

Pachira aquatica Aubl.

J. A. OSPINA

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia

Familia: Bombacaceae

Sin sinónimos

Cacao de monte, castaño del chocó, ceiba, ceibón de agua, chila blanca, noli, pumpunjuche, saba, sunzapote, zapote bobo, zapote de agua, zapotolongo, zapotón (Pérez, 1956)

Es nativo de los trópicos de América (Sanchez *et al.*, 1985). Es un árbol decíduo de tamaño pequeño a mediano que puede alcanzar 17 m de altura y 90 cm de DN (Encarnación, 1983). Tiene un tronco grueso, cilíndrico y una ramificación monopodial verticilada en árboles jóvenes, que se vuelve simpodial en árboles adultos. La parte externa de la corteza gris es ligeramente agrietada longitudinalmente, sin lenticelas, espinas, áreas verdes o ritidoma. La parte interna de la corteza mide hasta 1.5 cm de grosor y es de color crema-blancuzco, con una textura heterogénea laminar junto a la albura, seguido de una capa exterior de haces de fibras que alternan con zonas parenquimatosas, cruzado por numerosas inclusiones de color anaranjado. A los 25 años, los árboles son cónicos y tienen una altura promedio de 11 m y 9.2 m en diámetro de copa. El árbol tiene aletas bien desarrolladas en especímenes descritos en México (Pennington, 1968). Muestra hojas digitadas, alternas, generalmente con 4 a 7 folíolos de hasta 22 por 6 cm, de forma elíptica, y peciolulos articulados de hasta 15 cm de largo. El árbol crece bien en suelos fértiles (Tokura *et al.*, 1996). Crece desde el nivel del mar hasta 1300 m, con temperaturas promedio de 24 °C o superiores, y una precipitación anual entre 1000 y 2000 mm.

Se utiliza en setos vivos; es una excelente especie ornamental que florece, aun como un arbusto. Teniendo un sabor similar al de castañas europeas (Pérez, 1956), las semillas tostadas se comen (Tokura *et al.*, 1996). Las semillas tostadas también pueden molerse y prepararse como chocolate, que tiene buen sabor pero un olor repulsivo. La bebida es nutritiva y se utiliza como tónico. También contiene un aceite comestible. Las hojas jóvenes son comestibles y se las remoja en agua para producir un líquido utilizado para protección contra envenenamiento, y como un antídoto para mordeduras de animales venenosos (Ophidia) (García, 1992).

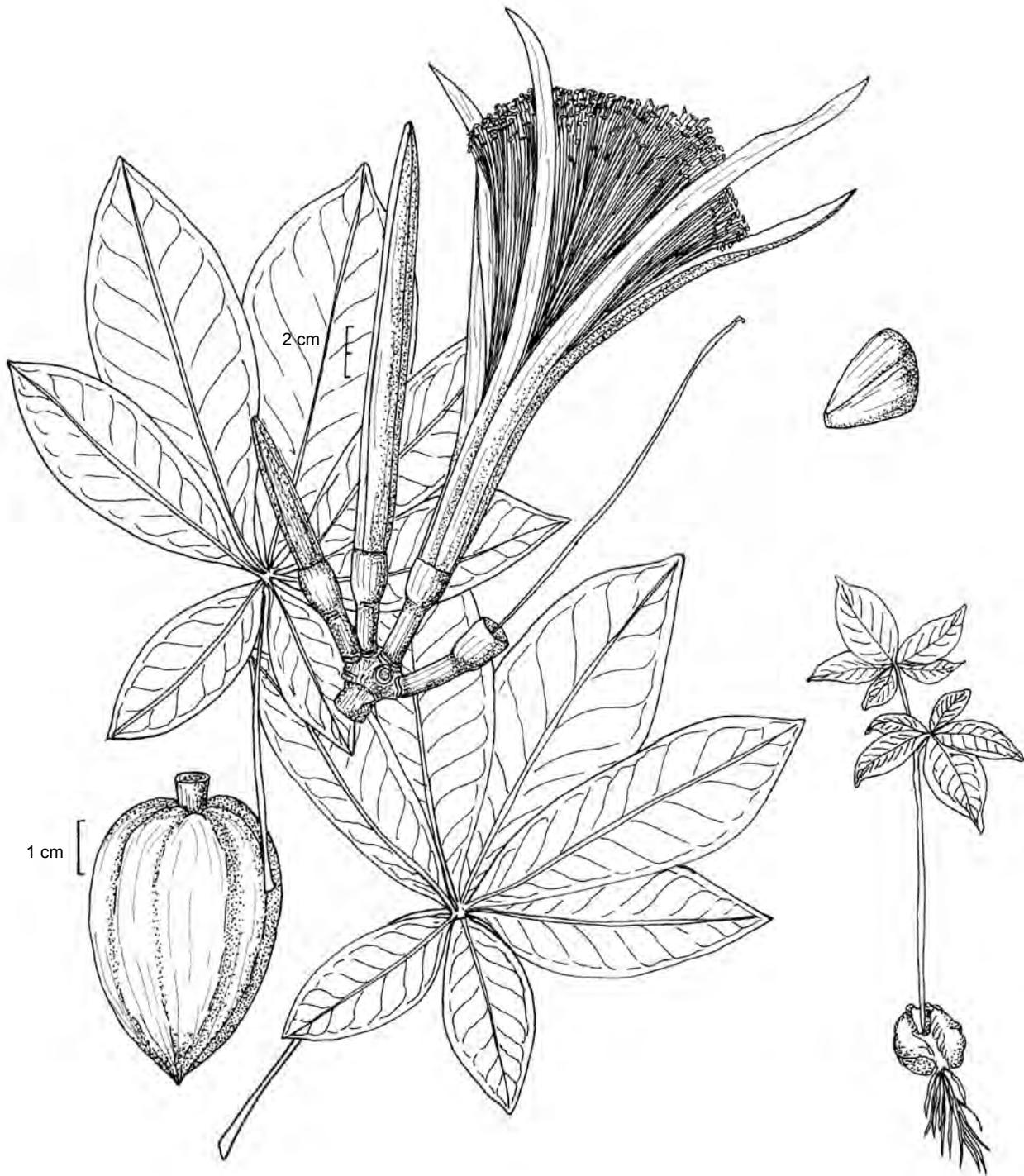
Los árboles pueden florecer por primera vez a los 3.5 años de edad, y los frutos pueden cosecharse cuando los árboles tienen aproximadamente 4 años de edad. Las flores aparecen en marzo y abril y de septiembre a diciembre (Sanchez *et al.*, 1985). Las llamativas flores de color verde olivo miden hasta 31 cm de largo, con cinco pétalos, y son exquisitamente aterciopeladas; la columna

estaminal está subdividida en numerosos estambres que parecen un cepillo. El fruto de color amarillo olivo es elíptico a subgloboso y mide hasta 21 por 12 cm, con cinco valvas que tienen una consistencia carnosa y no tienen fibras internas. Robyns (1963) describe el fruto que tiene semillas envueltas en fibras (kapok). Sin embargo, Cuatrecasas (1954) y Kroll y Ríos (1992), indican que la parte interior de las valvas (incluyendo el tegumento) tiene una consistencia carnosa. El fruto capsular es similar al del grano de cacao (Tokura *et al.*, 1996). Las semillas de 2.5 por 2 cm tienen una forma subglobosa y son de color pardo obscuro (Kroll y Ríos, 1992).

Los frutos se recolectan desde enero hasta marzo y desde julio hasta septiembre (Sanchez *et al.*, 1985). A los 8 años de edad, el árbol producirá 127 frutos; a los 25 años, 250 frutos (Sanchez *et al.*, 1985). Los frutos dehiscentes liberan las semillas en la madurez, y las semillas se recolectan directamente del suelo. Hay un promedio de 1,900 semillas/Kg.

Después de 25 días y con una pureza de 100%, hay un 52% de germinación (Tokura *et al.*, 1996). Sin embargo, se ha reportado germinación precoz a los 11 días, sin pretratamientos (Sanchez *et al.*, 1985).

Las semillas se germinan en viveros y se trasplantan manualmente a bolsas. Las plantas alcanzan de 30 a 40 cm en aproximadamente 53 días, y se siembran a distancias de 7 por 7 m (Sanchez *et al.*, 1985). Las plantas deben establecerse en la tierra que ha sido arada y rastreada. Las plantas necesitan cuidados básicos como un riego adecuado, tierra fértil y la remoción de la vegetación exuberante. Los árboles maduros no necesitan tratamiento especial y muestran una buena producción después de 25 años (Sanchez *et al.*, 1985).



Pachira aquatica Aubl.

Parkinsonia aculeata L.

L.A. FOURNIER

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica

Familia: Fabaceae

Parkinsonia thornberi M. E. Jones

Acacia, acacia de agüijote, acacia de mesones, arrete-boeuf, boonchi strena, cambrón, cina-cina, cují extranjero, espino del cairo, espino negro, flor de mayo, goajiro, horsebean, Jerusalem, Jerusalem-thorn, Junco marino, lluvia de oro, madam raíz, madam yass, mataburro, palo de rayo, palo verde, paují, retama, retamola siempre-viva, sauce, sauce espino, sulfatillo, sulfato, wonder tree, yabo, yass

Nativo de Texas, Arizona, México y posiblemente de otros sitios, está distribuida ampliamente en los trópicos de América. Una vez cultivada, los árboles se extendieron y naturalizaron por todo el sur de los Estados Unidos, el sur de Argentina y los trópicos del Viejo Mundo. La especie también crece por todas las Antillas, donde probablemente se introdujo en las Bermudas.

Es un árbol de lento crecimiento que comunmente tiene un tronco relativamente corto. Este pequeño árbol espinoso alcanza de 3 a 6 m de altura y de 5 a 8 cm de DN. La corteza es lisa y amarilla-verde o azul-verde, y las ramas y foliolos con frecuencia son del mismo color. Las ramas inician cerca del suelo con una copa muy abierta de ramas extendidas. Los foliolos tienen espinas cortas en pares (estípulas) que pueden permanecer en las ramas y el tronco, en grupos de tres o de forma individual. Las hojas alternas son doblemente pinadas (bipinadas), y consisten de un eje principal muy corto terminando en una espina, y uno o dos pares de ejes inclinados. Los ejes miden de 10 a 30 cm de largo, 0.35 cm de ancho, son planos y ligeramente engrosados. Cada tira o faja inclinada tiene 20 a 30 pares de hojuelas deciduas, delgadas, oblongas y verdes, y funciona como una hoja después que las hojuelas se caen. El follaje es verde todo el año, aunque el árbol parece no tener hojas después de que las hojuelas se caen. En Guanacaste, Costa Rica, crece en grandes rodales naturales en áreas que son pantanosas durante la estación lluviosa, y muy secas durante la estación seca.

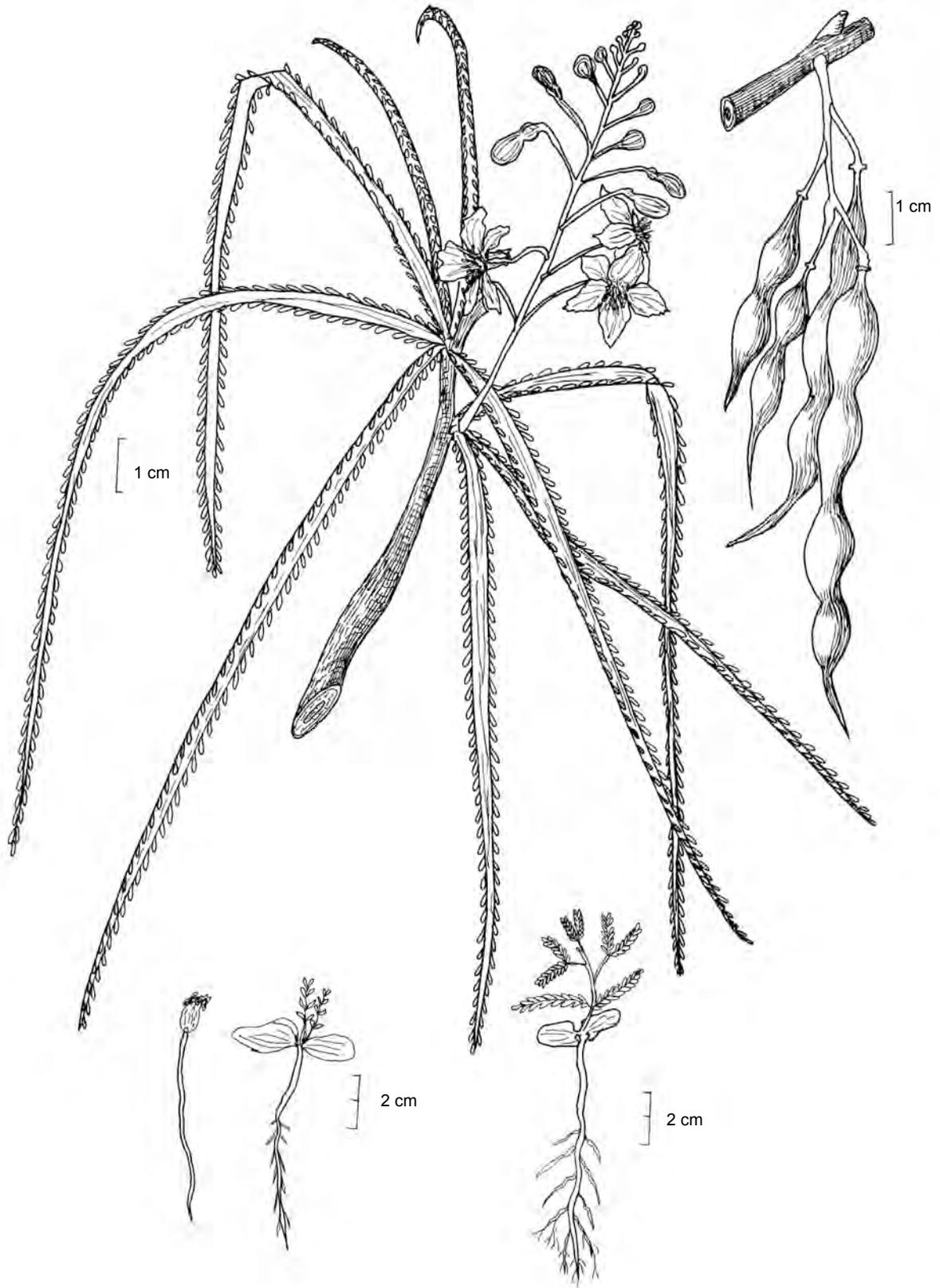
La madera se considera moderadamente dura, pesada (gravedad específica es 0.60), quebradiza y se utiliza principalmente como leña. La albura de esta especie es amarillenta y gruesa; el duramen es de color pardo claro o pardo rojo.

Los árboles también se cultivan como setos vivos espinosos que funcionan como cercos, y el ganado come el follaje y las vainas (Little y Wadsworth, 1974). Una infusión de las hojas se utiliza en medicamentos caseros. Debido a que el árbol tiene un follaje característico, las ramas dobladas, y abundantes y atractivas flores amarillas, también se plantan como ornamentales en muchas ciudades tropicales y subtropicales.

Comienza a florecer y fructificar a los 5 y 6 años, después de la siembra. Muchas flores fragantes y amarillas, poco parecidas a un frijól, se llevan en panículas de tallos delgados todo el año. Las vainas son lineales, torulosas, estriadas y dehiscentes, de 5 a 15 cm de largo, y apretadas entre las semillas oblongas de color pardo oscuro, que miden 0.90 cm de largo.

Cuando las vainas se vuelven de color pardo oscuro, se recolectan de los árboles y se colocan en mantas a la sombra, hasta que se secan lo suficiente para ser abiertas manualmente. Las semillas mantienen su viabilidad por lo menos 9 años, cuando se guardan en envases herméticamente cerrados a 4 °C, y con un contenido de agua de 5.7 % (Trujillo, 1996a).

La germinación de las semillas se aumenta cuando las éstas se sumergen en agua hirviendo (100 °C), por 5 segundos, luego se trasladan a agua de grifo y se remojan por 24 horas (Trujillo, 1996b). Las semillas comunmente se germinan en cajas planas llenas de tierra esterilizada. Las plántulas se trasladan a bancos de viveros o a bolsas de polietileno. Las plantas pueden establecerse en el campo en aproximadamente 10 a 12 meses (observaciones personales).



Parkinsonia aculeata L.

Peltogyne purpurea Pittier

L.A. FOURNIER

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica

Familia: Fabaceae

Sin sinónimos

Aromo, morado, nazareno, nene, purple Herat

Crece en el Pacífico sur de Costa Rica y Panamá. Es un árbol decíduo de muy lento crecimiento, que alcanza de 35 a 40 m de altura y 1 m de DN. El tronco tiene contrafuertes moderados, y la corteza es lisa, de color gris en la superficie y rosada en la capa interior. Las hojas son alternas, estipuladas, pinadas y compuestas, de un solo par de hojuelas (de vez en cuando tres). El limbo es elíptico-lanceolado, largamente acuminado, correoso, de 5 a 8 cm de largo y de 3 a 4 cm de ancho; el raquis no tiene crecimiento terminal. Los árboles son brevemente deciduos a fines de diciembre o a principios de enero, las hojas pardas son algo conspicuas antes de caerse. El nuevo follaje aparece casi inmediatamente, y el árbol en esta condición puede verse por varios kilómetros (Allen, 1956). Encontrándose en climas muy húmedos, el árbol crece mejor en las colinas o en áreas con suelos con buen drenaje, en elevaciones que fluctúan entre 50 a 500 m. El árbol crece en climas con una precipitación anual de 3500 a 5000 mm y temperaturas promedio de 23 a 27 °C.

La madera es pesada (gravedad específica de 0.83), difícil de secar, con una torcedura moderada y algunas fisuras, y difícil de trabajar y conservar. Sin embargo, tiene una alta durabilidad. Cuando está seca, la albura es gris-amarillo-parda, y el duramen es de un color morado brillante cuando se expone a la luz (Carpio, 1992). La fibra es entrecruzada, la textura es de media a fina; y las tiras de color oscuro alternan e irradian en las superficie. La madera se utiliza para herramientas agrícolas, botes, carpintería en general, construcción interior y exterior, durmientes de ferrocarril, muebles, ebanistería, paneles, incrustaciones, pisos, guardabarros de muelle, chapas y platos ornamentales (Allen, 1956; Carpio, 1992). Algunas puertas del Museo Nacional de Costa Rica están hechas de esta madera fina.

Produce flores pequeñas, blancas, fragantes en panículas subterminales, muchas veces desde principios de agosto hasta septiembre; cada cosecha de flores dura tres días (Allen, 1956). El fruto es una vaina parda, plana, oblicuamente obovoide a oblonga, con una semilla de aproximadamente 5 cm de largo, que madura muy abundantemente a principios de febrero. Vilchez (1997) estudió la fenología de esta especie en un bosque explotado de la Península de Osa, Costa Rica, en una de las regiones donde este árbol es relativamente abundante. Encontró que los brotes de las hojas se presentan principalmente en marzo y abril, después de un período de

intensa caída de hojas (enero y febrero). El árbol florece desde mayo hasta agosto, con un pico en junio. Se observaron frutos maduros desde noviembre hasta enero.

Es uno de los árboles maderables más valiosos en el sur de Costa Rica, no se regenera artificialmente. Debido a que la madera se cosecha solamente en bosques primarios, no existe información sobre prácticas de viveros y el cuidado de las plántulas (Nichols y González, 1991a, 1991b).

Especies P



Peltogyne purpurea Pittier

Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuntze

E. M. FLORES

Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica, Costa Rica

Familia: Fabaceae

Acacia macroloba Willd. (Species Plantarum. Editio quarta 4[2]: 1054; 1806); *Mimosa macroloba* (Willd.) Poir. (Encyclopedie Methodique Botanique...Supplement 2 [1]: 66; 1811); *Acacia aspidioides* G. Meyer (Primitiae Florae Essequiboensis...165; 1818); *Pentaclethra filamentosa* Benth. (Journal of Botany; second series of the Botanical Miscellany 2 [11]: 127-128; 1840); *Pentaclethra brevipila* Benth. (Journal of Botany; second series of the Botanical Miscellany 2 [11]: 128; 1840); *Cailliea macrostachya* Steud. (Flora 26: 759; 1843); *Entada werbaeana* J. Presl. (Epimeliae Botanicae 206; 1849)

Bois mulatre, carbonero, fine-leaf, gavilán, koeroebahara, koeroballi, koorooballi, koroballi, kroebara, mulato, oil bean of tree, palo de aceite, palo mulato, paracachy, paraná-cachy, paroa-caxy, pracaxy, quebracho, sangredo, sangredo falso trysil, wild tamarind (Flores, 1994f; Record y Hess, 1949; Standley, 1937)

Crece naturalmente desde Nicaragua hasta el Amazonas, incluyendo las Guayanas y las Antillas (Brako y Zarucchi, 1993; Ducke, 1949; Schery, 1950). Es abundante en tierras bajas costeras con una pendiente moderada. Está formado por tres poblaciones neotropicales disyuntivas (Hartshorn, 1983b). La más grande se encuentra en tierras bajas del Amazonas de la costa del Atlántico, desde el noreste de Venezuela hasta las Guayanas, incluyendo las islas de Trinidad y Tobago. Una segunda población habita el oeste de Colombia (Departamento de Chocó), y las tierras bajas húmedas de la Provincia Darien, en Panamá. El último grupo está ubicado en las tierras bajas del Atlántico del sudeste de Nicaragua, Costa Rica y el oeste de Panamá (Hartshorn, 1983b). En el bosque, la especie crece en asociación con *Carapa guianensis* (subdominante en el dosel), *Pterocarpus officinalis* Jacq., *Stryphnodendron microstachyum* Poepp., y las palmeras *Astrocaryum alatum* H. F. Loomis y *Iriartea gigantea* H. Wendland ex Burret (Flores, 1994; Hartshorn, 1983).

Es un árbol bonito, emergente de rápido crecimiento, que es dominante en el dosel de los bosques tropicales húmedos. Alcanza de 30 a 35 m de altura y 130 cm de DN. El tronco es cilíndrico y acanalado en la base; en lugares estacionalmente inundados, el árbol desarrolla pequeños contrafuertes. Los árboles con un tronco de más de 70 cm de DN usualmente tienen médulas huecas. Las ramas son ásperas y fuertes, y el follaje es emplumado. Los vástagos jóvenes son ferruginosos (Flores, 1994f; Schery, 1950). La corteza es lisa y pardo-grisácea, con lenticelas horizontales. Interiormente es granular y algo rosada. Su grosor promedio es 2 a 3 mm. La filotaxia es espiral. Las hojas son largas, lustrosas, biparipinnadas, estipuladas, con una pequeña estructura en el extremo distal. La densidad de la especie en el bosque es de casi 50 %, pero disminuye con la pendiente; es común cerca de ríos, arroyos y zonas estacionalmente inundadas. La especie crece bien en suelos aluviales o residuales derivados de basaltos. Se encuentra en áreas pantanosas o con mal

drenaje con suelos ácidos. En algunas zonas, el árbol crece en rocas volcánicas cubiertas por una capa delgada de suelo volcánico. La escala de elevación de la especie fluctúa entre 0 a 600 m; la temperatura fluctúa entre 24 y 35 °C, y la precipitación anual promedio es más de 3500 mm.

La mayoría de la actividad cambial y producción de madera en el árbol se presenta en la estación seca (desde diciembre hasta abril), cuando no se producen flores (Hazlett, 1987). Los anillos anuales son esbozados por zonas oscuras y fibrosas. El duramen y la albura son notablemente diferentes. La albura verde es blanquizca mientras que el duramen es pardo rojizo. La madera secada al aire tiene albura rosada y un duramen pardo rojizo. La madera tiene fibra recta o entrelazada, textura media, brillo moderado y no tiene veteado; sin embargo, tiene una apariencia atractiva. La madera es de alta calidad; es pesada (peso verde de 1090 a 1230 Kg/m³, con 120 a 124 % de contenido de humedad; la gravedad específica básica es de 0.51 a 0.65). La contracción volumétrica es moderada, y la proporción de contracción tangencial/radial es normal. La madera corresponde al tipo estructural B (Herrera y Morales, 1993; Record y Hess, 1949). El contenido de humedad es de 12 %. La flexión estática es mediana: compresión paralela de las fibras es baja; compresión perpendicular es media. El corte es mediano y la dureza Janka (fuerza lateral y extrema) es casi mediana. Es fácil de aserrar y se pule bien. El secado al aire es fácil y moderadamente rápido (Herrera y Morales, 1993). La madera más pesada corresponde a individuos de la población existente en las tierras bajas del Atlántico de Nicaragua, Costa Rica y Panamá. En las tierras bajas del Atlántico de Costa Rica, se ha encontrado un subtipo: los árboles son más altos, el tronco no tiene ramas en el tercio de la base, la madera es oscura y la calidad de la madera es más alta. La durabilidad natural de la madera es moderada y la preservación es fácil. Resiste el ataque de termitas subterráneas desde los 6 ó 7 años, pero después

Especies P

se descompone. Es susceptible a ataque de hongos al nivel del suelo o por debajo de éste, al año posterior a ser cortado. Sobre el nivel del suelo, la pudrición se presenta 2 años después (Bultman y Southwell, 1976).

