 41: 259-311.