Es una madera bonita con múltiples usos. Hace varios años, los países centroamericanos exportaban grandes cantidades de esta madera a Cuba y a otros países, donde se utilizaba para hacer postes de teléfonos. Actualmente, la madera se utiliza como un sustituto de la Caoba (*Swietenia macrophylla*), Cedro macho, Carapa o Caoba real (*Carapa guianensis*) y Anaconda o Guaquin (*Cordia alliodora* [Ruiz y Pav.] Oken), para hacer muebles, armarios, puertas y marcos para ventanas. También se utiliza para hacer pilares, vigas, pisos, peldaños de escaleras, durmientes de ferrocarril, formas torneadas y parquet. En comunidades rurales, la madera se utiliza para pisos de puentes. La corteza es una fuente potencial de taninos para curtido de pieles. Un alcaloide que se encuentra en la corteza y en la semilla, debe ser estudiada para verificar su toxicidad así como las propiedades medicinales que se le atribuyen por grupos de indios sudamericanos y centroamericanos (Allen y Allen, 1981; Flores, 1994f). Las ramas o troncos que no son apropiadas para uso industrial se han utilizado para leña (Flores, 1994f; Record y Hess, 1949).

Puede iniciar a florecer y fructificar de 1 a 2 años de edad. La especie florece principalmente desde abril hasta mayo y desde julio hasta agosto, aunque se observan flores durante toda la estación lluviosa. Los racimos tienen numerosas flores (aproximadamente 200 flores por racimo), aunque se desarrollan pocos frutos (Flores, 1994f). Las flores son bisexuales y monomorfas. Están agrupadas en racimos densos con un raquis carnoso y espadiciforme. Las inflorescencias miden de 2 a 4 cm de largo. La maduración de la flor es mayormente acropétala. La flor es pequeña, sésil, pentámera y algo coriácea. La especie tiene polinización cruzada y varios insectos pequeños son los probables agentes polinizantes. De una a cinco flores por inflorescencia establecen un fruto. El principal cultivo de frutos aparece en agosto y septiembre; un cultivo secundario aparece en noviembre y diciembre; sin embargo, se pueden observar frutos en otros meses.

El fruto es una vaina dehiscente, pedicelada, lineal, comprimida lateralmente, obtusa en el ápice, leñosa, de 20 a 50 cm de largo, de 4 a 6 cm de ancho y de 1 a 3 cm de grosor. El exocarpo es delgado, opaco, pardo obscuro, glabro y moderadamente exfoliante; el mesocarpo es grueso, fibroso, leñoso y bien vascularizado por las ramas de las venas dorsales y ventrales. El endocarpo es ligeramente septado, opaco y pardo rojizo claro. El pedicelo es grueso, leñoso y de 1 a 3 cm de largo. La vaina tiene de tres a ocho semillas. La dehiscencia de la vaina es explosiva y la dispersión de la semilla es autocórica; comienza en el extremo distal y progresa de forma basipetálica a lo largo de las suturas ventrales y dorsales. Conforme las valvas se mueven hacia atrás, las semillas se expelen a una distancia de 30 a 40 m (Flores, 1994f; Flores y Rivera, 1989b).

La semilla es ovalada u obovada, y comprimida lateralmente; las caras son asimétricas. El tegumento es pardo, coriáceo opaco y unitégmico; no hay tegmen. La semilla está clasificada como sobrecrecida (Corner, 1951),

porque su crecimiento está limitado por el tamaño de la vaina. Hay un promedio de 280 a 300 semillas/Kg. Las semillas contienen un alto contenido de lípidos con potencial industrial. Las semillas frescas tienen aproximadamente de 42 a 45 % de contenido de humedad. El comportamiento de la semilla es recalcitrante. Las semillas no toleran la desecación o fluctuaciones drásticas de temperatura. Pueden almacenarse de 4 a 6 días bajo temperatura ambiente (24 a 30 °C) y humedad ambiental (más de 90 % de humedad del aire).

El promedio de germinación es 90 %, y puede aumentarse si se desechan las semillas dañadas o descoloridas. La germinación es hipógea y las plántulas son criptocotilares (parcialmente). La protrusión de la radícula se presenta de 8 a 10 días después de la siembra. Con frecuencia, de 10 a 11 larvas de insectos emergen a través de pequeños agujeros en la superficie adaxial de los cotiledones, lo cual disminuye el vigor de la semilla. Si la plúmula se daña, el desarrollo de los vástagos no se presenta (Flores, 1994f).

Las semillas pueden establecerse en semilleros de invernaderos o en bolsas de plástico. La siembra debe ser superficial, con semillas en posición vertical y el extremo agudo colocado dentro del sustrato. No deben enterrarse. Germinan bien bajo diferentes regímenes de luz y toleran la sombra. Las plántulas que crecen en el sotobosque pueden ser trasplantadas con éxito a semilleros de germinación, bolsas de plástico o en áreas abiertas en el campo (Flores, 1994f).

La especie ha sido sembrada esporádicamente en parcelas experimentales. Se ha utilizado una distancia de plantación de 3 X 3 m. El crecimiento y la supervivencia de los árboles jóvenes no han sido evaluados cuidadosamente. En el bosque, las semillas germinan bien. Las plántulas, los árboles jóvenes y juveniles de todas las edades, sobreviven debajo del dosel, aunque su crecimiento es lento, especialmente durante los primeros dos años. La depredación por insectos es intensa. La especie es pionera en la regeneración de áreas perturbadas; bajo la regeneración natural, forma rodales mono-específicos. Tres factores pueden explicar su capacidad colonizadora: fijación de nitrógeno por los nódulos de la raíz (Allen y Allen, 1981), sexualidad precoz, y una serie de yemas secundarias capaces de reemplazar el vástago principal dañado (Flores, 1994f). La especie parece apropiada para regeneración natural y para el manejo natural de los bosques.

INFORMACIÓN ADICIONAL

El nombre del género se deriva de las raíces griegas *penta* (cinco) y *kleithron* (tornillo). Se refiere a la estivación valvada de los lóbulos del cáliz y a la concrecencia del pétalo en el tercio basal. El nombre de la especie se refiere a los lóbulos grandes y gruesos del cáliz (Allen y Allen, 1981; Flores, 1994f).

El peciolo de la hoja mide de 1 a 7 cm de largo, pulvinulado, semiterete y sulcado adaxialmente. El limbo de la hoja tiene de 15 a 20 pares de pinas opuestas, pulvinular, y mide de 2 a 10 cm de largo. El raquis puede alcanzar una longitud de 30 cm; es pubescente y acanalado adaxialmente. Los numerosos foliolulos por pina

Especies P

son opuestos, semisésiles, pequeños, lineal-subfalcados, de 6 a 9 mm de largo, y de 1 a 2 mm de ancho. Los foliolulos son enteros, con semilimbos asimétricos y tienen márgenes pubescentes, ápice agudo-acuminado, y una base asimétrica que es oblicua, redonda, truncada o auriculada. Las pínulas son hipostomáticas, y los estomas son paracíticos (Flores, 1994f).

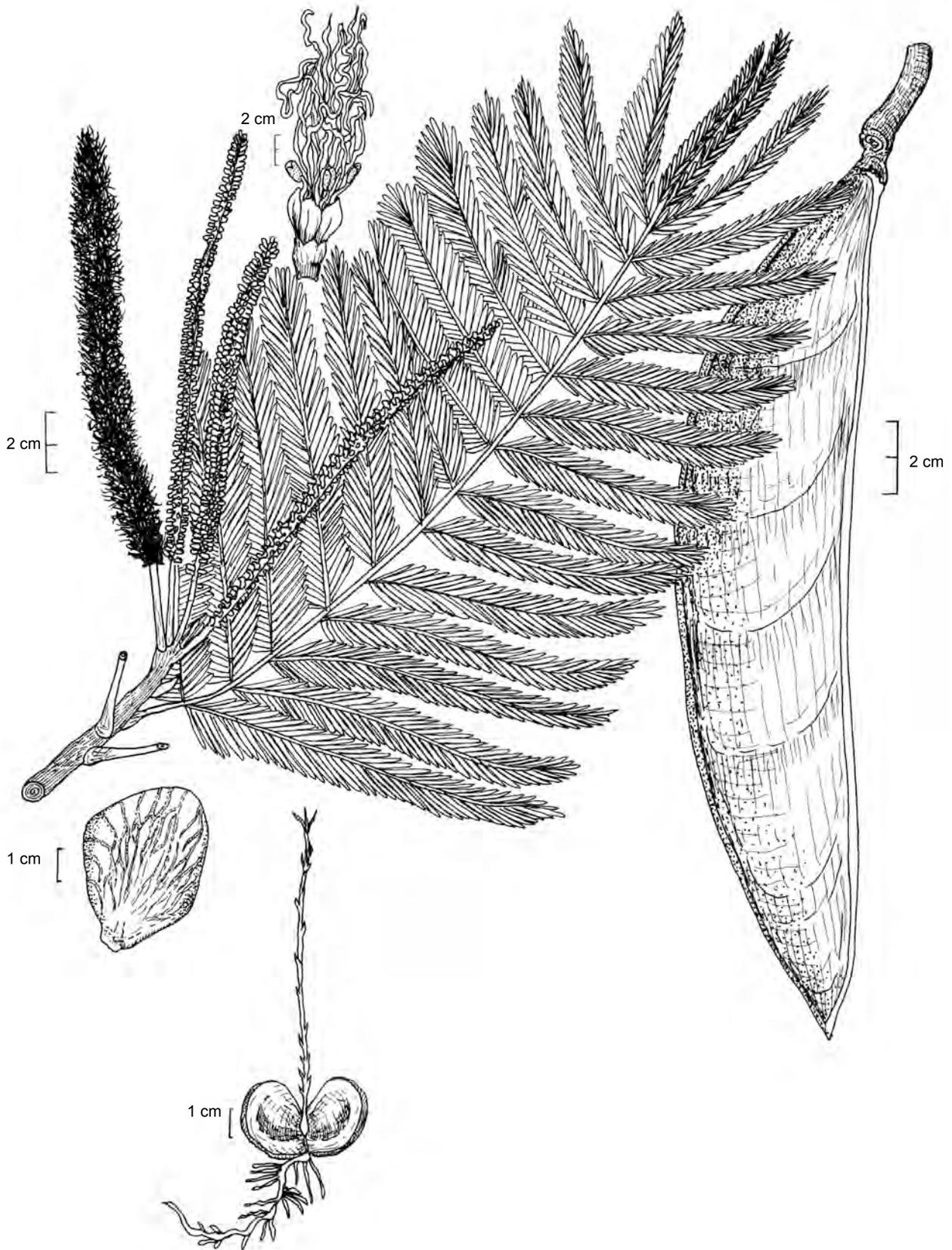
El cáliz es cupuliforme y morado, y los lóbulos del cáliz son pubescentes, gruesos, anchos, redondos distalmente, con estivación imbricada y de 1 a 2 mm de largo. Los pétalos son elípticos, 4 a 5 mm de largo, coherente en el tercio de la base, pubescentes, valvados y morados, aunque verdosos distalmente. Los estambres alternan con los sépalos y cinco estaminodios blancos. Los estambres son extrorsos, blancos o amarillentos, y fusionados basalmente a los estaminodios. Los filamentos son filiformes y miden de 5 a 7 mm de largo; las anteras miden 1 mm de largo y son blancuzcas, con una prominente glándula distal. La dehiscencia de la antera es longitudinal. Los granos de polen son liberados en mónadas; son triporados (con un diámetro de 40 a 45 μm), la exina es lisa y sin retículo (Guinet, 1978). El gineceo tiene un solo estilo conspicuo, más largo que los estambres; el estigma es ancho y truncado. El ovario es subsésil, pubescente, libre y monocarpelar, con placentación laminar. Tiene varios óvulos bitégmicos, anátropos. El funículo es corto (2 a 3 mm de largo), grueso y restringido cerca de la placenta (Flores, 1994f).

Las semillas no tienen endospermo ni perispermo. El embrión es sobrecrecido. Los cotiledones son carnosos, gruesos, parenquimáticos, oleosos y ligeramente cóncavos adaxialmente; mantienen la asimetría demostrada externamente por la semilla. El eje del embrión es recto; la plúmula rojiza está bien desarrollada y tiene muchos primordios de hojas (Flores, 1994f; Flores y Rivera, 1989b). La base auriculada de los cotiledones encierra la pequeña radícula.

El hipocótilo es rudimentario. El desarrollo de la plúmula es rápido y muchas alcanzan una longitud de 25 a 35 cm en 45 días (Flores, 1994f). La plántula produce una espiral de 14 a 17 escamas antes de dar origen a la primera hoja bipirapinnada. La axila de cada escama tiene dos yemas secundarias en una serie descendente. La escama distal y las subsiguientes hojas biparipinnadas tienen una serie de tres yemas secundarias. La serie de yemas secundarias aumenta la supervivencia de plántulas y árboles jóvenes (Flores, 1994f).



Especies P



Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuntze

Persea americana Mill.

J. A. OSPINA

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia

Familia: Lauraceae

Laurus indica Siebmann, *Persea gratissima* Gaerthner, *P. praecox* Poep. (Pérez, 1956)

Aguacate, aguacatillo, alligator, curo, palto, pear (Pérez, 1956)

Originaria de América, crece desde Chile hasta México y en las islas del Caribe. Aunque está concentrada en los países latinoamericanos, el árbol se cultiva ahora en las Filipinas, Nueva Zelandia, Australia, Sudáfrica, Kenia, Costa de Marfil, Marruecos, Israel, las islas Canarias y España.

Es una planta de crecimiento periódico donde las tasas de crecimiento están afectadas por condiciones locales. En áreas de humedad constante, crece todo el año. En regiones más secas o frías, el árbol puede pasar por cuatro etapas de crecimiento anuales y durante ciertos períodos puede perder mucho follaje; la etapa principal usualmente coincide con florecimiento. El nuevo crecimiento de vástagos o pequeñas ramas se presenta solamente en ciertas partes del árbol. En años con mayor crecimiento, el cultivo de frutos se reducirá, y en varios cultivares la producción es pronunciadamente bianual. Los vástagos o pequeñas ramas son cilíndricos o prismáticos, o tienen hojas alternas que tienen yemas axilares. La forma de las hojas varía considerablemente dependiendo de la posición. Las especies silvestres pueden alcanzar una altura de 20 m. Crece bien en suelos que son sueltos, con buen drenaje, ligeramente ácidos y ricos en materia orgánica (Tokura *et al.*, 1996). El árbol crece en elevaciones desde el nivel del mar hasta los 2400 m, con temperaturas promedio de 16 a 24°C, y una precipitación anual de 800 a 1700 mm. Los árboles silvestres tienen una copa esférica, mientras que los árboles cultivados, que se originan de injertos y sometidos a podas, tienen una apariencia muy diferente.

Es una especie muy polimorfa. Algunas características clonales, como la forma y el color del follaje, contribuyen a crear una gama muy extensa de tipos, y los tipos cultivados pueden separarse en tres grupos o razas: mexicana, guatemalteca y antillana (León, 1987). Información adicional sobre estas razas se presenta en la última sección de esta descripción.

Es importante comercialmente como una especie de fruto. El fruto tiene cualidades nutritivas muy altas; su índice calórico es similar al del plátano. Contiene entre 5 y 35 % de grasa, fundamentalmente ácido oleico, con un índice similar al del olivo. El coeficiente de digestibilidad de la grasa es similar al de la grasa de vaca. La semilla tiene un

alto contenido de taninos y la corteza tiene propiedades vermífugas (Gózman, 1989).

Las flores emergen en panículas que retoñan a partir del nuevo crecimiento en el ápice de las pequeñas ramas o de la axila de las hojas. El eje de la panícula es fuerte y pubescente y tiene varias brácteas deciduas. Produce varios miles de flores por planta. Las panículas se abren por largos períodos de semanas o meses. Sin embargo, el número de flores que producen frutos es de 5 % o más. Las características del fruto varían mucho dependiendo de la raza y variedad. Predominan los frutos en forma de pera, pero también existen frutos esféricos y ovoides. Comúnmente son asimétricos, y el lado con más fibras o fascículos vasculares es más grueso. El pericarpo está compuesto de una corteza cuyo grosor y color varía de verde amarillento a morado o casi negro; la superficie varía de lisa y lustrosa a acanalada y opaca. El mesocarpo es carnoso, de masa blanda, de color amarillento-verdoso-blanco, con pigmentación verde cerca de la corteza. La semilla ovoide ocupa una gran parte del fruto; está formado por dos cotiledones carnosos y un embrión pequeño; no contiene endospermo. La cubierta está formada por una a cinco capas exteriores de esclerénquima, y varias capas de parénquima. La capa más externa del parénquima, junto a la del esclerénquima, está llena de taninos, que le dan el característico color oscuro. Los cotiledones consisten principalmente de parénquima que contiene almidón y taninos (León, 1987).

El tiempo entre el florecimiento y la cosecha de frutos depende de la raza: para la raza antillana es entre 5 y 6 meses, para la raza guatemalteca entre 8 y 10 meses, y para la raza mexicana entre 7 y 10 meses (Gózman, 1989). Los frutos se recolectan manualmente utilizando escaleras y tijeras o cuchillos. Arrancar el fruto puede dañarlo. Dado que los frutos son delicados, no deben ponerse en el suelo sin protección. El tallo debe cortarse cerca del fruto para prevenir daño a otros frutos cuando se empaacan. Los frutos recién cosechados deben colocarse en la oscuridad y refrigerarse.

El contenido de humedad en las semillas con madurez de cosecha es de aproximadamente 65 %. Las semillas son recalcitrantes y pierden su viabilidad de 2 a 3 semanas después de sacarse del fruto. Sin embargo, los frutos pueden almacenarse por períodos de más de 8 meses en

Especies P

un cuarto seco a 5 °C (Halma y Frolich, 1949; Spalding *et al.*, 1976). La viabilidad también puede mantenerse por varios meses cubriendo las semillas, con un fungicida en polvo y almacenándolas en aserrín mojado o turba, en bolsas de polietileno, a una temperatura de 4 a 5 °C (Verheij y Coronel, 1991). El contenido de humedad crítico (el punto en el cual la humedad de la semilla puede bajarse sin que pierda su viabilidad) es de 57.6 % para un secado lento, y de 57.4 %, para secado rápido (Boyce, 1989; Grabe, 1989).

Las semillas deben pretratarse sumergiéndolas en agua a temperatura ambiente por un lapso de 24 horas (Trujillo, 1986). Aproximadamente el 70 % de las semillas germinan bajo tierra en un promedio de 21 días (Tokura *et al.*, 1996).

Puede propagarse por plántulas o injertos. Los injertos se recomiendan para plantaciones comerciales ya que los frutos de árboles injertados tienen características uniformes en tamaño y forma. El injerto de la yema terminal es el más fácil y exitoso. Para producir árboles sanos y vigorosos, las semillas deben seleccionarse de frutos de buen tamaño. Estas semillas deben tener un coeficiente de germinación más alto y las plántulas subsiguientes deben crecer más rápido. Para prevenir la deshidratación, las semillas deben sembrarse inmediatamente después de extraerlas de los frutos. Las semillas pueden preservarse en cajas de madera con arena húmeda entre 5 y 7 °C. Para prevenir enfermedades, las semillas deben ser desinfectadas en agua caliente (49 °C por 15 minutos); el suelo debe ser tratado con vapor de agua (90 °C por 4 horas o 60 °C por 6 horas), y todas las herramientas deben ser tratadas, posiblemente con hipoclorito de sodio (Gózman, 1989). Se cultiva con frecuencia en laderas porque las temperaturas mínimas son más altas que aquellas del suelo (Gustafson, 1997).

INFORMACIÓN ADICIONAL

Las hojas en la parte superior, centradas alrededor del punto apical de crecimiento, tienen formas bracteales. Más abajo, en las pequeñas ramas, los entrenudos son más largos y las hojas son más desarrolladas. El alargamiento del vástago inicia después de un período de descanso. Las brácteas que cubren el ápice del crecimiento se sueltan y el vástago se alarga formando primero hojas en la forma de brácteas, separadas por entrenudos cortos, luego formando hojas normales y entrenudos más largos, y finalmente formando hojas pequeñas y entrenudos más cortos. En las axilas de las hojas basales, yemas laterales pueden desarrollarse. En éstas, el primer entrenudo es excesivamente largo. La forma, el color y la pubescencia de las hojas varía según la plantación. La lámina es ovalada-oblonga a obovada-oblonga, de 5 a 20 cm de largo por 3 a 12 cm de ancho; la pubescencia cambia según la edad de la hoja. El follaje y las nuevas ramas son densamente pubescentes; las hojas viejas son lisas y lustrosas por encima y pubescentes por debajo. El color de la hoja varía según la raza, de oscuro a verde-amarillo. La especie tiene un poderoso sistema radical que no tiene pelos absorbentes.

Las flores son hermafroditas, actinomorfas, verdosas-blancuzcas, con pedicelos cortos y pubescentes. El perianto está compuesto de un involucro, que se ha

interpretado a sí mismo como un cáliz que consiste en seis partes que son agudas, amarillas, pubescentes en ambas superficies, y dispuestas en dos grupos de tres. Las partes exteriores son las más grandes. Son, en realidad, tres sépalos y tres pétalos de apariencia muy similar. Hay doce estambres en cuatro ciclos; los dos primeros son filamentos externos y simples, cuyas anteras se abren a través de cuatro poros ubicados hacia el centro de la flor. El tercer ciclo consiste en tres estambres con los poros abiertos hacia afuera; sus filamentos tienen, en la base, una glándula anaranjada o nectario. El cuarto ciclo, el más interior, está compuesto de estaminodios. El pistilo está compuesto de un ovario ovoide, monocárpico, superior, monospermo, unilocular, blanco y pubescente, que termina en un estilo corto con un estigma globoso.

La baja producción de frutos se presenta dado que los estigmas reciben unos cuantos granos de polen fecundador cuando los estambres y los pistilos en cada flor no maduran uniformemente. La polinización cruzada es esencial para la reproducción.

Es una planta perenne que puede producir frutos por 18 a 25 años cuando es bien manejada. El ciclo de vida de la especie está dividido en cuatro períodos. Durante el período juvenil, de 18 a 24 meses, la planta permanece en el vivero. Cuando se planta, la especie entra en el período donde el crecimiento se acelera y las flores comienzan a aparecer. Durante el cuarto y quinto año, la planta alcanza el período de producción completa, caracterizado por una alta producción de flores y frutos. En el cuarto y último período, la producción de frutos se estabiliza y los encargados de las plantaciones deben trabajar para prevenir mortandad ocasionada por enfermedades, como *Phytophthora cinnamomi* Rand (Gózman, 1989).

Los frutos permanecen duros en el árbol y se ablandan solamente después de su recolección. Los frutos maduros se ablandan uniformemente mientras que los frutos inmaduros se encogen, se arrugan, y no se ablandan adecuadamente. Diferentes variedades maduran a diferentes tasas. El contenido de aceite se utiliza para determinar la madurez del fruto para las variedades mexicana y guatemalteca; el tamaño y el peso se utilizan para las variedades antillanas. A veces, la apariencia de los frutos mientras están en el árbol, representa el grado de madurez. Para las variedades con cáscara verde, un color amarillo en la cáscara y en el tallo, y la pérdida de brillo indican madurez. La condición del tegumento es otra guía útil para determinar el grado de madurez. Si el tegumento es blando y de color pardo claro, el fruto está maduro. Para determinar cuándo el fruto está lo suficientemente blando para comer, el botón del tallo puede quitarse y se puede meter un palo en la apertura. Si la pulpa está blanda, el fruto está listo para ser consumido. La prueba es especialmente útil para determinar la blandura de las variedades con cáscara dura y correosa (Gustafson, 1997).

Las tres razas cultivadas son la antillana, la guatemalteca y la mexicana. La raza antillana es nativa de Centroamérica, y crece en elevaciones entre 0 y 550 m. Está difundida desde Florida hasta Brasil. La raza es muy sensible al frío. Cuando las hojas se frotan, no despiden olor a anís. Los frutos maduran de 5 a 6 meses después de la floración. Son de color verde oscuro, varían en tamaño según la

Especies P

variedad, tienen una forma ovalada, pesan de 150 g a 1 Kg, y miden entre 8 y 30 cm de largo. El pedúnculo es corto y cónico. La cáscara es delgada pero fuerte, con un grosor de 1.5 a 2 mm, y la superficie es lustrosa y viscosa. La pulpa varía de un color verde suave a amarillo rojizo, y tiene un contenido de grasa de aproximadamente 5 a 16%. Debido a que la semilla se desprende de la pulpa cuando el fruto madura, el consumo debe darse pronto después de la cosecha.

Las variedades comerciales más importantes de la raza antillana incluyen la Pollock, la Walden y la Fuchsia. La Pollock es la variedad más cultivada en Venezuela. Se desarrolló en los Estados Unidos (Florida) con semillas de Cuba. El fruto puede cosecharse de 5 a 6 meses después de la floración. La variedad produce frutos en forma de pera, con una cáscara lisa y delgada. El fruto pesa entre 858 y 1400 g, tiene una pulpa amarillenta sin fibras y un contenido de grasa de 2.5 a 5%. La semilla tiene una forma cónica. La Pollock es adaptable a climas inclementes y templados, y a elevaciones que fluctúan entre 400 y 1300 m. La variedad Walden produce frutos de tamaño mediano con una cáscara lisa, delgada, de color verde pálido, una pulpa amarillenta con un contenido de grasa de 5 a 10 %, y pesos que fluctúan entre 250 y 850 g. Las plantas de las variedades Walden y Fuchsia dan una alta producción de frutos. La variedad Fuchsia tiene frutos de color verde brillante, con cáscaras lisas y pesos que fluctúan entre 350 y 550 g.

La raza guatemalteca viene de Centroamérica, México y Nicaragua, en elevaciones desde 500 hasta 1000 m. Es sensible a climas templados porque sus hojas grandes, de color verde intenso no tienen glándulas esenciales; las hojas tampoco despiden el olor a anís cuando se las frota. Los frutos maduran de 8 a 10 meses después del florecimiento. Pesan entre 100 y 130 g, son generalmente redondos y están unidos a la rama por un pedúnculo muy largo. El grosor de la cáscara fluctúa entre 3 y 10 mm; tiene una consistencia viscosa y leñosa, y cuando madura, el color fluctúa entre verde y púrpura, a colores oscuros. La pulpa tiene un contenido de grasa de aproximadamente 15 a 20 %. La semilla es muy grande y redonda y no se desprende de su cavidad, haciendo posible que el fruto se preserve por un tiempo relativamente largo entre la cosecha y su consumo.

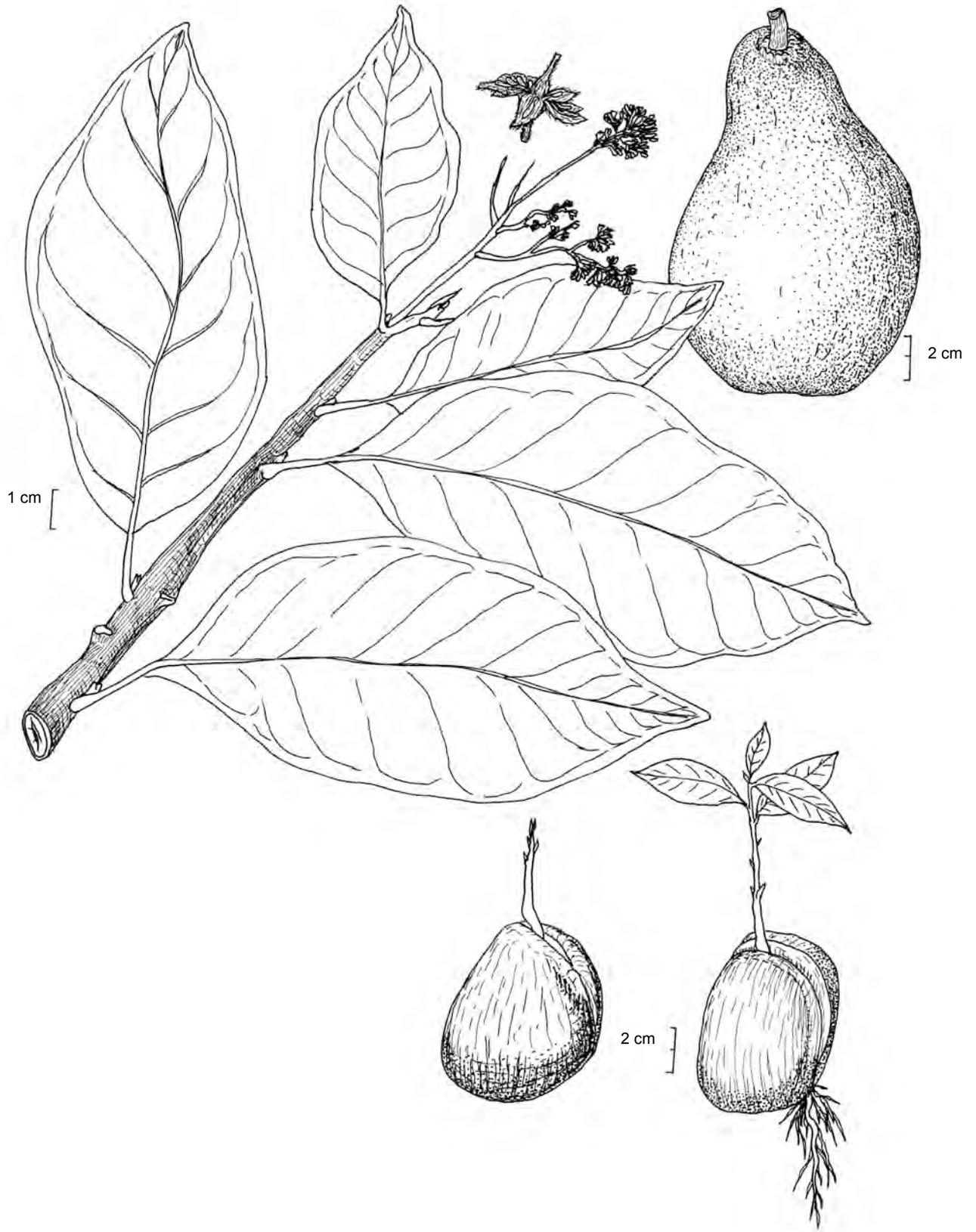
Las variedades comerciales importantes de la raza guatemalteca incluyen la Chouette y la Lola. La Chouette es un híbrido obtenido cruzando las razas antillana y guatemalteca; crece bien en las condiciones agroecológicas de Venezuela, en altitudes que fluctúan entre 500 y 1500 m. Las plantas producen frutos ovalados con una cáscara áspera y arrugada. El fruto puede cosecharse de 8 a 11 meses después de la floración. La variedad Lola se adapta bien a climas inclementes y produce frutos que pesan de 250 y 550 g, con una cáscara lisa y un contenido de grasa de aproximadamente 18 a 20%. Otras variedades en esta raza incluyen la Hass, la Trap, la Hickson y la Macarthur.

La raza mexicana viene de las ciudades de Atlixo y Puebla, a altitudes que fluctúan entre 1100 y 1950 m. Muestra una resistencia notable a climas templados. Las hojas, más pequeñas que las de las otras razas, tienen glándulas que

despiden un olor fuerte a anís cuando se frota las hojas. Generalmente, el florecimiento ocurre durante los últimos meses del año. Los frutos maduran de 7 a 8 meses después del florecimiento, y son relativamente pequeños, con un peso de 200 a 250 g y una longitud de 40 a 90 mm. En flores pubescentes, el pedúnculo es delgado, con un diámetro uniforme a lo largo de su longitud. La cáscara es delgada, 0.9 a 1.5 mm, con una superficie externa lisa. La cáscara, normalmente de color verde claro, tiene tonalidades oscuras dependiendo de la variedad. La pulpa es poco fibrosa y tiene un contenido de grasa que fluctúa entre 22 y 25 %. Dados los rasgos característicos múltiples de esta raza, muchos botánicos la consideran una variedad distinta de *Persea americana* (*Drimifolia*).

En México, la Fuerte, la Puebla y la Gottfriel son importantes variedades comerciales de *P. americana*. La Fuerte es un híbrido de las razas guatemalteca y mexicana; produce frutos de tamaño medio con un contenido de grasa de 25 a 35 %. Se adapta bien a climas templados, con altitudes de más de 1500 m. La variedad Puebla produce frutos de tamaño medio, con una forma ovoide, cáscara lisa y brillante y un contenido de grasa de 18 a 20 %. La variedad Gottfriel produce frutos con forma de pera, alargados con una cáscara morada y una consistencia rala; crece bien en elevaciones que fluctúan entre 500 y 1500 m.

Especies P



Persea americana Mill.

Pinus caribaea Morelet

V. M. NIETO Y J. RODRÍGUEZ

Corporación Nacional de Investigación Forestal
Santafé de Bogotá, Colombia

Familia: Pinaceae

Sin sinónimos

Pino caribea, pino cubano

Es un árbol de mediano crecimiento que alcanza 45 m de altura y más de 1 m de DN. Los tallos son generalmente rectos y sin ramas. La corteza es gruesa con fisuras anchas y es de color pardo rojizo a pardo cenizo. Esta variedad tiene fascículos de tres, y en árboles jóvenes estos fascículos tienen cuatro a seis hojas aciculares. Las hojas aciculares miden de 15 a 25 cm de largo y 1.5 mm de ancho; son rígidas y finamente aserradas, verde oscuro a verde amarillento, y cubiertas con rayas blancas de estomas. El árbol tiene una raíz pivotante en suelos profundos, y raíces superficiales en suelos ligeramente profundos. Se adapta muy bien a una amplia variedad de ambientes, incluyendo suelos degradados, pobres, lixiviados, más bien bajos con buen drenaje. La especie crece bien en suelos ácidos y arenosos (pH de 4.3 a 6.5), y en menor grado, en suelos arcillo arenosos. Generalmente, la humedad del suelo determina el desarrollo más que la disponibilidad de elementos nutritivos. El árbol crece bien en suelos oxisoles que no son muy profundos, que están saturados con agua durante la estación lluviosa, y que son muy secos en la estación no lluviosa. En climas húmedos de los trópicos, la especie tiende a formar cola de zorra. Puede tolerar sequías por hasta 6 meses e inundaciones esporádicas. Sin embargo, la sequía también puede causar grandes pérdidas en rodales jóvenes (Lamprecht, 1990). Crece bien donde las temperaturas fluctúan entre los 20 y 27°C, y la precipitación anual es entre 1000 y 1800 mm. Algunos árboles crecen donde la precipitación es entre 600 y 3900 mm. En su región nativa, el árbol crece desde el nivel del mar hasta 850 m; de manera ocasional se encuentra a 1000 m.

La madera dura es apropiada para pisos y todo tipo de construcción. Tratada con preservativos, la madera se utiliza en minas, recalzos con pilotes y durmientes de ferrocarril. Principalmente es utilizada para la construcción y carpintería; también se seca y se tornea (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1994; SEFORVEN, 1993). En Villanueva, Casanare, Colombia, la madera obtenida por entresacamiento precomercial a los 8 ó 10 años de edad, se utiliza en tabletas de lengüeta y ranura, y en ebanistería (embalaje de tablas portantes, puertas, ventanas, escritorios y estantes para libros) (Koenig y Venegas, 1978; Venegas, 1982). Se utiliza para pulpa a pesar de que su contenido de resina es alto. Tradicionalmente se utiliza como leña y en la elaboración

de carbón. Los árboles se utilizan como barrera rompevientos y para controlar la erosión y recuperar suelos. Las resinas también pueden extraerse para producir colofonia y trementina. Las semillas de esta especie tienen un alto valor comercial.

Los conos miden de 6 a 14 cm de largo. Las semillas de color grisáceo oscuro son ovoides y aladas, a veces tienen manchas de color pardo claro. La mayoría de las semillas pierden sus alas. Los incendios son esenciales para la regeneración natural; sin embargo, las plantas jóvenes son dañadas o destruidas por estos incendios. Fuera de su área nativa, rara vez la especie se regenera naturalmente.

Las semillas pueden almacenarse por hasta 10 años si se colocan en envases herméticamente cerrados a una temperatura de 3 a 4 °C, y de 6 a 9 % de contenido de humedad. No se requiere de un tratamiento de pregerminación; sin embargo, las semillas sumergidas en agua por 12 horas germinarán más uniformemente. El porcentaje de germinación alcanza el 80 % (Trujillo, 1984; Wong, 1983).

La especie puede propagarse en viveros por semillas o raíz desnuda. Las semillas se siembran en camas de germinación y después se trasladan a bolsas; las semillas con un alto porcentaje de germinación pueden sembrarse directamente en bolsas. Se siembran 200 semillas por m² para asegurar que se produzcan 100 plantas por m². Las semillas germinan en el espacio de 17 días. Un mes después de la siembra, la tierra debe retirarse de alrededor de la plántula. Las plántulas deben fertilizarse con nitrógeno, fósforo y potasio.

Se debe aplicar un hongo micorrízico para mejorar el desarrollo de la planta; se recomienda una aplicación de 20g/ha de esporas de hongos de las especies *Pisolithus tinctorius* o *Telephora terrestris*. Además, se deben aplicar abonos periódicamente. Las raíces también deben ser podadas habitualmente y las plantas deben endurecerse. Las plantas se establecen en campo cuando alcanzan una altura de 20 a 30 cm.

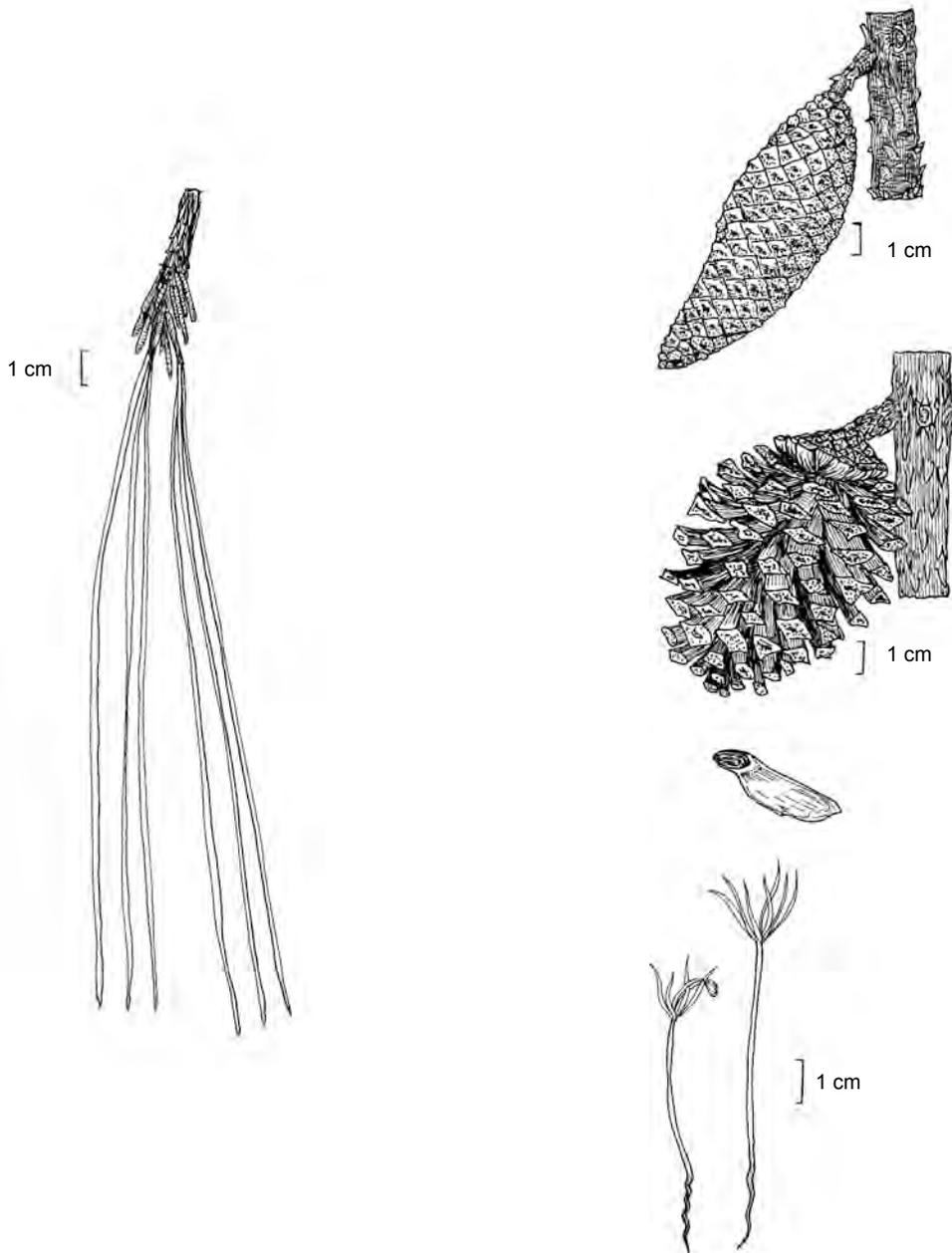
El lugar de plantación debe ser completamente despejado; quemar el sitio produce los mejores resultados. En suelos profundos, las cepas deben tener una profundidad de 20

Especies P

cm y un diámetro de 20 cm. En suelos poco profundos y compactados, las cepas deben tener una profundidad y un diámetro de 30 cm. Hasta un 80% de las raíces permanecerán en el cepellón cuando las plantas se extraen con terrones de tierra en las raíces.

Los tratamientos silviculturales durante los dos primeros años de la reforestación de sabanas proporcionan una protección contra incendios. Quitar la maleza pisoteándola también es esencial. La reforestación de praderas debe hacerse en un espacio de 6 meses después de la formación de la llanura, para impedir la competencia de especies arbóreas y del ganado. En plantaciones intensivas, deben sembrarse especies de la familia Gramineae, como *Brachiaria*.

En la producción de árboles para pulpa, leña o pequeños postes, se siembran con una densidad de 1600 plantas por hectárea, a una distancia inicial de 2.5 X 2.5 m. Los árboles se cosechan a la edad de 8 a 12 años, sin aclareos. En plantaciones para producir madera para aserrio, chapas y postes grandes, se establecen 1100 árboles por hectárea, a una densidad de 3.0 X 3.0 m. Los mejores árboles se podan durante los primeros años; un aclareo inicial se hace cuando las copas se cierran; y el entresacado continúa hasta que quedan de 250 a 400 árboles/ha. Estos árboles pueden cosecharse a la edad de 15 y 25 años (Koenig y Venegas, 1978).



Pinus caribaea Morelet

Pinus chiapensis (Martínez) Andresen

JAVIER LÓPEZ-UPTON Y JEFFREY K. DONAHUE

Colegio de Postgraduados, México y
Corporación Boise Cascade, Louisiana

Familia: Pinaceae

P. strobus var. *chiapensis* Martínez (Andresen, 1964)

Cuctoj, ocote, palo-pique, pinabete, pinabeto, pino blanco, tonatzin (Donahue *et al.*, 1991; Eguiluz-Piedra, 1978; Perry, 1991)

Tiene una distribución natural fluctuando principalmente desde el suroeste de México hasta el norte de Guatemala; desde una latitud de 15 a 20° N, y una longitud de 91 a 101° Oeste. En México, es más abundante en los estados de Oaxaca y Chiapas; se han presentado especímenes aislados también en Puebla, Guerrero y Veracruz. En Guatemala crece en los Departamentos de El Quiché y Huehuetenango (Donahue *et al.*, 1991; Martínez, 1948; Perry, 1991). Es considerada una especie rara y en peligro de extinción. Actualmente, consiste de manera general de pequeñas poblaciones remanentes de 5 a 20 hectáreas por la mayor parte de su región, con poca o ninguna regeneración natural (Donahue, 1985). Forma rodales puros o puede crecer en rodales de especies mixtas en asociación con *Pinus maximinoi* H. E. Moore, *P. oocarpa* Schiede ex Schltdl, *P. pseudostrobus* Lindl, *P. michoacana* Martínez y *P. pringlei* Shaw, en lugares en elevaciones bajas a medianas, y con *P. ayacahuite*, *P. patula* var *longipedunculata*, *P. pseudostrobus*, *P. tecunumanii* (Schw.) Eguiluz y J. P. Perry, *P. teocote* Schiede ex Schltdl. y Cham. y *Abies guatemalensis* Rehder en elevaciones más altas. Asociaciones con árboles de madera dura incluyen a *Liquidambar styraciflua* L., *Ulmus mexicana* (Liebm.) Planch., *Carpinus caroliniana* Walter, *Fagus mexicana* Martínez, *Cyathaea mexicana* Schltdl. y Cham., y también especies de los géneros *Quercus*, *Ostrya*, *Platanus*, *Cedrela*, *Populus*, *Podocarpus*, *Clethra* y *Fraxinus* (Donahue *et al.*, 1991; Farjon y Styles, 1997; Rzedowski y Vela, 1966; Zamora-Serrano y Velasco-Fiscal, 1978).

Es un árbol de rápido crecimiento que alcanza generalmente de 30 a 40 m de altura y de 80 a 100 cm de DN (Donahue *et al.*, 1991; Martínez, 1948; Perry, 1991). La especie se encuentra en elevaciones de 150 a 2300 m, más abundantemente entre los 1200 y 1800 m. El árbol, comúnmente limitado a laderas más bajas y colinas al pie de las montañas, también se encuentra con frecuencia en cañadas aisladas (Donahue *et al.*, 1991). Crece principalmente en suelos con buen drenaje franco-arenosos, franco arcillo arenosos y franco arcillosos, con valores de pH de 4.5 a 5.5. Estos mantillos tienen generalmente más de 1 m de profundidad y buena fertilidad. La especie crece en áreas donde el clima es subtropical a templado cálido, y usualmente de alta

humedad. Estas áreas reciben una precipitación anual de 1300 a 2300 mm, que se presenta principalmente desde mayo hasta octubre (Dvorak y Donahue, 1992; Eguiluz-Piedra, 1978). Las temperaturas medias anuales son de 20 a 22°C, las temperaturas máximas son de 40 a 42°C y las temperaturas mínimas son de 4 a 6°C (Donahue *et al.*, 1991). No se ha reportado que esta especie se presente en zonas con heladas.

La madera es blanda y liviana, la albura es de color blanco crema, y el duramen ligeramente más oscuro (Perry, 1991), con una gravedad específica de 0.34 a 0.38 (Centro Técnico de Evaluación Forestal, 1972; Yáñez-Márquez y Caballero-Deloya, 1982). Se utiliza para madera aserrada, muebles, puertas, marcos de ventanas e interiores (Donahue *et al.*, 1991; Eguiluz-Piedra, 1978).

Florece durante marzo y abril (Farjon y Styles, 1997; Zamora-Serrano *et al.*, 1993). Los conos son subcilíndricos, ahusándose hacia el ápice, mayormente rectos, con frecuencia resinosos, y de 10 a 15 cm de largo. Su color permanece verde hasta el momento de abrirse (dispersión de semillas). Se dan solos o en grupos de dos y tres, en pedúnculos oblicuos y delgados, de 25 a 50 mm de largo, los cuales se caen con el cono (Hernández-González, 1986; Martínez, 1948; Perry, 1991). Las escamas del cono son delgadas, flexibles, de 31 mm de largo, y de 15 a 34 mm de ancho (Hernández-González, 1986). La apófisis de la escama del cono es prolongada, con el ápice ligeramente curvo hacia adentro. El umbo es terminal, sin una espina (Martínez, 1948; Perry, 1991). Los conos pueden iniciar a madurar desde julio hasta octubre, dependiendo de la ubicación geográfica. La maduración está indicada cuando cambian de color verde a pardo. Pueden abrirse de 1 a 2 semanas después de volverse pardos y pronto son deciduos; las semillas se dejan caer inmediatamente. En rodales naturales en Chiapas, México, 160 Kg de conos producen aproximadamente 1 Kg de semillas saludables (Zamora-Serrano y Velasco-Fiscal, 1977). Como planta exótica establecida en pruebas en Colombia, los conos producían un promedio de 0.2 a 3.5 semillas saludables (Wright *et al.*, 1996). Las semillas son de color pardo oscuro, de vez en cuando moteadas, de 4 a 8 mm de largo, y de 3 a 7 mm de ancho. Las alas de las semillas son adanadas, unidas fuertemente a las semillas,

Especies P

y de 20 a 26 mm de largo (Hernández-González, 1986; Martínez, 1948; Perry, 1991).

Se necesita una cuidadosa planeación para una recolección de semillas exitosa, porque el período entre la maduración de conos y la dispersión de semillas es corto. Los conos se recolectan en la mayoría de los rodales desde mediados de agosto hasta mediados de septiembre, utilizando podadoras en palos y tijeras. Los conos se secan exponiéndolos al sol por 1 a 2 semanas; sin embargo, deben ser protegidos contra la lluvia durante el proceso de secado. Las semillas se sacan de los conos sacudiéndolos en un agitador o sacudidor mecánico grande, o en un sacudidor manual pequeño para lotes pequeños. Las semillas se desalan frotándolas o agitándolas, y se las limpia mediante un tamiz con aire, o haciéndolas flotar en agua, y deben secarse antes de almacenarlas. Se debe tener mucho cuidado al procesarlas para evitar dañar las semillas dado que los tegumentos son delgados. Hay un promedio 52,000 semillas/Kg en Guatemala y 80,000/Kg en Chiapas, México (Perry, 1991; Zamora-Serrano y Velasco-Fiscal, 1977).

Las semillas deben almacenarse en condiciones secas a temperaturas cercanas a los 4°C. Donahue *et al.* (1991) encontró que secar la semilla a un contenido de humedad de 8 a 10 % hace posible la viabilidad en un almacenamiento a largo plazo. La germinación de la semilla fluctúa entre 17 y 85 % (Carrillo *et al.*, 1980; Donahue *et al.*, 1991; Zamora-Serrano *et al.*, 1993), y la viabilidad de la semilla almacenada por más de 2 años, ha mostrado una germinación reducida (Lambeth *et al.*, 1990; Wright *et al.*, 1996).

Las tasas de germinación aumentan con un período de estratificación fría de 40 días a 2 °C antes de la siembra (Moreno, 1985). Si no es posible hacer pretratamientos prolongados, las semillas deben remojarse toda la noche en agua antes de sembrarlas. Si la germinación es de 85%, las semillas se establecen en semilleros con densidades de 300 g/m²; si el porcentaje de germinación es menor, las semillas se deben sembrar a 400 g/m². Temperaturas

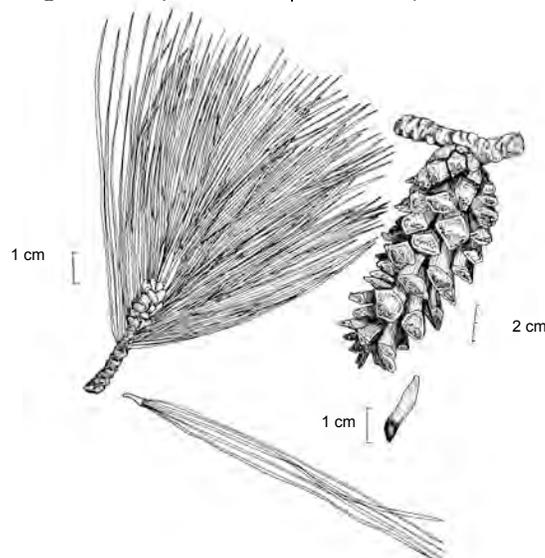
alternantes entre 22 y 30°C proporcionarán resultados aceptables de germinación (Zamora-Serrano *et al.*, 1993). Las semillas deben sembrarse a una profundidad de 1 cm en un medio ligero y estéril, que proporcione buena aireación y humedad. Las plántulas son susceptibles a la enfermedad de los almácigos (*Damping off*). Por esto, los substratos deben ser estériles o puede ser necesario regar con un plaguicida. Como planta exótica en Colombia, se ha encontrado que la especie necesita de 10 a 12 meses en el vivero para alcanzar un tamaño de adecuado de trasplante (Wright *et al.*, 1996). En México, la producción en vivero debe hacerse entre 1000 y 2000 m de elevación, dado que la especie no tolera heladas (Donahue *et al.*, 1991).

INFORMACIÓN ADICIONAL

La producción de madera a los 8 años de edad en parcelas experimentales de especies exóticas fluctuó entre 12 y 25 m³/ha/año (Dvorak *et al.*, 1996a). En rodales naturales, la longitud traqueidal promedio fue de 2.82 mm, y la gravedad específica de la madera de 0.34 a 0.38 (Centro Técnico de Evaluación Forestal, 1972; Yáñez-Márquez y Caballero-Deloya, 1982). En plantaciones exóticas a la edad de 10 años, la gravedad específica varió de 0.34 a 0.35 (Dvorak y Brouard, 1987).

Se ha reportado que los conos y pedúnculos del extremo oeste de la distribución de la especie en Guerrero, son más largos que en poblaciones más hacia el sur, tendiendo más a una similitud morfológica con *Pinus monticola* Douglas ex D. Don (Rzedowski y Vela, 1966). Cultivos de conos pueden ser consistentemente grandes, produciendo comúnmente varios kilogramos de semilla por árbol (Donahue *et al.*, 1991; Zamora-Serrano *et al.*, 1993).

Las principales plagas de insectos de semillas incluyen a la polilla *Dioryctria erythropasa* y varios calcídidos de semillas del género *Megastigmus*. La aplicación de insecticidas al principio de la primavera han mostrado controlar a *D. erythropasa*. También la polilla *Apolychrosis candidus* puede ser una plaga importante de conos (Cibrián-Tovar *et al.*, 1995).



Pinus chiapensis (Martínez) Andresen

Pinus greggii Engelm. ex Parl.

W. S. DVORAK

Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centroamérica y México (CAMCORE)
Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Estatal de Carolina del Norte

Familia: Pinaceae

Sin sinónimos

Ocote, ocote chino, pino garabatlillo, pino garabato, pino prieto (Flores, 1996; López-Upton, 1996; Perry, 1991)

Es un pino de conos cerrados que se presenta en dos distintas regiones geográficas de México: los estados de Coahuila y Nuevo León (24° a 25° N de latitud) en la parte norte del país (población norteña), y en los estados de Puebla, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y Veracruz (20° a 21° N) en la región central (población sureña). La razón de la separación de 360 Km en la distribución de la especie entre los árboles del norte y del sur, no es fácilmente entendible, porque otros pinos, como aquéllos estrechamente relacionados como *Pinus patula* Schiede y Schltdl. y Cham., se encuentran en el área de transición (Donahue y López-Upton, 1996).

Los árboles de las poblaciones norteña y sureña difieren en la morfología de la aguja externa y del cono, patrones de floración, tamaño de la semilla y porcentaje de monoterpeno en su ambiente natural (Donahue y López-Upton, 1996; Donahue *et al.*, 1995; López-Upton y Donahue, 1995). Diferencias morfológicas y en sus tasas de crecimiento entre los árboles de las poblaciones del norte y del sur, son aún más pronunciadas cuando los árboles se cultivan como exóticos (Dvorak *et al.*, 1996b; Kietzka *et al.*, 1996).

Los árboles de las poblaciones norteñas se presentan en pequeños rodales degradados (20 hectáreas), en suelos calcáreos poco profundos, con pH de 6.8 a 7.7 (Donahue y López-Upton, 1996). Estas poblaciones existen en elevaciones de 1900 a 2600 m, con una precipitación anual entre 650 y 750 mm, y los árboles toleran el frío y la sequía. Los árboles miden en promedio de 6 a 15 m de altura y de 22 a 40 cm de DN en la madurez, y con frecuencia son ramificados y pobremente formados. Las tasas de crecimiento en este ambiente adverso probablemente son en promedio, de 1 a 2 m³/ha/año. Los árboles de las poblaciones norteñas, rara vez encontrados con otros pinos, están asociadas con mayor frecuencia con *Abies* spp., *Quercus* spp. y *Pseudotsuga flahaultii* Flous.

Las poblaciones sureñas se presentan en rodales de 20 a 5,000 hectáreas en suelos predominantemente ácidos, con un pH de 4.2 a 6.1 (Donahue, 1990; Perry, 1991). Los árboles en estas poblaciones se encuentran en elevaciones de 1250 a 2380 m, y reciben una precipitación anual entre 1465 y 2380 mm. La especie de las poblaciones sureñas toleran el frío, y probablemente

toleran mejor la sequía que *Pinus patula*, pero parecen menos robustos que las especies de las poblaciones norteñas, cuando se establecen como exóticos, acorde a resultados recientes de pruebas de progenie (Kietzka *et al.*, 1996). Los árboles de las poblaciones sureñas fluctúan entre 9 y 20 m de altura, entre 25 y 40 cm de DN y tienen una calidad fenotípica de regular a excelente. Son comunes las tasas de crecimiento de 3 a 6 m³/ha/año. Las poblaciones sureñas se encuentran en una cercana proximidad a *Pinus patula*, *P. teocote* Schiede ex Schlechtendal y Chamisso, y un número de *Quercus* spp. (Donahue *et al.*, 1995).

Se piensa que *Pinus greggii* se cruza naturalmente con *P. patula* en Jalameco y Carrizal Chico, Hidalgo (Donahue y López-Upton, 1996). Se han logrado exitosamente híbridos artificiales entre las dos especies (Fielding, 1960).

En su ambiente natural, la madera es de color blancuzco a amarillo pálido, y de densidad moderada (0.450 g/cm³ a 0.550 g/cm³), según los resultados de árboles evaluados entre 25 y 30 años de edad (Murillo, 1988). La madera se utiliza localmente para leña, postes para cercas y construcción.

Pinus greggii fue puesto a prueba en ensayos de especies, de aproximadamente 10 países en los subtrópicos, entre los años de 1960 a 1980 (Dvorak *et al.*, 1996b). Estas introducciones aparentemente incluyeron sólo material genético de las poblaciones sureñas. Las pruebas de procedencia de toda la región, y pruebas de progenie de las poblaciones norteñas y sureñas, se llevaron a cabo en Brasil, Colombia, Nueva Zelandia y Zimbabwe, a fines de los años 1980 (Dvorak *et al.*, 1996b; Kietzka *et al.*, 1996). Los resultados preliminares indican que la procedencia de la especie norteña puede establecerse en lugares que para *P. patula* resultan ser demasiado fríos y secos; las fuentes sureñas pueden establecerse en lugares demasiado secos para *P. patula* (Dvorak *et al.*, 1996b; Kietzka *et al.*, 1996).

Las fuentes norteñas y sureñas se plantan en una escala comercial limitada en Sudáfrica (1000 hectáreas/año), y está creciendo la popularidad del árbol como una especie para plantaciones (Kietzka, 1997). En Sudáfrica, la madera de árboles de 16 años de edad de fuentes sureñas tenía propiedades muy similares a *P. patula*, en cuanto a

Especies P

densidad (0.480 g/cm³) y porcentaje de sustancias extraíbles, encontrándose ser aceptable para pulpa mecánica (Dommissie, 1994). Los árboles de fuentes sureñas también tuvieron una calidad estructural excelente para madera aserrada, pero la forma pobre del tallo y altas concentraciones de nudos, redujeron la calidad de las tablas (Malan, 1994).

En su ambiente nativo, la producción de flores y conos inicia aproximadamente de los 4 a 5 años de edad. Los árboles de las poblaciones norteñas florecen en mayo o junio; aquéllos de poblaciones sureñas en abril y mayo (López-Upton y Donahue, 1995). Cuando se establecieron en Brasil y Sudáfrica como especies exóticas, los árboles de poblaciones norteñas produjeron un cultivo considerable de flores femeninas, 18 meses después de ser plantados. Las flores femeninas en los árboles de poblaciones norteñas son comúnmente más grandes y más rojizas que aquéllas de las poblaciones sureñas. Los árboles de poblaciones sureñas pueden florecer a los 18 meses, pero es más frecuente un cultivo de ligero a moderado de flores femeninas, emerge aproximadamente a los 24 meses después de su establecimiento en campo. En el sur de Brasil, a una floración inicial considerable de aproximadamente 2 años de edad, le siguió un florecimiento relativamente pequeño, en un lapso de 4 años. Una floración considerable comenzó nuevamente a aproximadamente 6 años de edad. En Sudáfrica, *P. greggii* florece dos veces al año. Las fuentes norteñas florecen desde noviembre hasta enero; en la actualidad no hay información disponible sobre un segundo brote. El tiempo principal de floración para las poblaciones sureñas es desde septiembre hasta noviembre, y un segundo brote de estróbilos predominantemente femenino, ocurre en febrero y marzo (Kietzka, 1997). En el Instituto de Genética Forestal, en Placerville, California, *P. greggii* florece dos veces: una vez en noviembre y nuevamente en junio (Critchfield, 1967).

En México, los conos maduran en diciembre y enero, aproximadamente 21 meses después de la polinización. La producción de conos es prolífica con grupos de 8 a 10 conos, siendo común en muchas partes de la copa (Donahue y López-Upton, 1996). Debido a que la especie es un pino serótino, los conos maduros pueden permanecer cerrados en el árbol por varios años. En estudios llevados a cabo en rodales naturales en México, se encontró que árboles de las poblaciones norteñas tienen conos ligeramente más largos que aquéllos de poblaciones sureñas (115 mm vs. 105 mm), pero tienen un potencial de semillas más bajo (92 vs. 116) (López-Upton y Donahue, 1995).

El número promedio de semillas llenas por cono era menor para los árboles en poblaciones norteñas que en las sureñas (46 vs. 74). Los árboles de poblaciones norteñas parecen ser mucho más infestados con insectos de conos y de semillas en rodales naturales, que aquéllos de las poblaciones sureñas, lo cual puede explicar producciones más bajas de semillas (López-Upton y Donahue, 1995). En Sudáfrica, los conos usualmente maduran en agosto. Conos de un cruce de *P. patula* x *P. greggii* maduraron 33 meses después de que las flores fueron polinizadas (Kietzka, 1997). Estudios futuros determinarán

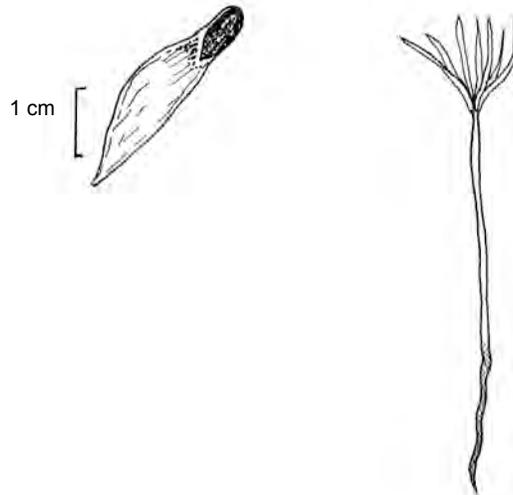
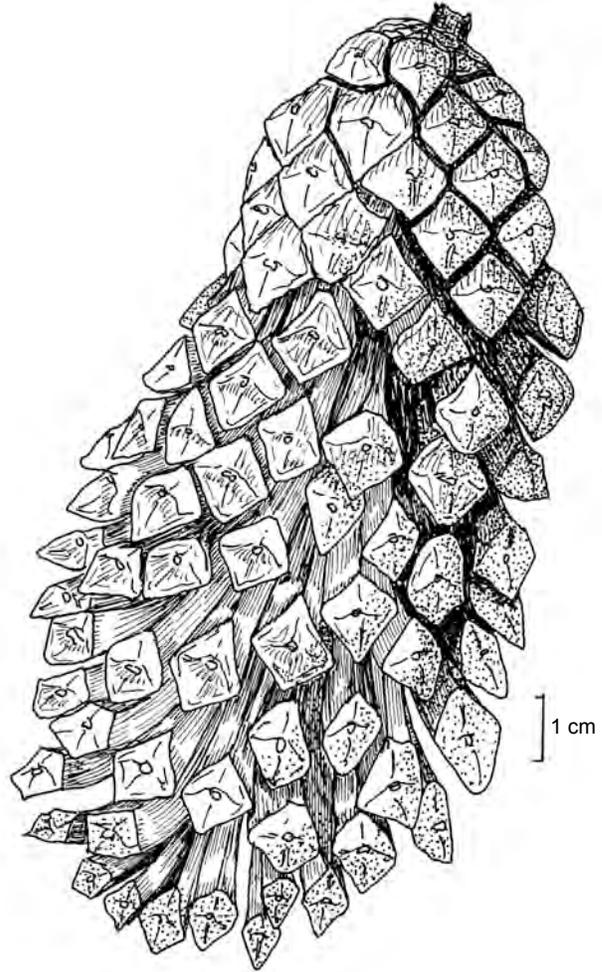
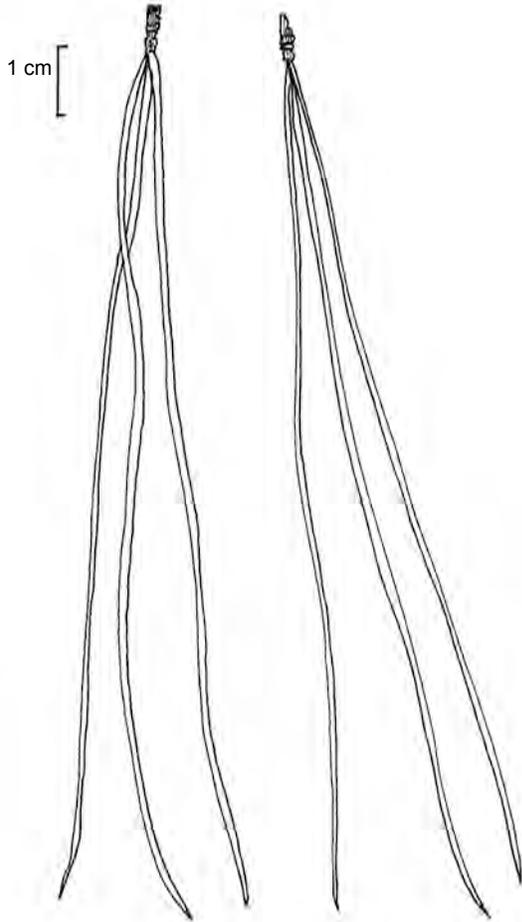
precisamente los ciclos reproductivos de *P. greggii* a través de sus muchos y nuevos ambientes.

Los conos deben recolectarse cuando están de color pardo claro, y aquellos conos viejos que presenten un color gris no deben cosecharse. Los conos están fuertemente adheridos a las ramas, por lo que hay que tener cuidado cuando se retiran de los árboles para evitar dañar los futuros cultivos de conos. En México los conos se remueven de los árboles por personas que escalan los árboles. Los conos que se pueden alcanzar se arrancan de las ramas manualmente. Los conos en los extremos de largas ramas se cortan con la ayuda de palos de madera o aluminio. El palo tiene una cuchilla curva en el extremo y arranca o corta los conos de las ramas.

Los conos pueden secarse al aire, dejándolos expuestos al sol por varios días o colocándolos en un horno a una temperatura de 45 a 48 °C por 24 a 48 horas. Las semillas de árboles provenientes de las poblaciones del norte son significativamente más grandes que aquellas de las del sur. La producción promedio de semillas para árboles en rodales naturales de poblaciones del norte fue de 55,500 semillas/Kg; de las del sur de 67,100 semillas/Kg. En un huerto semillero de clones de fuentes sureñas de Sudáfrica se obtuvieron 68,000 semillas/Kg. No existe información sobre el número de semillas de fuentes norteñas, cuando se han establecido como exóticas.

Las semillas de *P. greggii* germinan bien en arena húmeda o substratos similares. Aunque no es necesaria la estratificación en frío para una buena germinación, los estudios hechos por Donahue (1990) indican que una estratificación en frío por 30 días aumentó la tasa de germinación para semillas de poblaciones del sur, pero no tuvo ningún efecto en árboles de poblaciones del norte. Se han encontrado tasas de germinación de 30 a 70 % para semillas recolectadas de rodales naturales en México. En grandes viveros comerciales de Sudáfrica, la semilla de *P. greggii* se coloca en una bolsa de tela porosa en un baño de agua, con un pH de 5.6, a 28 °C, y se burbujea aire comprimido por 24 horas (Kietzka, 1997). El exceso de humedad se seca con una toalla y la semilla se siembra.

Las plántulas de *P. greggii* tanto de poblaciones del sur como del norte para ser establecidas en campo cuya altura es de 10 cm, se pueden producir en la mayoría de viveros en 5 a 6 meses. El establecer las plántulas a esta altura tiene éxito en ambientes difíciles en Sudáfrica, y disminuye la oportunidad de subsiguientes problemas de raíz en forma de "J". Las plántulas de fuentes del sur pueden alcanzar alturas del tallo de 20 a 25 cm, en 7 a 8 meses, especialmente en ambientes tropicales y subtropicales en Brasil y Colombia. A las plántulas de fuentes del norte les puede tomar dos estaciones de crecimiento en el vivero para alcanzar estas alturas, porque las plantas fijan una yema latente más pronto que aquéllas de procedencias sureñas.



Pinus greggii Engelm. ex Parl.

Página en Blanco

Pinus jaliscana Pérez de la Rosa

JAVIER LÓPEZ-UPTON

Programa Forestal del Colegio de Postgraduados
México

Familia: Pinaceae

P. patula var. *jaliscana* (Pérez de la Rosa) Silba., *P. macvaughii* Carbajal (Carbajal y McVaugh, 1992; Silba, 1985)

Jalisco pine, ocote, pino de Jalisco (Perry, 1991)

Crece solamente en el oeste de Jalisco, México (Carbajal y McVaugh, 1992; Pérez de la Rosa, 1983). Las especies asociadas son *P. oocarpa*, *P. maximinoi* y *P. douglasiana* Martínez (Perry, 1991).

Es un pino bien formado, de rápido crecimiento, de 20 a 30 m de altura (a veces 35 m) y de 50 a 80 cm de DN (Carbajal y McVaugh, 1992; Perry, 1991). Crece en elevaciones desde 850 a 1650 m en climas semitropicales a tropicales, con precipitaciones anuales desde 1000 a 1500 mm y temperaturas medias anuales de 22 a 26 °C (Pérez de la Rosa, 1983). Los mejores árboles crecen en suelos profundos con buen drenaje de origen granítico (Perry, 1991).

La madera es dura, fuerte y resinosa. Se utiliza para construcción general y leña (Perry, 1991).

Los conos de *Pinus jaliscana* son oblicuos (a veces pronunciadamente oblicuos), casi simétricos, pendientes, y ahusados hacia la base. Los conos miden de 3 a 9 cm de largo, de 2.3 a 2.8 cm de diámetro cuando están cerrados (4 a 6 cm cuando están abiertos), y de 35 a 60 g de peso. Se producen de forma individual, en pares, o a veces en grupos de tres, en pedúnculos delgados y fuertes de 10 a 15 mm de largo que están torcidos hacia abajo. Los conos son seróticos y persistentes. La maduración es indicada cuando cambian de color de verde a pardo. Los conos maduran en el segundo año y comienzan a aparecer en noviembre, aunque algunos conos pueden permanecer cerrados por algunos años (Carbajal y McVaugh, 1992; Pérez de la Rosa, 1983; Perry, 1991). Las semillas son de color pardo oscuro, de 4 a 6 mm de largo, y aproximadamente de 4 mm de ancho. Las alas de las semillas son de color pardo pálido, articuladas, de 10 a 17 mm de largo, y de 5 a 8 mm de ancho (Pérez de la Rosa, 1983; Perry, 1991).

Los conos se recolectan del árbol utilizando podadoras montadas en palos y máquinas cortadoras. Los conos se secan exponiéndolos al sol por una a dos semanas; sin embargo, deben protegerse de la lluvia durante el proceso del secado. Cuando los conos permanecen cerrados en el árbol por un año o más, su color cambia a gris. Cuando esto ocurre, uno de los siguientes métodos puede ser

necesario para acelerar la apertura de los conos y la recolección de semillas: poner los conos en agua hirviendo por 10 a 30 segundos, o colocarlos en un horno para secar conos por 1 día, a una temperatura de 50 °C o menor. Las semillas se sacan de los conos sacudiéndolos en un agitador o sacudidor mecánico grande, o en un sacudidor manual pequeño para lotes pequeños. Las semillas se desalan frotándolas o agitándolas, y se limpian mediante tamices con aire o haciéndolas flotar en agua, y deben secarse antes de almacenarlas. Se debe tener cuidado al procesar con desaladores mecánicos para evitar dañar las semillas. Hay un promedio de 120,000 semillas/Kg (Perry 1991).

Las semillas deben almacenarse en condiciones secas, frescas (4 °C) y herméticas. El pretratamiento de las semillas incluye remojo en agua toda la noche antes de sembrarlas. Las semillas deben sembrarse a una profundidad de 0.9 cm en un sustrato ligero, estéril y ácido, que proporcione buena aireación y humedad. Una temperatura de 20 a 30 °C proporcionará una germinación aceptable. Como muchas otras especies de pinos, las plántulas son susceptibles a la enfermedad de los almácigos (*Damping off*), por ello, los sustratos deben ser estériles o puede ser necesario regar con un fungicida.

Página en Blanco

Pinus leiophylla Schiede ex Schldl. & Cham.

JAVIER LÓPEZ-UPTON

Programa Forestal del Colegio de Postgraduados
México

Familia: Pinaceae

P. leiophylla Schiede and Dieppe; *P. gracilis* Roehl (Farjon 1984)

Ocote, ocote prieto, pino chino, smooth-leaved pine (Perry, 1991; Martínez, 1948)

Es nativo de México, extendiéndose desde Chihuahua en el noroeste de México, hacia el sur a lo largo de la Sierra Madre Occidental entrando en Oaxaca y a lo largo del eje Volcánico en el centro de México (Martínez, 1948; Perry, 1991). Rara vez forma rodales puros; las especies asociadas son *Pinus engelmannii* Carrière, *P. arizonica* Engelm., *P. teocote*, *P. lumholtzii* B. L. Rob. y Fernald, *Juniperus* sp., y *Quercus* sp. en el norte de México, y *Pinus montezumae* Lamb., *P. ayacahuite*, *P. pseudostrobus*, *P. michoacana*, *P. patula* Schiede y Deppe ex Schldl. y Cham., *P. oaxacana* Mirov, *Abies religiosa*, *A. guatemalensis*, *Quercus* sp., *Arbutus* sp., y varias especies de árboles de madera dura en el centro de México (Eguiluz-Piedra, 1978; Perry, 1991)

Pinus leiophylla crece a una tasa moderada hasta los 20 a 30 m de altura, de vez en cuando alcanzando 35 m, y 35 a 80 cm de DN (Perry, 1991). Crece en sitios marginales o áreas cubiertas con roca volcánica, aunque los mejores árboles crecen en suelos profundos con buen drenaje, de origen volcánico (Martínez, 1948). El árbol crece en elevaciones desde 1600 hasta 3000 m pero se encuentra con más frecuencia entre 2200 y 2750 m. La especie crece en climas templados a templado cálidos, donde las temperaturas bajan hasta el punto de congelación durante los meses más fríos del invierno (Perry, 1991). Se encuentra donde las temperaturas fluctúan entre -15 y 38 °C y la precipitación anual de mayo a octubre es de 700 a 1500 mm (Eguiluz-Piedra, 1978).

La madera es relativamente densa, pesada, dura y muy resinosa, con un duramen de color pardo pálido. La gravedad específica de la madera es de 0.44 a 0.51 (Echenique-Manrique y Díaz-Gómez, 1969; Murillo, 1988; Zobel, 1965). Se utiliza para construcción en general, duermientes de ferrocarril y leña (Eguiluz-Piedra, 1978; Perry, 1991).

Comienza a reproducirse a la edad de 5 a 6 años y florece desde febrero hasta abril (Jasso-Mata y Jiménez-Casas, 1994; Jasso-Mata *et al.*, 1995; Patiño-Valera, 1973). Los conos son ovoides a cónico ovoides, simétricos y refléjos. Cuando están frescos son lustrosos y pardo amarillentos, de 4 a 8 cm, y de 3.5 cm de grosor cuando están cerrados. Los conos se dan solos o, con más frecuencia, en grupos de dos, tres y cuatro, en pedúnculos gruesos de 5 a 15 mm

de largo (Carbajal y McVaugh, 1992; Martínez, 1948; Perry, 1991). Los conos maduran en el tercer año y son persistentes por 2 a 3 años (Martínez, 1948). Las escamas de los conos miden de 5 a 8 mm de ancho, delgadas, rígidas, fuertes e inflexibles; la apófisis es plana, pero algo engrosada a lo largo del margen apical; el umbo es dorsal, y generalmente plano a hundido (Perry, 1991). Las semillas se dispersan desde diciembre hasta febrero cuando los conos pardos purpúreos están maduros. El número de semillas viables por cono es de 11 a 18, con un promedio de 13. El porcentaje de semillas sanas (por cono) es de 15 a 20 %, mientras que el de semillas vacías es de 17 a 43 % (Aldrete y López-Upton, 1993). En un rodal natural – aunque no puro –, en el este de México, Delgado (1994) encontró 9 semillas sanas de entre 53 semillas potenciales por cono; una eficiencia de semillas de 17 % y una germinación del 95 %. Las semillas son grisáceas a negras, de 3 a 4.5 mm de largo y aproximadamente 3 mm de ancho; el ala de la semilla es amarillenta, articulada, de 10 a 17 mm de largo y de 5 a 8 mm de ancho (Carbajal y McVaugh, 1992; Martínez, 1948; Perry, 1991).

Para lograr una germinación del 95 %, los conos deben recolectarse desde mediados de diciembre hasta mediados de febrero (Aldrete y López-Upton, 1993). Los conos se recolectan del árbol usando podadoras en palos y cuchillas. Los conos se secan exponiéndolos al sol por una a dos semanas; sin embargo, deben ser protegidos contra la lluvia durante el proceso de secado. Las semillas se sacan de los conos sacudiéndolos en un agitador o un sacudidor mecánico grande, o con un sacudidor manual pequeño para lotes pequeños. A las semillas se les quita las alas frotándolas o agitándolas y se las limpia con un tamiz con aire, o haciéndolas flotar en agua, debiéndose secar antes de almacenarlas. Se debe tener cuidado al procesar con desaladores mecánicos para evitar dañar las semillas. Hay un promedio de 85,000 semillas/Kg (Perry, 1991). Las semillas deben almacenarse en condiciones secas, frescas (4 °C) y herméticas.

El pretratamiento de las semillas incluye remojo en agua durante toda la noche antes de sembrarlas. Las semillas deben sembrarse a una profundidad de 1 cm en un substrato ligero y estéril, que proporcione buena aireación y humedad. El mejor momento para la siembra es de mayo a julio, con un 65 a 72 % de emergencia (Catalán-Sánchez,

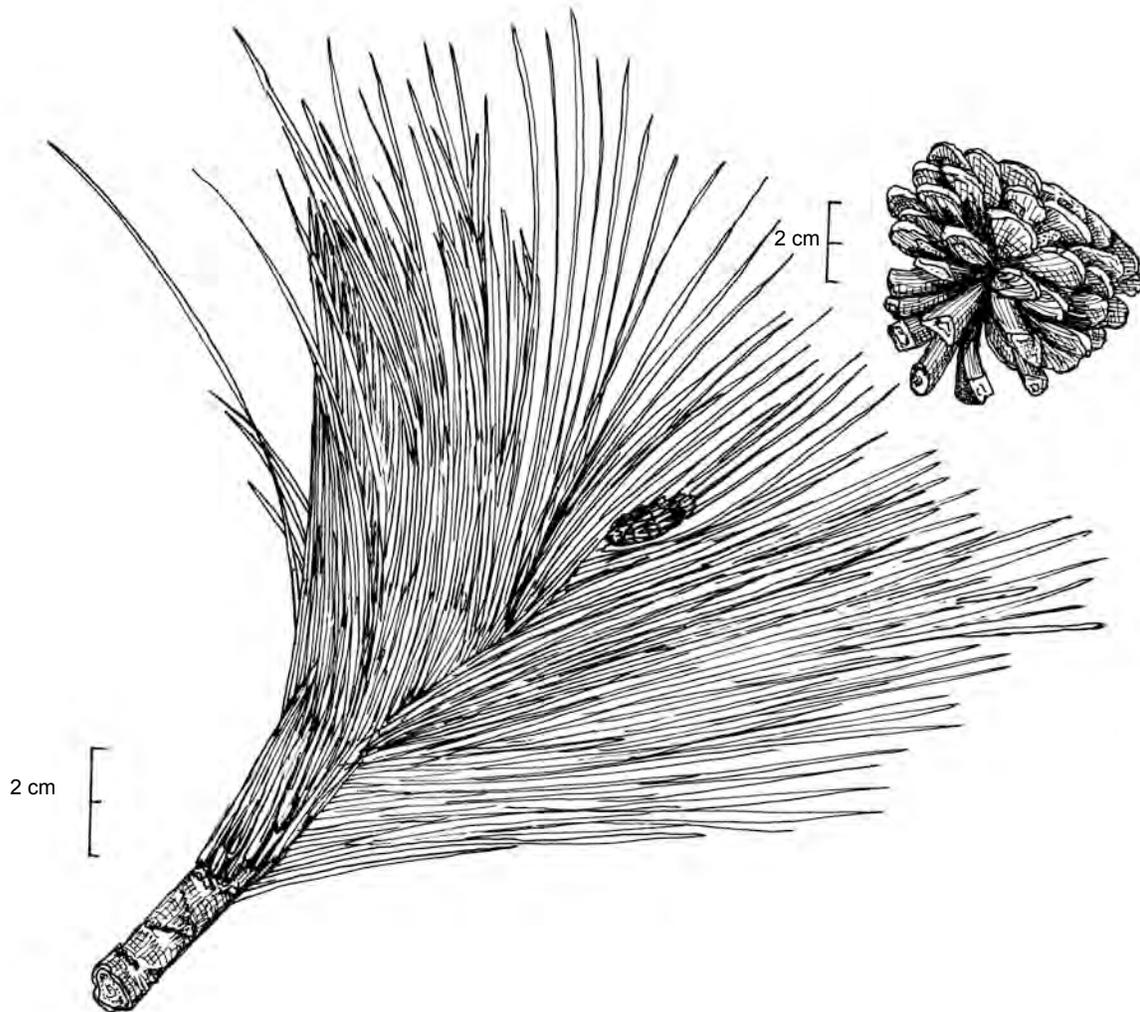
Especies P

1987). La germinación es de 62 % (Patiño-Valera, 1973) y aumenta a 95 % cuando las semillas se limpian. Las semillas se establecen en semilleros a densidades de 12,000 a 15,000 por m² o 300 g por m² (Zamora-Serrano *et al.*, 1993). Una temperatura de 20 a 30 °C proporcionará resultados aceptables en la germinación. Las plántulas son susceptibles a la enfermedad de los almácigos (*Damping off*). Por esto, los substratos deben ser estériles o puede ser necesario regar con fungicidas. Los hongos ectomicorrízicos *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker et Couch mejora el comportamiento de las plántulas en el campo (Marx, 1975).

INFORMACIÓN ADICIONAL

Esta especie produce vástagos epicórmicos en el tronco y es capaz de retoñar desde el cuello de la raíz (Perry, 1991).

Consistentemente produce un cultivo anual moderado de conos, aunque el intervalo entre grandes cultivos de conos es de 3 a 5 años (Zamora-Serrano *et al.*, 1993). Los conos son susceptibles al hongo *Caeoma conigenum* Heds. et Hunt (Martínez, 1948; Perry, 1991). Plagas importantes de insectos son *Conophthorus conicolens* Wood, que puede destruir de 16 a 60 % de conitos, conos y semillas, y *Leptoglossus occidentalis* Heidemann. Otras plagas de conos incluyen *Conotrachelus neomexicanus* Fall, *Dioryctria erythropasa* (Dyar), *D. pinicolella* Amsel, *Apolychrosis synchysis* Pogue, *A. ambogonium* Pogue y *Megastigmus* sp. (Cibrián-Tovar *et al.*, 1995; Delgado, 1994).



Pinus leiophylla Schiede ex Schldl. & Cham.

Pinus maximinoi H.E. Moore

JAVIER LÓPEZ-UPTON Y JEFFREY K. DONAHUE

Colegio de Postgraduados, México
Corporación Boise Cascade, Louisiana

Familia: Pinaceae

Pinus tenuifolia Benth., *P. pseudostrobus* var. *tenuifolia* Shaw., *P. douglasiana* var. *maximinoi* (H.E. Moore) Silba. (Carbajal y McVaugh, 1992; Farjon y Styles, 1997; Martínez, 1948; Stead y Styles, 1984)

Cantaj, ocote, pino candelillo, pino canis, pino llorón, tzin (Carbajal y McVaugh, 1992; Dvorak y Donahue, 1988; Eguiluz-Piedra, 1978; Perry, 1991)

Se distribuye ampliamente en los estados de la costa del Pacífico de México y Centroamérica; desde Sinaloa, México hasta el norte de Nicaragua (Dvorak y Donahue, 1992; Martínez, 1948; Perry, 1991). La especie crece en rodales puros o en asociación con *Pinus oocarpa*, *P. douglasiana*, *P. pseudostrobus*, *P. tecunumanii*, *P. michoacana*, *P. leiophylla* Schiede y Deppe, *P. montezumae*, *P. patula* var. *longipedunculata*, *P. ayacahuite*, *Abies hickelii*, *Quercus* spp., *Liquidambar styraciflua*, *Juniperus* spp. y *Arbutus* spp. (Dvorak y Donahue, 1988; Eguiluz-Piedra, 1978; Farjon y Styles, 1997; Perry, 1991).

Es un pino de rápido crecimiento, alcanzando de 20 a 40 m de altura y de 40 a 100 cm de DN. El tronco es usualmente recto y sin ramas (Carbajal y McVaugh, 1992; Perry, 1991). Crece en elevaciones de 600 a 2400 m. Sin embargo, en cuanto a crecimiento y calidad fenotípica, los mejores rodales se encuentran de 800 a 1500 m, en pendientes orientadas hacia el mar, con suelos profundos y fértiles, con buen drenaje. Los valores de pH del mantillo típicamente fluctúan entre 4.2 y 6.5, mientras que los subsuelos pueden alcanzar un pH de 8.0. Las texturas son normalmente arcillo arenosas a arcillosas para horizontes de suelo superficial, y arcillas para horizontes de subsuelos (Dvorak y Donahue, 1988). La especie crece en climas que fluctúan entre templado cálidos a húmedos subtropicales (Carbajal y McVaugh, 1992); la precipitación anual en estos lugares fluctúa aproximadamente entre 1000 y 2100 mm (Dvorak y Donahue, 1988). Las temperaturas anuales medias fluctúan entre 17 y 22 °C. Las temperaturas máximas alcanzan 40 °C, y las mínimas bajan a -1 °C (Eguiluz-Piedra, 1978). No parece tolerar temperaturas de congelación (Dvorak y Donahue, 1988).

La madera es blanda y liviana; la albura es de color blanco amarillento pálido, y el duramen es ligeramente más oscuro (Perry, 1991). La densidad de la gravedad específica en pruebas en Colombia fluctuó entre 0.32 y 0.51, y en Sudáfrica entre 0.49 y 0.50 (Wright y Baylis, 1993; Wright y Osorio, 1993; Wright y Wessels, 1992). Sus usos potenciales incluyen papel, leña, extractos de resina, y maderas labradas para soportes de techos y portales

(Eguiluz-Piedra, 1978; Perry, 1991; Wright y Wessels, 1992).

Cuando se establece como árbol exótico en Colombia, la especie comienza a reproducirse a los 4 años de edad (Osorio, 1998; comunicación personal); en México la especie no aparece tan precoz. El árbol florece en México de enero a febrero y en Centroamérica, de febrero a marzo (Farjon y Styles, 1997; Zamora-Serrano *et al.*, 1993). Los conos son largos-ovoides, asimétricos y oblicuos, de 5 a 8 cm de largo y de 4.5 a 7 cm de ancho después de abrirse. Los conos de color pardo claro y lustrosos crecen en grupos de tres o cuatro, en pedúnculos oblicuos de 10 a 15 mm de largo, los que se caen con los conos (Carbajal y McVaugh, 1992; Martínez, 1948; Perry, 1991). Las escamas de los conos son débiles, de 18 a 22 mm de largo, y de 8 a 15 mm de ancho. La apófisis de la escama de los conos es usualmente plana, de 2 a 4 mm de altura, e indistintamente o transversalmente volcada; el umbo es pequeño y hundido, con una espina decidua (Carbajal y McVaugh, 1992; Perry, 1991). Los conos maduran desde fines de diciembre hasta marzo. La maduración se indica conforme el color del cono cambia de pardo claro a pardo oscuro. Están listos para recolectarse cuando la escama del cono es lo suficientemente blanda para permitir la penetración por una uña, y el ala de la semilla tiene un color parduzco. Los conos se abren al madurar y pronto son deciduos. En el ambiente nativo, los conos pueden contener hasta 40 semillas llenas. Como árbol exótico establecido en pruebas en Colombia, hay un promedio de 4 semillas llenas por cono (Arce e Isaza, 1996). Las semillas de son de color pardo oscuro, de 5 a 7 mm de largo y aproximadamente de 4 mm de ancho. Las alas de las semillas son de color pardo amarillento pálido, articuladas, y de 16 a 20 mm de largo (Martínez, 1948; Perry, 1991).

Los conos se recolectan durante las primeras dos semanas de abril (Dvorak y Donahue, 1988). Los conos se sacan de los árboles utilizando palos podadores y cuchillas. Los conos se secan exponiéndolos al sol por una a dos semanas (Zamora-Serrano *et al.*, 1993). Las semillas se sacan de los conos sacudiéndolos en un agitador o sacudidor mecánico grande, o en un sacudidor manual

Especies P

pequeño para lotes pequeños. A las semillas se les quita las alas frotándolas o agitándolas y se las limpia con un tamiz con aire, o haciéndolas flotar en agua. Se debe tener cuidado con desaladores mecánicos para evitar dañar las semillas. Las semillas sanas deben secarse hasta un contenido de humedad de 8 a 10 % antes de almacenarlas. Deben almacenarse en condiciones secas, herméticas y frescas (4 °C). El tamaño de la semilla sigue un patrón de variación clínica pronunciada: de tamaño más grande en Honduras (55,000 semillas/Kg de Tumbula) y más pequeñas en México (100,000 semillas/Kg en Oaxaca) (Dvorak y Donahue, 1988). Zamora-Serrano *et al.*, (1993) reportan 84,200 semillas/Kg en Chiapas, México.

Las semillas deben remojar toda la noche en agua antes de sembrarlas. La tasa de germinación aumenta favorablemente cuando las semillas se someten a un período de estratificación fría de 40 días, a 2 °C, antes de la siembra (Moreno, 1985). Las semillas deben sembrarse a una profundidad de 1 cm en un sustrato ligero y estéril que proporcione buena aireación y humedad. Si la tasa de germinación es mayor de 75 %, 300 g/m² proporcionará una densidad adecuada en semilleros (Zamora-Serrano *et al.*, 1993). La temperatura recomendada para una óptima germinación es de 25 °C, aunque una temperatura entre 20 y 25 °C proporcionará resultados aceptables (Belcher, 1985). La germinación varía según la procedencia, fluctuando entre 65 y 80 % (Belcher, 1985; Patiño-Valera, 1973; Zamora-Serrano *et al.*, 1993). Las plántulas son susceptibles a la enfermedad de los almácigos (*Damping off*). Por esto, los sustratos deben ser estériles o puede ser necesario regar con fungicidas.

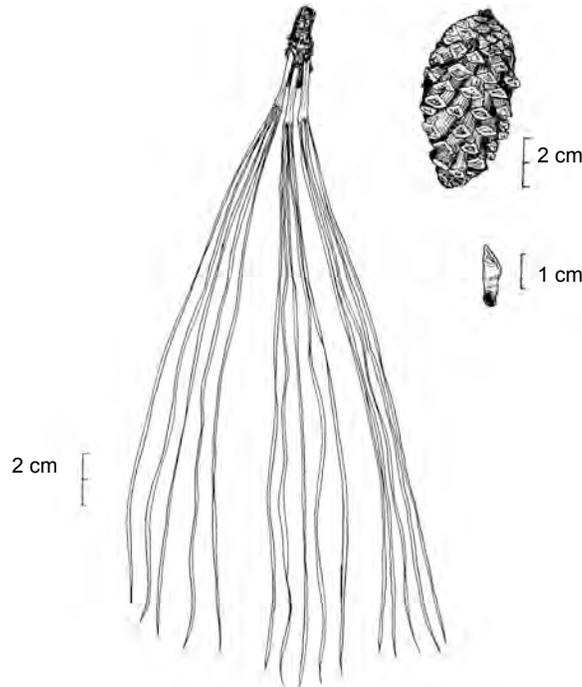
INFORMACIÓN ADICIONAL

Las características del cono y las hojas se utilizan para distinguir *Pinus maximinoi* de *P. pseudostrobus*. Las intrusiones de la hipodermis de la hoja a través del clorénquima al endodermo son buenas características distintivas de las dos especies (Mittak y Perry, 1979; Stead, 1983).

Establecido como árbol exótico en Colombia, la producción de madera en parcelas de prueba a la edad de 5 años fluctuaron entre 17 y 30 m³/ha/año (Dvorak y Donahue, 1988; Wright *et al.*, 1992).

El tamaño de cultivos de conos es usualmente pequeño cada año comparado con otros pinos duros (Dvorak y Donahue, 1988). El intervalo entre grandes cultivos de conos es de 3 a 5 años (Zamora-Serrano *et al.*, 1993).

Leptoglossus occidentalis Heidemann, un insecto de semillas, es la plaga de insecto más importante de conitos, conos y semillas. *Tetyra bipunctata* Herrich-Schaeffer, un gusano de conos, es la principal causa de semillas vacías. *Cecidomyia bisetosa* Gagné, una polilla, provoca la muerte de los conos. Las larvas de las polillas *Cydia montezuma* Miller, *Dioryctria erythropasa* Dyar, *Cecidomyia bisetosa* y muchos calcídidos en el género *Megastigmus*, son capaces de ocasionar pérdidas serias de semillas en huertos (Cibrián-Tovar *et al.*, 1986, 1995). Aplicaciones de insecticidas a principios de la primavera controlan a *Dioryctria erythropasa*. Aplicaciones sistémicas de insecticida han tenido éxito en reducir el daño causado por *Cecidomyia bisetosa* (Cibrián-Tovar *et al.*, 1986, 1995). Los conos también son susceptibles al hongo *Cronartium conigenum* (Pat.) Heds. y Hunt y *C. comandrae* Peck. (Mead *et al.*, 1978).



***Pinus maximinoi* H.E. Moore**

Pinus montezumae Lamb.

ARNULFO ALDRETE

Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, México

Familia: Pinaceae

Pinus occidentalis, *P. devoniana*, *P. russeliana*, *P. macrophylla*, *P. filifolia*, *P. sinclairii*, *P. grevilleae*, *P. gordoniana*, *P. winchesteriana*, *P. rudis*, *P. ehrenbergii*, *P. lindleyana*, *P. donnell-smithii* (Eguiluz, 1978; Shaw, 1909, 1914). Actualmente el grupo taxonómico completo que se denomina *Pinus montezumae* incluye la especie típica *Pinus montezumae* Lamb., al igual que dos variantes más descritas como *Pinus montezumae* var. *lindleyi*, y *Pinus montezumae* forma *macrocarpa* (Eguiluz, 1978; Loock, 1950; Martínez, 1948; Mirov, 1967; Perry, 1991)

Chalmaite blanco, juncia, montezuma pine, ocote, ocote escobetón, pino, pino blanco, pino de moctezuma, pino real, rough-branched Mexican pine (Eguiluz, 1977, 1978; Perry, 1991)

Prospera en las laderas y valles de la Gran Cordillera del Eje Neovolcánico Transversal en México, que se extiende desde el estado de Colima en la costa del Pacífico hasta el estado de Veracruz, en el Golfo de México. La especie se extiende al norte hacia la Sierra Madre Occidental, llegando al estado de Durango y la Sierra Madre Oriental hasta el estado de Coahuila (Martínez, 1948; Perry, 1991) y al sur hasta Guatemala y El Salvador (Mirov, 1967).

Es un pino grande que alcanza de 20 a 25 m de altura y de 30 a 80 cm de DN. Crece en una variedad de condiciones a temperaturas medias de 10 a 24 °C y elevaciones de 1150 a 3150 m. Sin embargo, las mejores condiciones de crecimiento para esta especie son suelos volcánicos a 2500 m de altura.

Puede encontrarse creciendo en rodales puros o asociado con otras especies de pino como *Pinus pseudostrobus*, *P. rudis*, *P. hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. douglasiana*, *P. michoacana*, *P. lawsonii* Roezl. ex Gordon y *P. ayacahuite*, y muchas especies de árboles de madera dura (Eguiluz, 1978; Rzedowski, 1983). La especie se cruza naturalmente con algunas de sus especies asociadas formando muchos híbridos (Hernández, 1967; Jasso, 1982; Perry, 1991).

Es una de las especies maderables más importantes en México. Su madera es dura, pesada y resinosa, con una densidad de 0.74 kg/m³ (Eguiluz, 1978); el color varía de blanco amarillento en la albura a pardo claro en el duramen (Perry, 1991). Se utiliza para madera en bruto, madera labrada, triplay, leña, pulpa y en construcción (Eguiluz, 1978; Rzedowski, 1983).

El florecimiento se presenta desde febrero hasta abril; la dispersión del polen en marzo y abril de vez en cuando extendiéndose hasta mayo. Las flores masculinas forman grupos terminales de yemas que varían desde una hasta cinco flores por yema. Las flores femeninas se producen en yemas laterales o subterminales. Las yemas son solitarias o forman grupos de dos o tres (Jasso, 1982). Los conos

crecen y maduran durante el otoño del mismo año, en noviembre y diciembre, y de vez en cuando en el invierno (Niembro, 1979; Patiño, 1973; Pérez, 1988). Los conos fluctúan entre largo-ovoides a cónico-ovoides o conoidales. Son ligeramente asimétricos y curvos, de 8.5 a 15 cm de largo, y de 7 a 10 cm de ancho después de abrirse. Son brillantes, dispuestos en pares o en grupos de tres, y se extienden o cuelgan ligeramente en pedúnculos cortos de 10 a 15 mm de largo. Las numerosas escamas de los conos son gruesas, duras y rígidas, de 25 a 35 mm de largo, y de 13 a 17 mm de ancho; el umbo dorsal está ligeramente elevado. Los conos tienen un peso fresco medio de 135 g y un peso seco medio de 88 g, con un promedio de 144 semillas por cono; solamente 52 % de éstas son semillas completamente llenas (Musálem, 1984). Las semillas son ligeramente triangulares, pequeñas, de color pardo oscuro, de 6 a 7 mm de largo y aproximadamente de 3 a 4 mm de ancho, con una ala de la semilla articulada, de color pardo pálido, de aproximadamente 20 mm de largo y de 7 mm de ancho (Martínez, 1948; Perry, 1991). Acosta y Musálem (1986) encontraron que la dispersión ocurre desde principios de febrero hasta fines de junio. La dispersión máxima de semillas completamente llenas se da a mediados de marzo, cuando pueden obtenerse más del 50 % de las semillas completamente llenas. La mayoría de las semillas de alta calidad son dispersadas en un rango de 25 m del árbol padre, dispersándose aproximadamente 104,000 semillas por hectárea; la calidad de la semilla disminuye con la distancia de dispersión en condiciones abiertas (Acosta, 1986).

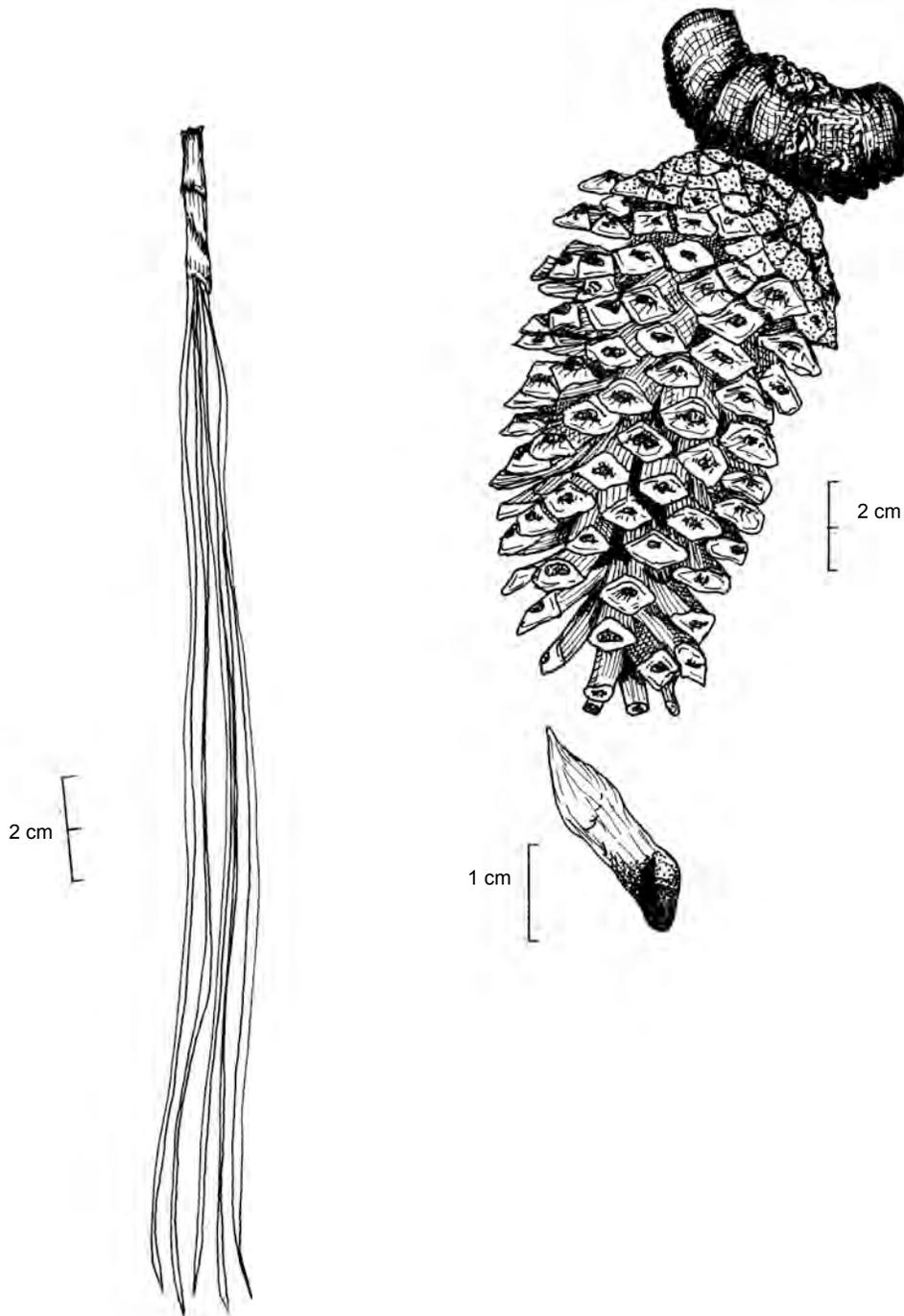
Generalmente produce buenos cultivos de conos cada 5 ó 6 años; de vez en cuando se producen dos cultivos buenos en años sucesivos. El mejor tiempo para recolectar conos maduros es desde principios de diciembre hasta mediados de enero (Ramírez, 1985). Los conos recolectados se secan al sol por unos días; las semillas entonces pueden extraerse fácilmente a mano. Hay un promedio de 46,000 semillas limpias por Kg (Patiño, 1973). Las semillas deben

Especies P

almacenarse en latas metálicas grandes a temperaturas cerca de 4 °C.

El tratamiento de pregerminación más común incluye remojar las semillas durante 24 horas antes de sembrarlas. Las semillas pueden sembrarse a una profundidad de 0.5 a 2.0 cm (Carrillo, 1986; Galván y Martínez, 1985). El tiempo

promedio para la germinación es de 20.9 días con una tasa de germinación de 65 % (Caballero, 1966). Las plántulas son susceptibles a la enfermedad de los almácigos (*Damping off*); por consiguiente, se debe aplicar un fungicida (Galván y Martínez, 1985).



Pinus montezumae Lamb.

Pinus oocarpa Schiede ex Schtdl.

W. S. DVORAK

Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centroamérica y México (CAMCORE)
Departamento de Silvicultura de la Universidad Estatal de Carolina del Norte

Familia: Pinaceae

Sin sinónimos

Chaj, chictaj, ichtaj, ocote, ocote chino, pino, pino amarillo, pino avellano, pino colorado, pino ocote, pino prieto, tocj (Gutiérrez, 1996; Martínez, 1979; Perry, 1991; Peters, 1977; Zamora, 1981)

Es un pino de conos cerrados nativo de México y Centroamérica (Perry, 1991). Tiene una región geográfica de 3000 km desde Sinaloa, México (latitud de 28° 20' N), al centro de Nicaragua (latitud de 12° 40' N) y es el pino más común en la mitad sur de México y Centroamérica. Constituye aproximadamente el 45% de los bosques de pinos de Chiapas (Zamora, 1981), 50% de Guatemala, 66% de Honduras (Wolffsohn, 1984), 90% de Nicaragua (Greaves, 1979), y 60 % de El Salvador. También se encuentra en varios lugares en las tierras altas interiores de Belice.

Es fenotípicamente una especie extremadamente variable en su ambiente nativo, porque ha evolucionado bajo diversos patrones climáticos y edáficos a lo largo de su distribución geográfica de 3000 km. Se presenta desde elevaciones de 350 a 2500 m en México y Centroamérica, pero alcanza su mejor desarrollo entre 1200 a 1800 m. A lo largo de la costa noroeste de México, se encuentra en áreas con poca precipitación anual, como 600 a 800 mm (Pérez de la Rosa, 1998). En el sur y el este de México y la mayor parte de Centroamérica, ocurre generalmente en áreas con precipitación anual de 1000 a 1500 mm con estaciones secas de hasta 5 meses. En algunos lugares donde se encuentra, como Ocotil Chico, Veracruz, México, la cantidad de precipitación anual sobrepasa los 2250 mm. Se encuentra con más frecuencia en suelos poco profundos, arcillo arenosos, con acidez del suelo moderada (pH 4.0 a 6.5) con buen drenaje. La distribución de la especie parece depender mucho de la existencia de incendios frecuentes.

Los árboles pueden reconocerse en sus hábitats naturales por sus copas irregulares, su corteza gruesa, gris y laminada, sus conos de forma ovoide con un pedúnculo grande y grueso, y agujas en fascículos de cinco. En suelos profundos con buen drenaje y buenos regímenes de precipitación, es un árbol de tamaño mediano a grande de aproximadamente 20 a 35 m de altura y de 45 a 80 cm de DN. La especie alcanza su mejor desarrollo en el este de Guatemala, Honduras y el norte de Nicaragua, donde los suelos son profundos y las precipitaciones anuales sobrepasan los 1200 mm. Las tasas de crecimiento en rodales naturales en estas regiones son aproximadamente de 3 a 4 m³/ha/año. En el norte de México donde el clima

es más seco que en la mayoría de las partes de Centroamérica, los árboles alcanzan solo de 10 a 15 m de altura, y generalmente están pobremente formados. Los árboles con frecuencia también miden menos de 10 a 12 m de altura, donde crecen en suelos poco profundos, desgastados, en las cimas de cerros, o en elevaciones menores de 800 a 900 m (Zamora, 1981). La tasa de crecimiento en estas regiones secas es de aproximadamente 1 m³/ha/año.

Pinus oocarpa se cruza naturalmente con *P. caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl) Barr. y Golf. y *P. tecunumanii* Eguiluz y J. P. Perry, y existe un número de multitudes de híbridos en Centroamérica (Furman *et al.*, 1996; Squillace y Perry, 1992). Cruces artificiales entre todas las tres especies de pino se han logrado exitosamente por años en Queensland, Australia (Nikles, 1989).

La madera es amarilla blancuzca. La densidad de la madera es moderada y promedios de procedencia fluctúan entre 0.450 y 0.550 g/cm³ para árboles de 30 a 60 años de edad por todo México y Centroamérica. Las industrias locales y agricultores han utilizado la madera para triplay, madera para construcción, cajas de embalaje, cajas para refrescos, mangos para palos de escoba, palos para helados, durmientes de ferrocarril y postes (Zamora, 1981). Sin embargo, su mayor uso en la región es para leña e ignición (ocote), al igual que para producción de resina.

Desde principios de los años 70, esta especie se ha estudiado extensamente en adaptabilidad y productividad con variaciones de procedencia (Dvorak y Donahue, 1992; Greaves, 1979). Los resultados de estudios de campo indican que las procedencias de Honduras y de la Sierra de las Minas, del este de Guatemala, son generalmente las mejores en cuanto a volumen (Birks y Barnes, 1990). Fuentes destacadas de lo que en un tiempo se llamó *P. oocarpa* de Nicaragua, como Camelias, San Rafael del Norte y Yucul, se han clasificado ahora como *P. tecunumanii* (McCarter y Birks, 1985). Similarmente, lo que en un tiempo se llamó *P. oocarpa* var. *ochoteranae* en el Mountain Pine Ridge, Belice (McCarter y Birks, 1985), y en Chiapas, México, ahora se llama *P. tecunumanii* (Dvorak y Raymond, 1991), a pesar de que no todos los taxonomistas

Especies P

están de acuerdo con las reclasificaciones (Squillace y Perry, 1992).

Una estimación de cientos de miles de hectáreas se establecen en los trópicos, principalmente en Brasil, como árbol exótico. La productividad de la especie como exótica fluctúa entre 10 y 18 m³/ha/año a lo largo de muchos lugares, con una densidad de la madera de 0.420 a 0.500 g/cm³ a la edad de 10 a 15 años. El interés continuo en *P. oocarpa* como una especie para plantación disminuyó a principios y a mediados de los años 1980, porque se encontraron procedencias de *P. tecunumanii* y *P. caribaea* var. *hondurensis* que fueron superiores (Crockford, 1990; Dvorak *et al.*, 1993; Dvorak y Shaw, 1992). Las desventajas de *P. oocarpa* como una especie para plantación incluyen su crecimiento inicial lento en algunos lugares, pobre firmeza contra el viento, susceptibilidad a deficiencias de elementos nutritivos y enfermedades de las agujas, y una copa relativamente liviana que permite que se desarrolle un continuo sotobosque enmalezado, aumentando el peligro de incendios. Los recientes problemas con el rompimiento del tallo en *P. tecunumanii* ha estimulado una vez más interés en sembrar más *P. oocarpa*. A los silvicultores les gusta la buena calidad de su madera, su capacidad de retoñar de tocones y la facilidad con la que se propaga vegetativamente, al igual que su utilidad para desarrollar híbridos con otros pinos tropicales y subtropicales.

El florecimiento inicia en noviembre en la mayor parte de Centroamérica y México, y alcanza su punto máximo a fines de diciembre y principios de enero. El florecimiento siempre comienza más pronto en las áreas más secas o en las elevaciones más bajas (Zamora, 1981). Cambios en patrones climáticos, como aquéllos ocasionados por "El Niño", pueden hacer que el florecimiento ocurra tan pronto como septiembre en Centroamérica (Houkal, 1983). En el norte de México, los conos se dan solos o a veces en grupos de dos o tres (Pérez de la Rosa, 1998). En el sur de México (Chiapas) y Centroamérica, los conos usualmente se llevan en grupos de tres o cuatro, y el cultivo principal madura desde enero hasta marzo, a pesar de que se pueden encontrar algunos conos madurando en el árbol la mayor parte del año. Por lo general, hay varios brotes de conos desde diciembre hasta abril, pero los que maduran durante febrero y marzo contienen la mayor cantidad de semillas llenas. Debido a que las semillas usualmente se caen al suelo en marzo, abril y mayo, justo antes del principio de la estación lluviosa (Wolffsohn, 1984), los conos viejos de cultivos de años anteriores no deben recolectarse.

En Centroamérica y México, los conos maduros se recolectan por personas que escalan los árboles con palos. Los palos tienen un gancho en forma de S o una cuchilla afilada en un extremo, que se utiliza para desprender los conos de las ramas. En el momento de la cosecha, los conos tienen un contenido de humedad de peso fresco de 20 a 25 % (Robbins, 1985). Los conos pueden colocarse directamente al sol para secarlos al aire, el método más común utilizado en México y Centroamérica. La cantidad de luz del sol y la temperatura del aire afectan cuándo se abren los conos, usualmente en 3 a 5 días. Durante el proceso de secado al aire, los conos deben ser movidos para que todos los lados se expongan al sol. Las escamas

de los conos que no se exponen al sol pueden quedar cerradas. Los conos almacenados en bolsas de arpillera o en sacos de azúcar por varias semanas, pueden endurecerse y permanecer cerrados aun cuando se les somete a temperaturas altas.

Los conos se abrirán rápidamente cuando se les pone en un horno o en un granero para secar tabaco, a una temperatura de 40 a 44 °C por 24 horas. Éstos pueden resistir temperaturas de horno (50 °C) por 12 a 18 horas sin perder viabilidad (Robbins, 1985). No se recomiendan temperaturas más altas. Debido a que las semillas tienen tegumentos delgados que pueden partirse o agrietarse fácilmente, se necesita tener mucho cuidado si se quitan las alas de la semilla en forma manual.

El potencial de semillas es de aproximadamente 140 por cono (Houkal, 1983). En rodales naturales el establecimiento de semillas es relativamente bajo. Varios estudios en Guatemala y Honduras revelan un aproximado de 15 a 35 semillas llenas por cono, o una tasa de eficiencia de semillas de aproximadamente 12 a 30 % (Houkal, 1983; Hudson *et al.*, 1981, Ordoñez, 1981; Robbins, 1983; Wilkinson, 1983). El número de semillas por Kg fue de 43,600 y 49,000 en Chiapas, México (Zamora, 1981), 51,000 en Honduras (Wolffsohn, 1984) y 56,000 a 77,450 en Guatemala. Se encontró que en Guatemala el tamaño de la semilla disminuía conforme la aumentaba la elevación.

Cuando se establece como árbol exótico cerca de la línea ecuatorial, las producciones de semillas son pobres pero aumentan conforme aumenta la latitud. En Colombia (latitud de 2°N), Arce e Isaza (1996) encontraron solamente 7 semillas llenas por cono, en rodales de 12 a 21 años de edad establecidos entre 1360 y 1800 m de altitud. En Venezuela hay un promedio de 25 semillas llenas por cono (latitud de 10 ° a 11 °N), en rodales de 10 a 12 años de edad cuando se establecen a más de 800 m de altitud. La producción de semillas de *P. oocarpa* comúnmente es mejor que la de *P. caribaea* var. *Hondurensis*, a latitudes tropicales bajas.

Las semillas pueden almacenarse por varios años a 4 °C si el contenido de humedad se ha reducido a 6 a 9 % después de la recolección, y las semillas son apropiadamente empacadas. Viveros forestales comerciales remojan la semilla por 24 horas antes de la siembra para aumentar la tasa y el porcentaje de germinación. La estratificación en frío de las semillas no es necesaria antes de la germinación para la mayoría de las procedencias. Sin embargo, algún nivel de estratificación fría puede ser benéfica para las fuentes más al norte de la especie en México.

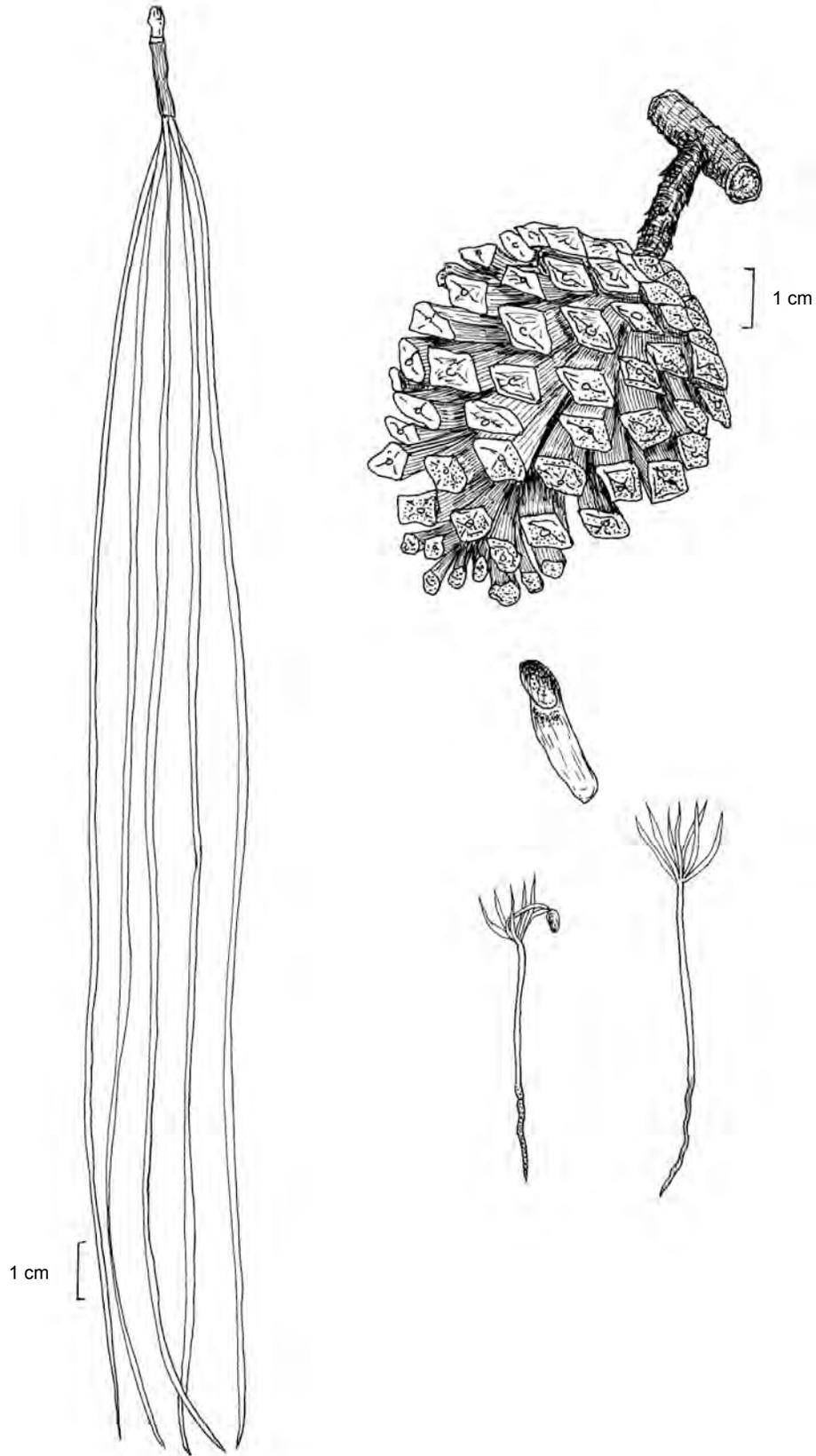
Las semillas comenzarán a germinar en 7 a 10 días utilizando técnicas normales de laboratorio (germinar las semillas en papel filtro húmedo en cajas de Petri), o técnicas de vivero (germinar semillas en arena húmeda). Las plantas usualmente alcanzan una altura para su establecimiento en campo de 20 a 25 cm en 5 a 7 meses. Las plantas tienden a ponerse tupidas al poco tiempo después de establecerse en el campo y permanecen así por varios años antes de que se desarrolle un líder terminal dominante. La maleza debe ser bien controlada durante

Especies P

este período. Las plántulas volverán a retoñar después de que son comidas por venados y los árboles jóvenes volverán a retoñar a partir de la base, después de heladas o incendios de baja intensidad. *Pinus oocarpa* no debe considerarse una especie que tolera el frío.



Especies P



Pinus oocarpa Schiede ex Schtdl.

Pinus patula Schiede y Schltldl. y Cham.

W. S. DVORAK

Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centroamérica y México (CAMCORE)
Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Estatal de Carolina del Norte

Familia: Pinaceae

Sin sinónimos

Ocote colorado, ocote macho, pino chino, pino colorado, pino llorón, pino triste, pino xalocote (Patiño y Kageyama, 1991; Paz Perez y de la Olvera, 1981; Perry, 1991)

Se encuentra principalmente en la Sierra Madre Oriental en la parte este de México, entre latitudes 18 ° y 24 °N. Una especie estrechamente relacionada, *Pinus patula* var. *longipedunculata* Loock ex Martínez, se encuentra principalmente en la Sierra Madre del Sur, en el sur y oeste de México, entre latitudes 16 ° y 17 °N. Debido a que las semillas de ambas variedades pueden ser manipuladas de manera similar, aquí se les denominará simplemente *P. patula*. Cuando ocurren diferencias importantes entre las dos variedades, se utilizarán los nombres de las variedades.

Crece en rodales puros y mixtos en asociación con *Abies* sp., *Carya* sp., *Juniperus* sp., *Liquidambar styraciflua* L., *Quercus* spp., *Pinus ayacahuite* Ehrenb., *P. douglasiana* Mart., *P. leiophylla* Schiede ex Schlechtendal y Chamisso, *P. montezumae* Lamb., *P. pseudostrobus* Lindl., *P. rudis* Endl., *P. teocote* Schiede ex Schlechtendal y Chamisso, y *Taxus* sp.

Es un pino de conos cerrados con forma de tallo recto, corteza escamosa rojiza, y follaje de color verde pálido y colgante, que puede alcanzar una altura de 35 m y 80 cm de DN. Crece en suelos fértiles, bien drenados, en crestas de montañas y laderas en ambientes forestales nublados, a elevaciones de 1490 y 3100 m (Dvorak y Donahue, 1992) pero es más común entre 2100 y 2800 m (Perry, 1991). Generalmente ocupa sitios que reciben entre 1000 y 2000 mm de precipitación anual, con estaciones secas marcadas de hasta 4 meses. Las tasas de crecimiento en rodales naturales pueden alcanzar hasta 8 m³/ha/año en los mejores lugares. *Pinus patula* var. *patula* y fuentes de var. *longipedunculata* del norte de Oaxaca, son resistentes al frío y pueden soportar heladas severas. Sin embargo, fuentes de *P. patula* var. *longipedunculata* Loock ex Martínez, del sur y oeste de Oaxaca, son más susceptibles al clima frío y sufrieron daño por congelación cuando fueron plantadas en pruebas de campo en Sudáfrica (Dvorak et al., 1995).

La madera muestreada de árboles maduros en rodales naturales en México es de color blanco amarillento y de densidad moderada: 0.440 a 0.600 Kg/cm³ (Quiñones, 1974; Zobel, 1965). Se utiliza localmente para postes, tablas, armazones para botes, cajas para frutas, maderas

para minería, postes de telégrafo, chapas, triplay, pulpa, envases para productos de exportación, muebles y leña (Patiño y Kageyama, 1991; Romero, 1991).

Esta especie analizada en pruebas y plantíos pilotos como una especie exótica en más de 20 países (Wormald, 1975), es actualmente una especie principal para plantación en el sur de África y las montañas del norte de Sudamérica, donde se calcula que se han establecido más de 1 millón de hectáreas (Birks y Barnes, 1991). Casi 300,000 hectáreas están bajo administración operacional en Sudáfrica (South African Department of Environmental Affairs, 1993). Pruebas intensivas de procedencia y progenie se han iniciado por la Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centroamérica y México (CAMCORE), Universidad Estatal de Carolina del Norte, incluyendo 23 fuentes y 593 familias de polinización abierta (Dvorak et al., 1995). Los resultados de estudios en Brasil, Colombia y Sudáfrica indican que procedencias de la parte central de la región de la especie en Hidalgo, Puebla y Veracruz, son generalmente más productivas que fuentes del norte o sur lejano de México, cuando se cultiva como exótica (Dvorak, 1997). Se encontró que *Pinus patula* era más resistente a la sequía que el pino del sur *P. taeda* L. y tan resistente como *P. elliottii* Engelm. en el sur de África (Morris y Molony, 1993), pero era más susceptible a daño o muerte por suelos inundados. Es muy susceptible a la enfermedad de las agujas *Sphaeropsis sapinea* (antes *Diplodia pinea*) en el sur de Brasil y Sudáfrica.

Parece que *Pinus patula* se cruza naturalmente con *P. greggii* Engelm. ex Parl. en Hidalgo, México (Donahue et al., 1995; Dvorak et al., 1996b). Se han hecho cruces artificiales exitosos de *P. patula* con *P. greggii*, *P. oocarpa* Schiede ex Schlechtendal, *P. tecunumanii* Eguluz y J. P. Perry, y *P. radiata* D. Don (Critchfield, 1967; Fielding, 1960; Stanger, 1994).

La especie se cultiva principalmente en plantaciones para pulpa, papel y madera para aserrar, aunque también se usa por algunas personas para carbón (Wright, 1994). La madera cultivada en plantaciones es blancuzca a amarilla blancuzca, con un duramen ligeramente tirando a rosado (Dommissie, 1994). La densidad de la madera de los árboles entre 13 y 16 años de edad en Brasil, Colombia y

Especies P

Sudáfrica fue de 0.389 g/cm³, 0.400 g/cm³ y 0.395 g/cm³, respectivamente (Wright, 1994). En Sudáfrica, la madera tenía el porcentaje más bajo de sustancias extraíbles de 11 especies estudiadas de pino, del sur de Estados Unidos y México (Dommissé, 1994).

En su región nativa florece desde enero hasta abril (Patiño y Kageyama, 1991; Romero, 1991). Los conos se recolectan de diciembre a marzo, aproximadamente de 22 a 24 meses después de la polinización. Las personas que escalan los árboles utilizan un palo con un gancho en forma de "S" o una cuchilla afilada en el extremo para quitar los conos. El potencial máximo de semillas es de aproximadamente 125 por cono, y para la variedad *longipedunculata*, que tiene conos más pequeños, 95 semillas por cono. En su región nativa, la especie se considera como productora reservada de conos y semillas. Patiño y Kageyama (1991) indicaron que la producción de conos y semillas en rodales nativos comienza cuando los árboles tienen aproximadamente 15 años de edad. Sólo se obtuvieron 22 semillas llenas por cono de muestras de árboles de *P. patula* con polinización abierta en rodales naturales de México (Barrett, 1972).

Como una especie exótica en Sudáfrica y Zimbabwe, florece durante septiembre y octubre (Barnes y Mullin, 1974; Van der Sijde y Denison, 1967), con un segundo punto máximo, menos pronunciado, desde enero hasta mayo. En Colombia, estróbilos masculinos y femeninos son producidos cada mes del año, con la mayor ocurrencia en julio y agosto (Isaza, 1996). Las producciones de semillas han sido con frecuencia más altas en ambientes donde ha sido plantada como exótica, que en rodales naturales. En dos estudios por separado en Sudáfrica, en plantaciones de 7 a 11 años de edad, se obtuvieron de 36 a 66 semillas llenas por cono (Hagedorn y Raubenheimer, 1996; Kanzler, 1992), y en huertos de semillas de 10 a 13 años de edad en Zimbabwe, se obtuvieron de 45 a 50 semillas llenas por cono (Barnes y Mullin, 1974; Geary y Pattinson, 1969), y 55 semillas llenas por cono se encontraron en plantaciones de 45 años de edad en Queensland, Australia (Dieters, 1996).

El número de semillas llenas por cono parece estar influenciado por latitud y altitud del sitio de plantación. En Colombia (latitud 2°N), la mejor producción de semillas se obtuvo entre 1750 y 2500 m de elevación; luego disminuyó a elevaciones mayores (Arce y Isaza, 1996; Lambeth y Vallejo, 1988). En Sudáfrica (latitud de 25° a 30°S) el número de semillas llenas por cono aumentó desde 1300 a 1500 m, pero disminuyó de allí en adelante conforme aumentaba la elevación. Además, las producciones de conos aumentaban conforme la latitud disminuía (Stanger, 1994), y una temperatura anual media entre 13 y 16 °C fue considerada como la mejor para una buena producción de semillas (Barnes y Mullin, 1974).

Los resultados de cruza artificiales en Sudáfrica y Zimbabwe mostraron producciones más pobres por cono que en pruebas de polinización abierta. Se pensaba que la tasa de aborto de estróbilos era alta debido a la sensibilidad de estróbilos a temperaturas altas en bolsas de polinización (Van der Sijde y Denison, 1967).

Los conos deben recolectarse cuando están de color pardo claro. Cultivos de conos pueden permanecer en los árboles por varios años y los conos viejos que son grises no deben recolectarse porque las semillas pueden resultar de pobre calidad.

Las semillas pueden extraerse secando los conos al aire o en un horno. En el secado al aire, los conos se ponen en lonas, en cajas o en charolas en un área con buena circulación de aire. En muchos lugares en México, los conos se ponen en un patio de cemento y se secan directamente al sol. La cantidad de luz solar y la temperatura del aire afectan cuándo se abren los conos, usualmente de 2 a 7 días. En Zimbabwe y muchos otros lugares en el sur de África, los conos se colocan en una estructura de marco de madera cubierta con sábanas claras de polietileno. La cubierta de plástico aumenta la temperatura del aire en el cobertizo y los conos usualmente se abren en 1 a 3 días (Marunda, 1996). En Sudáfrica, una práctica incluye poner los conos en agua hirviendo por 30 a 60 segundos, y luego secarlos en un horno a una temperatura de 45 a 48 °C por 24 a 48 horas (Van der Merwe, 1996). Hervir accidentalmente las semillas desvainadas las matará instantáneamente (Gosh *et al.*, 1974b).

Barrett (1972) obtuvo un promedio de 117,000 semillas/Kg en rodales naturales en México, con una fluctuación entre 97,000 y 157,000 semillas/Kg, dependiendo de la procedencia. La Cooperativa CAMCORE encontró un promedio de 118,000 semillas/Kg en rodales naturales con una fluctuación por procedencia entre 97,200 y 129,700 semillas/Kg. El número de semillas por Kg procedentes de plantaciones y huertos de semillas en Sudáfrica y Zimbabwe, fluctuó entre 92,000 y 114,000 (Barnes y Mullin, 1974; Van der Merwe, 1996). Las semillas mantenidas a contenidos de humedad entre 6 y 9 % permanecen viables por años si se almacenan apropiadamente a 4 °C.

Las semillas comenzarán a germinar sin ninguna estratificación en frío, de 7 a 10 días después de ponerlas en cámaras de germinación, cajas o semilleros de viveros. Daniels y Van der Sijde (1975) aumentaron la germinación de semillas de *P. patula* en un 5% mediante una estratificación fría a 4 °C, por 7 semanas, seguida de almacenamiento a temperatura ambiente por 2 semanas. Esta práctica rara vez se sigue en operaciones comerciales. Remojar las semillas en agua a temperatura ambiente por 18 horas antes de sembrarlas aumenta la germinación (Gosh *et al.*, 1974a). La organización de la Industria de Pulpa y Papel de Sudáfrica remoja las semillas en una solución de 1 % de agua oxigenada a 25 °C, por 24 a 48 horas, para estimular una germinación consistentemente alta (Bayley, 1997). Organizaciones forestales comerciales grandes en Sudáfrica también colocan las semillas en bolsas de tela en un baño de agua remolineando (pH 5.6), a aproximadamente 28 °C y se burbujea aire comprimido a través de éstas, por 24 horas antes de la siembra. Esta práctica aumenta y estimula una germinación más uniforme (Kietzka, 1997). El porcentaje de germinación de semillas frescas o bien almacenadas es generalmente superior al 85 % en Sudáfrica y Zimbabwe.

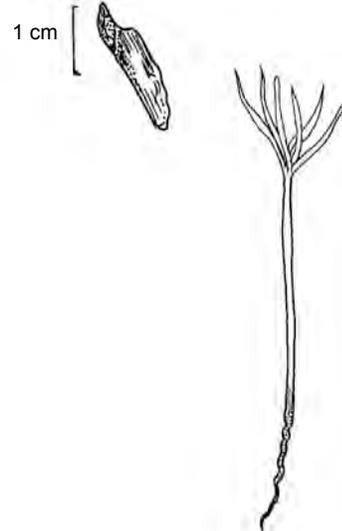
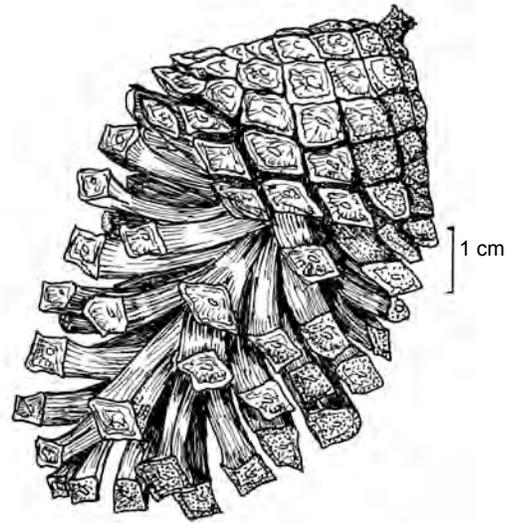
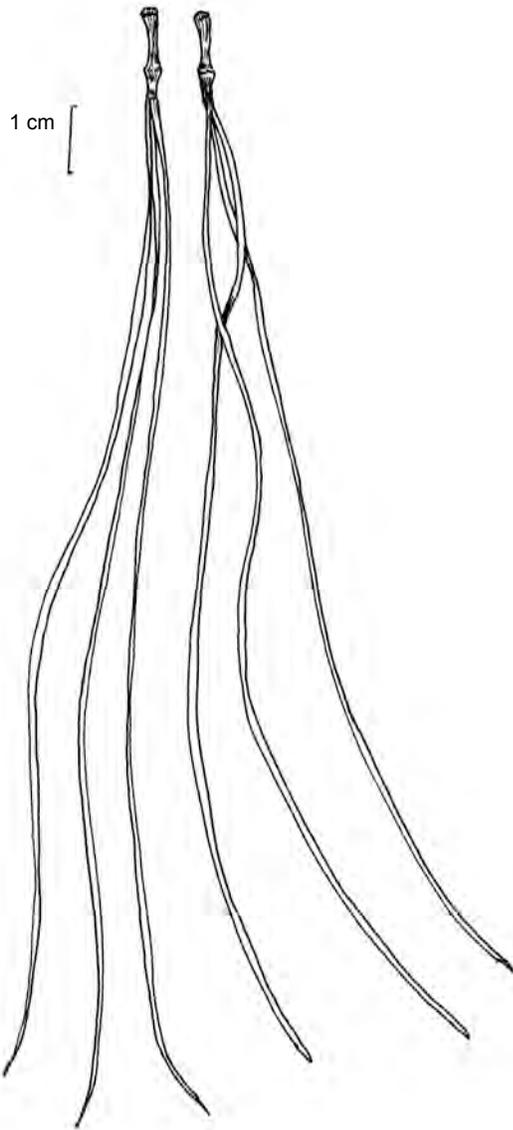
Especies P

Las semillas germinan bien en diferentes sustratos de viveros, incluyendo la corteza descompuesta de *P. patula* (South African Pulp and Paper Industry Forests Research Report, 1994), pero no en aserrín o en estiércol de ganado (Ghosh *et al.*, 1974b). Debido a que la especie parece ser algo sensible a desarrollar una raíz en forma de “J”, se recomiendan envases más grandes. Un vivero de silvicultura comercial en Colombia utiliza tubos de plástico con 106 ml de capacidad para producir plántulas de *P. patula* a gran escala, y una bolsa de polietileno negro un poco mayor, de 8 X 13 cm con 204 ml de capacidad, para las plantas que se van a vender a silvicultores locales (Arce, 1996). En Sudáfrica, un vivero utiliza una charola sólida con 49 tubetes con dimensiones de 340 mm X 340 mm para producir *P. patula* (Bayley, 1997). Los tubos tienen un diámetro de 40 mm, una profundidad de 80 mm y contienen cinco costillas que guían la raíz, distanciadas igualmente en la parte interior de las cavidades. Recientemente, los viveros en el sur de África y el norte de Sudamérica han comenzado a establecer plantas en el campo cuando alcanzan una altura de 10 a 15 cm para disminuir la probabilidad de problemas de desarrollo de la raíz. Las plántulas alcanzan una altura apropiada para ser establecidas en campo, en 4 a 7 meses.

Las plántulas de *Pinus patula* parecen ser más sensibles a desequilibrios de elementos nutritivos en los sustratos de viveros y regímenes de riego, que los pinos del sur de los Estados Unidos (Sang Arap y Munga, 1973; Van der Merwe, 1996). Además, las plántulas son susceptibles a diferentes especies de *Fusarium*. El cancro resinoso (*Fusarium subglutinans* f. sp. *pini*) provocó gran mortandad en un vivero comercial en Sudáfrica a principio de los años 1990 (South African Pulp and Paper Industry Forests Research Report, 1993; Viljoen y Wingfield, 1994). La especie se propaga fácilmente a partir de esquejes de plántulas y existen programas pilotos y comerciales de esquejes enraizados establecidos en Colombia y Sudáfrica.



Especies P



Pinus patula Schiede y Schltdl. y Cham.

Pinus pseudostrobus Lindl.

JAVIER LÓPEZ-UPTON

Programa Forestal del Colegio de Postgraduados
México

Familia: Pinaceae

P. orizabae Gordon (Martínez, 1948; Stead y Styles, 1984)

False Weymouth pine, macochyaj, macohtai, pino blanco, pino lacio, pino liso, pino real (Carbajal y McVaugh, 1992; Eguiluz-Piedra, 1978; Farjon, 1984; Perry, 1991)

Es principalmente un pino mexicano aunque su región alcanza las montañas altas en Guatemala. Está básicamente distribuido a lo largo de las montañas del Eje Neovolcánico en el centro de México (Martínez, 1948; Perry, 1991). Forma rodales puros o crece en asociación con *Pinus montezumae*, *P. douglasiana*, *P. michoacana*, *P. maximinoi*, *P. leiophylla*, *P. ayacahuite*, *P. patula*, *P. cembroides* Zucc., *P. rudis*, *P. pringlei*, *Abies religiosa* (Kunth) Schltr. y Cham., *Quercus* sp., *Arbutus* sp., *Juniperus* sp., *Buddleia* sp., y *Dasylyrion* sp. (Eguiluz-Piedra, 1978; Perry, 1991).

Es uno de los pinos más finos de México con su tronco usualmente recto, sin ramas. Es un árbol de rápido crecimiento que alcanza de 30 a 40 m o más de altura y 40 a 80 cm de DN (Perry, 1991; Stead y Styles, 1984). La especie crece en elevaciones desde 1600 hasta 3250 m, aunque los mejores rodales se encuentran a 2500 m en suelos volcánicos profundos. Este árbol también puede encontrarse en suelos poco profundos y calcáreos. Crece en climas templados a templados cálidos, donde las temperaturas pueden bajar al punto de congelación durante los meses más fríos del invierno. La especie se encuentra donde las temperaturas fluctúan entre -9 y 40 °C, y donde la precipitación anual de mayo a octubre es de 600 a 2000 mm (Eguiluz-Piedra, 1978; Martínez, 1948; Perry, 1991).

No se ha reportado ninguna raza geográfica, pero la especie puede cruzarse naturalmente con *P. montezumae* (Perry, 1991).

La madera es liviana, blanda, fuerte y amarilla, con una gravedad específica de 0.32 a 0.51 y con altas producciones de pulpa. Se utiliza mucho para la construcción en general, madera labrada, artículos decorativos, pulpa y leña (Eguiluz-Piedra, 1978; Perry, 1991; Wright y Malan, 1991; Wright y Wessels, 1992; Zobel, 1965).

La especie comienza a reproducirse a la edad de 6 a 7 años y florece en febrero y marzo (Patiño-Valera, 1973). Los conos son ovoides o largo ovoides, ligeramente curvos, casi simétricos, no reflexos, de 8 a 12 cm de largo, y 5 a 8 cm de ancho. Los conos se dan solos o a veces en

grupos de dos y tres, en pedúnculos cortos de 10 mm o más largos. Los conos se abren cuando maduran y pronto se caen, dejando los pedúnculos con algunas escamas basales. Las escamas de los conos son delgadas, duras, de 30 a 35 mm de largo y 15 a 18 mm de ancho. La apófisis es elevada a plana, de 2 a 8 mm de altura y ligeramente volcado transversalmente; el umbo es dorsal, pequeño, de vez en cuando hundido, no prominente y armado con una espina pequeña, débil y decidua (Carbajal y McVaugh, 1992; Martínez, 1948; Perry, 1991; Stead y Styles, 1984). La madurez está indicada cuando los conos cambian de color verde a pardo. El número de semillas sanas por cono es 25 a 82 (promedio 48). El porcentaje de semillas sanas (por cono) es 20 a 43 %; semillas vacías de 3 a 23 % (Aldrete y López-Upton, 1993). Delgado (1994) encontró en el este de México 12 semillas saludables por cono entre un total de 73 semillas potenciales; la eficiencia de la semilla es de 16 %, y de 95 % de germinación en un sitio natural aunque afectado. Las semillas son de color pardo oscuro, de 6 mm de largo y aproximadamente 4 mm de ancho; las alas de las semillas son de color pardo pálido, articuladas, 20 a 23 mm de largo y de 6 a 12 mm de ancho (Carbajal y McVaugh, 1992; Martínez, 1948).

Los conos maduran en el segundo año y los conos maduros comienzan a aparecer desde diciembre hasta febrero, pero el mejor tiempo de recolección es desde enero hasta mediados de febrero (Aldrete y López-Upton, 1993). Los conos se recolectan de los árboles utilizando podadoras en palos y navajas. Los conos se secan exponiéndolos al sol por 4 a 6 semanas (Patiño-Valera, 1973); sin embargo, deben ser protegidos contra la lluvia durante el proceso de secado. Las semillas se sacan de los conos sacudiéndolos en un agitador o sacudidor mecánico grande, o en un sacudidor manual pequeño para lotes pequeños. A las semillas se les quitan las alas frotándolas o agitándolas, y se les limpia con un tamiz de aire o haciéndolas flotar en agua, debiéndose secar antes de almacenarlas. Se debe tener cuidado al procesar el desalador mecánico para evitar dañar las semillas. En el centro de México, hay un promedio de 53,705 semillas/Kg. En Chiapas, México, hay un promedio de 44,500 semillas/Kg (Patiño-Valera, 1973; Zamora-Serrano *et al.*, 1993). Las semillas deben almacenarse en condiciones secas, frescas (4 °C) y herméticas.

Especies P

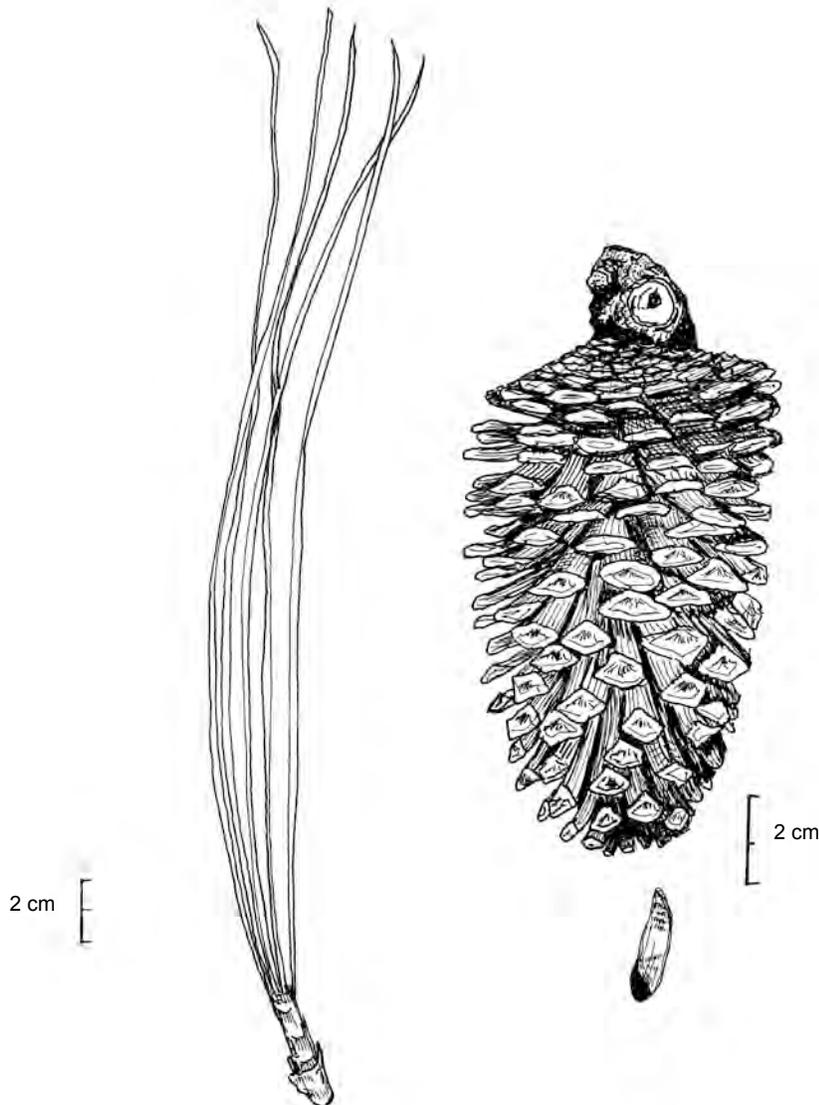
Las semillas son pretratadas remojándolas en agua toda la noche antes de sembrarlas. Las semillas deben sembrarse a una profundidad de 1 cm, en semilleros a densidades desde 12,000 hasta 15,000 por m² o 400 g (Zamora-Serrano *et al.*, 1993). El sustrato de siembra debe ser estéril y liviano, proporcionando aireación y humedad. El porcentaje de germinación de semillas no limpiadas es 65 (Patiño-Valera, 1973); el porcentaje de germinación de semillas saludables es de 70 a 95, dependiendo de la procedencia (Aldrete y López-Upton, 1993). La mejor temperatura para la germinación es 25°C, la que resulta en 50 % de germinación en 8 días y 90 % de germinación en 12 días. Sin embargo, temperaturas alternantes entre 20 y 30°C proporcionarán resultados aceptables (Belcher, 1985). Las plántulas son susceptibles a la enfermedad de los almácigos (*Damping off*). Por ello, los sustratos deben ser estériles o puede ser necesario regar con fungicidas. Los hongos ectomicorrízicos *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker et Couch mejoran el comportamiento de las plantas

en campo en lugares fértiles y desfavorables (Valdés, 1986).

INFORMACIÓN ADICIONAL

La producción de madera es de 12 a 30 m³/ha/año (Pancel, 1993). Hay 5,827 conos cerrados por m³ (Patiño-Valera, 1973). El intervalo entre grandes cultivos de conos es de 3 a 5 años (Zamora-Serrano *et al.*, 1993).

Leptoglossus occidentalis Heidemann y *Conophthorus ponderosae* Hopkins son las dos plagas de insectos más importantes de conitos, conos y semillas. *Tetyra bipunctata* (Herrich-Schaeffer) provoca semillas vacías. *Cecidomyia bisetosa* Gagné provoca la muerte de conos. Las larvas de *Cydia montezuma* Miller y *Megastigmus albifrons* Wik se comen las semillas (Cibrián-Tovar *et al.*, 1995). Las semillas y los árboles jóvenes son severamente afectados por el hongo *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko y Sutton (Rees y Webber, 1988).



***Pinus pseudostrobus* Lindl.**

Pinus tecunumanii Eguiluz y J. P. Perry

W. S. DVORAK

Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centroamérica y México (CAMCORE)
Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Estatal de Carolina del Norte

Familia: Pinaceae

Pinus patula ssp. *tecunumanii* (Eguiluz y Perry) Styles, *Pinus oocarpa* var. *ochoteranae* (Mart.)

Pino colorado, pino de las Sierras, pino ocote, pino rojo (Gutiérrez, 1996)

Es un pino de conos cerrados que se presenta desde Chiapas, México (latitud 17° 02' N) hasta el centro de Nicaragua (latitud 12° 42' N), en una serie de poblaciones separadas (Dvorak y Donahue, 1992). La región geográfica de la especie puede dividirse en dos subpoblaciones grandes según diferencias sutiles morfológicas y de adaptabilidad: las poblaciones de elevaciones altas que se encuentran desde los 1500 a 2900 m de elevación, y poblaciones de elevaciones bajas, que se encuentran desde 450 m a 1500 m (Dvorak *et al.*, 1989).

Los árboles maduros de poblaciones de elevaciones altas pueden alcanzar 55 m de altura y más de 100 cm de DN, en los suelos profundos y fértiles de los bosques montanos nublados de Guatemala y Honduras (Eguiluz y Perry, 1983). El árbol se reconoce fácilmente por su copa pequeña y corteza gruesa, gris, surcada cerca de la base, con corteza delgada, gris y escamosa más arriba del tallo. La forma del fuste es muy recta, con conos pequeños que se dan solos y en pares, en pedúnculos largos y delgados, y agujas en fascículos mayormente de cuatro (Eguiluz y Perry, 1983). Los árboles de poblaciones de elevaciones altas se encuentran con frecuencia en áreas con más de 1500 mm de precipitación anual y crecen en asociación con *Liquidambar styraciflua* L., *Pinus ayacahuite* Ehren., *P. maximinoi* H. E. Moore, *P. oocarpa* Schiede ex Schlechtendal y *Quercus* spp. La tasa de crecimiento en áreas de elevaciones altas fluctúa entre 5 y 8 m³/ha/año.

Los árboles de poblaciones de elevaciones bajas rara vez crecen más de 30 m de altura y de 60 cm de DN, tienen corteza menos escamosa y la forma del tallo más pobre que sus contrapartes de elevaciones más altas, y con frecuencia producen conos en grupos de tres o cuatro. En lugares secos en Honduras y Nicaragua, es prácticamente idéntico a *Pinus oocarpa* y, algunos taxonomistas se refieren a las fuentes de elevaciones bajas como *P. oocarpa* var. *ochoteranae* (Squillace y Perry, 1992). Los árboles de fuentes de elevaciones bajas crecen en áreas con 1000 a 1800 mm de precipitación anual, en asociación con *P. oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl) Barr. y Golf., y *P. maximinoi*. La tasa de crecimiento de fuentes de elevaciones bajas en Centroamérica es de aproximadamente 3 a 8 m³/ha/año.

Estudios de marcadores moleculares muestran una separación clara entre poblaciones de elevaciones altas y bajas y sugieren que la especie puede compartir una historia evolucionaria cercana a la de *P. oocarpa* y *P. caribaea* var. *hondurensis* (Furman *et al.*, 1996). La Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centroamérica y México (CAMCORE) y la Universidad Estatal de Carolina del Norte, están manteniendo los dos grupos de *P. tecunumanii* separados con fines de reproducción (Central America and Mexico Coniferous Resources Cooperative, 1996). Es ampliamente conocido, según observaciones de campo, que *Pinus tecunumanii* se cruza naturalmente con *P. patula* var. *longipedunculata* Loock ex Martínez, *P. oocarpa* y *P. caribaea* var. *Hondurensis*, en su hábitat natural, donde las especies viven simpátricamente. Cruzas artificiales de híbridos entre *P. tecunumanii* y *P. caribaea*, *P. elliotii*, *P. oocarpa* y *P. patula* se han llevado a cabo exitosamente por varias instituciones en los trópicos y subtropicos (Mather, 1996; Nikles y Robinson, 1989; Stanger 1994).

Tiene una madera amarillenta muy similar a la de algunos pinos del sur de los Estados Unidos. En rodales naturales, los árboles que tenían un promedio de por lo menos 30 años de edad, tenían una densidad de madera que fluctuaba entre 0.510 y 0.560 g/cm³ (Eguiluz y Zobel, 1986). En México y Centroamérica la madera se utiliza como madera para aserrar, armazón, paletas, palos de escoba, leña e ignición para fuego.

Dede 1980, ha sido el pino de México y Centroamérica más examinado en los trópicos y subtropicos, con más de 50 procedencias y una progenie de 2000 árboles semilleros en pruebas de campo (Dvorak, 1993). Los resultados de la serie internacional de pruebas establecidas por CAMCORE mostraron un 32 % de diferencia en rendimiento de volumen entre la mejor y la peor fuente de elevaciones altas de *P. tecunumanii* (Central America and Mexico Coniferous Resources Cooperative, 1997). La mejor fuente de alta elevación fue de San Jerónimo, Guatemala, y las mejores fuentes de elevaciones bajas fueron de Villa Santa, Honduras y Yucul, Nicaragua (Hodge y Dvorak, 1998).

Las fuentes de elevaciones bajas son superiores en productividad a las fuentes de elevaciones altas en

Especies P

Colombia, pero estas diferencias no se presentan en Sudáfrica. *Pinus tecunumanii* se siembra solo a pequeña escala como un árbol exótico en lugares como Colombia y Sudáfrica, debido a los altos niveles de rompimiento del fuste (Dvorak y Raymond, 1991; Parfitt, 1996). La madera de fuentes de elevaciones altas y bajas, cuando se siembra como un árbol exótico, se ha mostrado aceptable para madera aserrada, papel kraft y pulpa termomecánica (Malan y Hoon, 1991; Wright *et al.*, 1995).

Con la posible excepción de la procedencia de Rancho Nuevo, Chiapas, esta especie muestra poca resistencia a heladas cuando se establece como exótica (Dvorak y Donahue, 1992). Las fuentes de elevaciones bajas parecen ser más resistentes a sequías que *Pinus elliottii* en los suelos arenosos de Zululand, Sudáfrica (Mather, 1996), aunque son mucho más susceptibles a la podredumbre de la raíz por *Phytophthora* en los lugares más húmedos, que *P. elliottii* o *P. caribaea*. *Pinus tecunumanii* parece ser mucho más resistente a *Sphaeropsis sapinea* en el sur de Brasil, que *P. greggii* o *P. patula*.

En Centroamérica y sur de México, produce estróbilos masculinos y femeninos de diciembre a marzo, y se pueden recolectar conos desde enero hasta marzo, 22 a 24 meses después. Los conos usualmente se dan hasta en tres brotes, pero aquéllos recolectados a mediados de estación (febrero), parecen tener el porcentaje más alto de semillas llenas. Los conos deben recolectarse cuando se tornan pardos. Si se recolectan demasiado verdes, las semillas tienen un matiz tirando a rosado y germinan pobremente. Los conos son recolectados por personas que escalan los árboles con palos, que tienen una cuchilla en forma de "S" en el extremo, y los conos se cortan o se rompen de las ramas. Los conos pueden ponerse directamente al sol o en un horno para que se abran. Incluso se ha tenido éxito en abrir conos poniéndolos dentro de un vehículo y encendiendo la calefacción. Para secar los conos en un horno, se recomienda mantener una temperatura de 40 °C por 24 horas.

Las fuentes de elevaciones altas son productores de conos muy reservados en México y Centroamérica. Un árbol grande (40 m de altura) puede tener menos de 50 conos maduros que tienen solamente un promedio de 6 semillas llenas cada uno (Dvorak y Lambeth, 1993). Árboles de fuentes de elevaciones bajas son generalmente productores de conos más prolíficos, y tienen un promedio de 30 semillas llenas por cono. El potencial máximo de semilla para conos de lugares de recolección de elevaciones altas y bajas, es de 90 y 95 respectivamente (Dvorak y Lambeth, 1993). Las semillas de árboles de poblaciones de altas elevaciones tienden a ser más pequeñas que aquéllas de fuentes de elevaciones bajas. El número promedio de semillas por kg para poblaciones de elevaciones altas es 88,250; para elevaciones bajas, de 76,215.

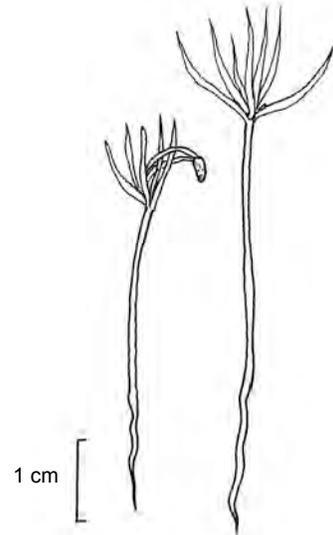
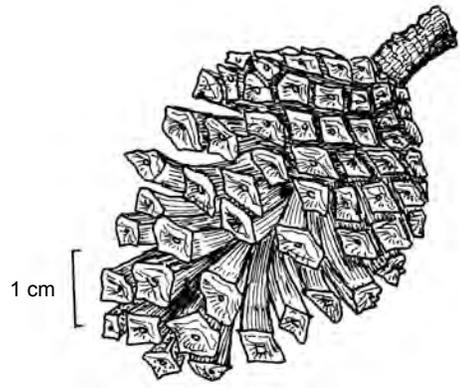
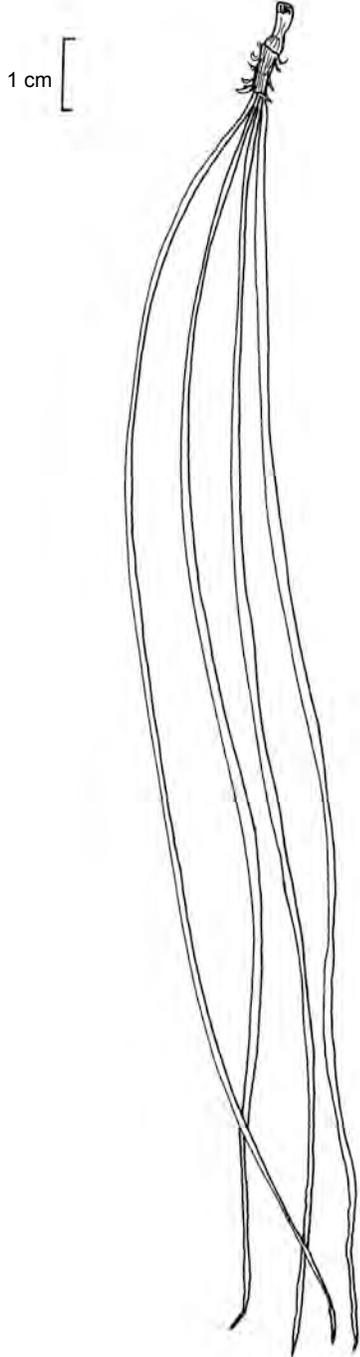
El tiempo y duración de la floración de *P. tecunumanii* cultivado como árbol exótico no ha sido bien estudiado. Sin embargo, en Sudáfrica, una diferencia de 2 a 3 semanas en períodos de florecimiento aparece entre clones de material de elevaciones altas y bajas, cuando se cultivan en el mismo huerto semillero. En Colombia, aparecen

flores durante todo el año, con un punto máximo en agosto. La producción de conos y semillas es pobre cerca de la línea ecuatorial y latitudes del norte, pero mejora en latitudes del sur. Las regiones para la producción de conos y semillas son mejores entre latitudes de 17 ° y 28 °S en la costa de Australia, Brasil, Sudáfrica y las tierras altas de Zimbabwe (Dvorak y Lambeth, 1993). Huertos semilleros establecidos en Brasil, Costa Rica, Colombia, Sudáfrica y Zimbabwe recién están comenzando a producir semillas. En Colombia, se están implementando estudios para determinar cómo las aplicaciones de giberelinas afectan la floración. Se han injertado exitosamente en Sudáfrica vástagos de *P. tecunumanii* en rizomas de *P. elliottii* (Mather, 1996) y de *P. patula* y *P. oocarpa* en varias regiones. Injertar vástagos de *P. tecunumanii* en rizomas de *P. taeda* L. no tuvo éxito en Brasil.

Procedimientos de almacenamiento y manejo de *P. tecunumanii* son similares a aquéllos utilizados para muchos de los otros pinos tropicales duros. Las semillas que son almacenadas en un envase de plástico, hermético a 4 °C y con un contenido de humedad de 6 a 9 % pueden mantenerse viables por años. Sin embargo, *P. tecunumanii* tiene un tegumento delgado que puede romperse, astillarse, o partirse fácilmente por manipulación tosca, por lo que debe tenerse cuidado durante el procesamiento de las semillas.

Las semillas pueden germinarse fácilmente cuando se colocan en papel filtro húmedo en cajas de Petri y puestas en un germinador por 7 días. Las semillas también germinan fácilmente cuando se colocan en cajas abiertas que contienen arena húmeda. La germinación normal para semillas de rodales naturales es de aproximadamente 75%. Programas forestales comerciales a veces remojan las semillas en agua a temperatura ambiente por 24 horas antes de sembrarlas. La germinación comienza de 7 a 10 días después de la siembra.

La especie crecerá exitosamente en un número de diferentes substratos incluyendo corteza descompuesta de *P. patula*. Los suelos que tienen mucha materia orgánica y retienen agua por largos períodos tienden a demorar o impedir el crecimiento de *P. tecunumanii* (Dvorak, 1985). El desarrollo y la arquitectura del sistema radical está muy influenciado por la forma y el tamaño del envase. La especie es muy susceptible a desarrollar raíces en forma de "J", y se han observado árboles que se caen por causa de estrangulación de la raíz, después de 2 a 3 años de haberse establecido en campo en Brasil, Colombia, Venezuela y el sur de África, cuando se planta como un árbol exótico. Esta especie no parece producir una raíz primaria profunda (Dvorak, 1990). Para mejorar el desarrollo de la raíz y calidad de las plántulas, los viveros están comenzando a utilizar envases grandes con interiores con "costillas laterales" y a establecer plantas a un tamaño pequeño, usualmente entre 12 a 15 cm de altura del tallo. Estacas de tocones de plantas producen raíz fácilmente en la mayoría de los ambientes tropicales (Easley y Lambeth, 1989; Osorio, 1992), y muchas mejoras en productividad y uniformidad podrán alcanzarse a través de réplicas de los mejores clones.



Pinus tecunumanii Eguiluz y J. P. Perry

Página en Blanco

Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand

L. A. FOURNIER

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica

Familia: Fabaceae

Sin sinónimos

Cachimbo, coyote, cristobal, granadillo, hormigo, ñambar, quira, quirei, sangrillo, swamp kaway

Crece desde Centroamérica hasta el norte de Sudamérica (Colombia, Venezuela y Ecuador). Es un árbol de crecimiento lento de hasta 35 m de altura y de 1 m de DN. Tiene una copa redondeada y una corteza áspera, de color verde grisácea. Las hojas son opuestas e imparipinnadas, con estípulas y con tres a cinco folíolos con pecíolos cortos. Los folíolos anchos ovalados-agudos o acuminados y glabros, miden de 5 a 20 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho. Los árboles son usualmente deciduos durante la estación seca, desde diciembre hasta abril. La especie crece principalmente en las colinas y las laderas de las montañas, con buen drenaje en climas secos, húmedos y mojados de las tierras bajas. El árbol crece en diferentes tipos de suelo y está adaptado a una amplia escala de precipitación (1500 a 3000 mm por año), una temperatura anual promedio de 23 a 26 °C y elevaciones desde el nivel del mar hasta los 600 m.

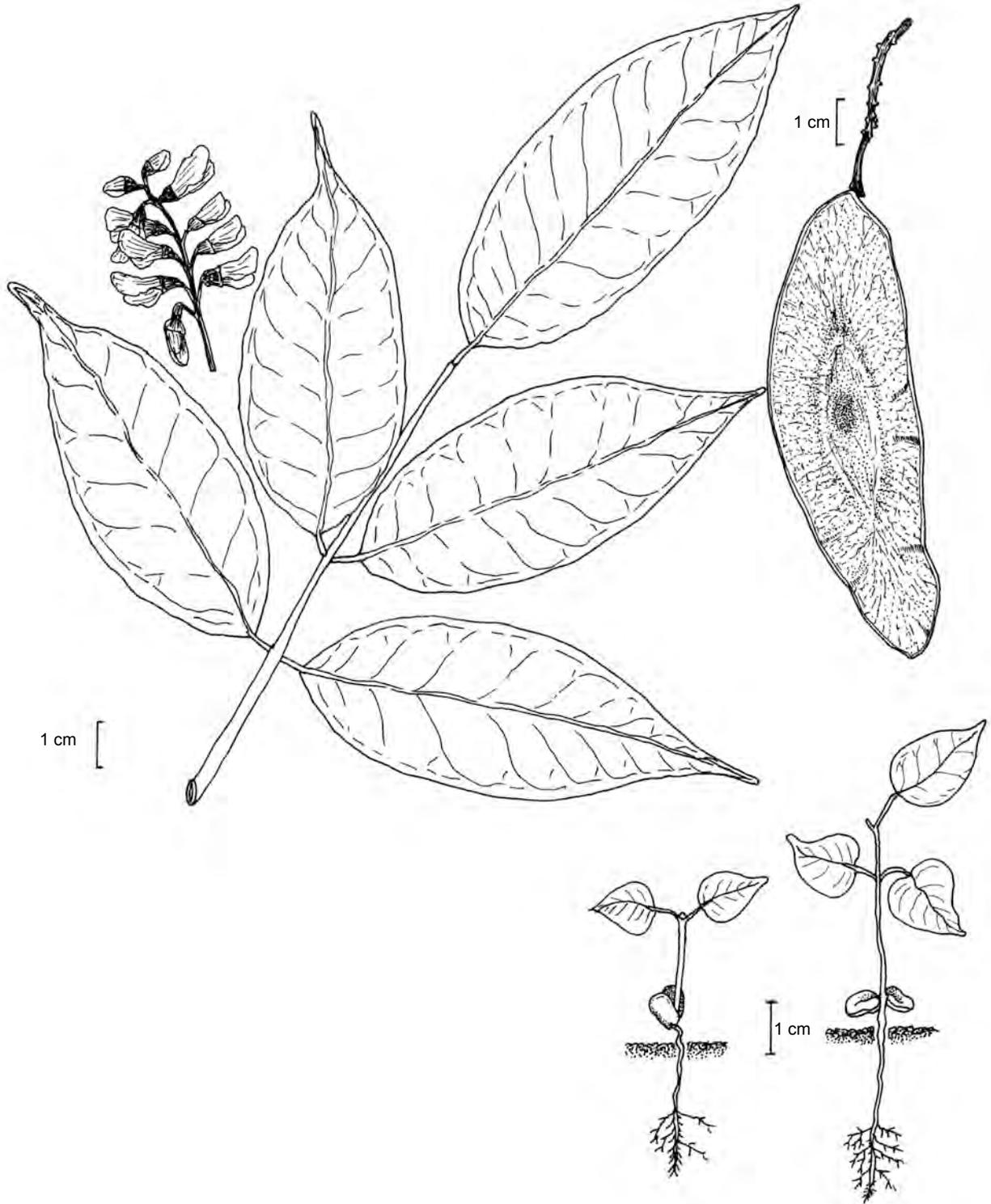
La madera es dura y fuerte, y se considera moderada a pesada con una gravedad específica de 0.50 a 0.86. La transición de albura a duramen es gradual; cuando está seca, la albura es de color amarillo oscuro y el duramen es rojo pardo. Las fibras son oblicuas y ligeramente entrecruzadas, la textura es fina y el brillo es moderado. Es fácil de secar y preservar, tiene buena practicabilidad y no muestra defectos durante el proceso de secado. La madera es naturalmente durable y resiste la pudrición. Se utiliza para pisos de alta calidad, empanelado, muebles, artesanías, chapas y en ebanistería y construcción pesada. Dado que la madera es durable aun en contacto con el suelo, se ha utilizado para durmientes de ferrocarril en Colombia (Allen, 1956).

Las flores pequeñas de color anaranjado pálido se producen desde diciembre hasta abril, y a veces en mayo. Las flores aparecen en grupos de racimos delgados de los nudos subterminales o axilares deshojados, haciendo los árboles muy conspicuos y atractivos a distancia (Allen, 1956). Los frutos son vainas indehiscentes de aproximadamente 7 cm de largo, que maduran en un espacio de 30 días (Allen, 1956). Las vainas son planas, más bien coriáceas y elípticas o casi oblongas. Cada una contiene una semilla.

La producción de este fino árbol maderable es principalmente de bosques naturales y no hay información sobre prácticas de vivero y cuidado de las plantas. Sin

embargo, las plántulas que crecen de forma natural en el bosque pueden ser trasplantadas (observación personal).

El hongo *Fusarium roseum* se ha reportado como un parásito del follaje de esta especie (Arguedas *et al.*, 1993).



Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand

Podocarpus montanus (Humb. y Bonpl. ex Willd.) Lodd.

V. M. NIETO Y J. RODRÍGUEZ

Corporación Nacional de Investigación Forestal
Santafé de Bogotá, Colombia

Familia: Podocarpaceae

Nageia montana, *Podocarpus taxifolia*, *Prumnopitys montana*, *Stachycarpus montana*, *Taxus montana*

Pino de montaña, pino de pacho, pino hayuelo, pino romerón

Es un árbol de muy lento crecimiento que alcanza 15 m de altura y 30 cm de DN. La copa es semiredonda y no muy densa; la corteza es morada a negruzca, escamosa y cubierta de vástagos. Las hojas perennes son alternas, angostas, coriáceas, azuladas en la parte más baja, insertadas en espiral, pero extendidas en dos series en un plano, de 12 a 22 mm de largo por 2.5 a 3 mm de ancho, con una ranura sobre la prominente vena central. El árbol se adapta a suelos pobres con buen drenaje, un pH ácido, y de textura franco arcillosa. Crece en elevaciones desde 1900 a 3000 m con una temperatura media anual de 8 a 16 °C, y una precipitación anual de 600 a 3000 mm. Tolera pequeñas heladas. Se adapta a las zonas de vida de los bosques secos montañosos bajos (bs-Mb), bosques húmedos montañosos bajos (bh-Mb), bosques muy húmedos montañosos bajos (bmh-Mb), bosques húmedos montañosos (bh-M) y bosques muy húmedos montañosos (bmh-M).

La madera se utiliza para chapas, muebles, listones, postes, aglomerados y en ebanistería. También se utiliza como pulpa para papel y en lápices (Corporación de los Andes, 1974; Lamprecht y Liscano, 1957; Marin, 1998).

Los estróbilos son dioicos. Las flores masculinas son alargadas, cilíndricas y numerosas, de 1 a 5 cm de largo; y sésiles o en un pedúnculo corto. Las flores femeninas son muy pequeñas y aisladas en los extremos de las ramas. Los conos (frutos) son globosos, de 1 a 2 cm de largo, 0.8 a 1 cm de ancho, lisos, blandos y de color verde oscuro lustroso cuando no están maduros. Se tornan anaranjado amarillentos cuando están maduros. Las semillas limpias miden 8 mm de largo y 5 mm de ancho (Marín, 1998).

Los conos se recolectan del árbol o del suelo. Los conos viejos o semillas no se recolectan porque las semillas con frecuencia son atacadas por un barrenador en el suelo. Las semillas se almacenan a una temperatura de 3 a 4 °C. El porcentaje de pureza de semillas es 99 %. La germinación es epigea. El porcentaje de germinación es de 45 a 60 %, y las semillas germinan en 3 meses.

Se propaga a través de sus semillas. Debido a que las semillas son relativamente grandes, pueden sembrarse en

bolsas. El hoyo para sembrarlas debe tener 2 cm de profundidad y debe haber una distancia de 20 cm entre los agujeros. Las semillas se cubren con tierra fina, se riegan abundantemente y se les da sombra durante los primeros 6 meses.

Las plantas se levantan en 2 etapas, con un intervalo de 2 a 3 meses. Periódicamente (4 a 6 semanas), el suelo se afloja para mantener una buena condición física, y se eliminan las malezas. Cuando las plantas miden de 25 a 40 cm de altura, se establecen en campo. El lugar de la plantación debe estar relativamente limpio; sin embargo, una limpieza excesiva puede estimular el crecimiento de maleza que asfixia la vegetación arbórea.

Las distancias de plantación varía. Para la conservación de germoplasma, se utiliza un distanciamiento semiregular de 1 por 1 m entre plantas. Para producir un bosque, pueden utilizarse distancias de 3 a 5 m.

Página en Blanco

Polylepis besseri Hieron.

W. A. PATTERSON IV

Voluntario del Cuerpo de Paz, Bolivia

Familia: Rosaceae

Polylepis crista-galli Bitter, *P. triacontandra* Bitter, *P. incana* H.B.K. ssp. *brachypoda* Bitter, ssp. *incarum* Bitter, ssp. *subtusalbida* Bitter, *P. racemosa* Ruíz y Pavón var. *lanata* Kuntze, y var. *tomentosa* Kuntze

Coloradito, keñua, keru, keshua, kewiña, queñua, quenuina, queuñua, quewiña, quinhuar, quiñual, quiñuar, yagual

La distribución del género está limitada al corredor de los Andes de Sudamérica, desde Venezuela, desde el sur hasta el norte de Argentina y Chile. Bosques de *Polylepis besseri* se presentan más comúnmente en parches pequeños (de una a varias hectáreas), aislados, rodeados por praderas a elevaciones altas y agricultura. Se caracteriza por formar bosques de estructura abierta, monotípicos en altas elevaciones en los Andes de Sudamérica, también se encuentra en asociación con *Buddleja* sp., *Escallonia* sp. y *Gynoxis* sp. (Fjeldsa y Krabbe, 1990).

Es un árbol de lento crecimiento resistente al viento, temperaturas de congelación, radiación solar y sequías moderadas. Prospera en algunos de los ambientes tropicales más inclementes. Dependiendo de los factores ambientales, la especie puede variar desde un arbusto hasta un árbol pequeño, y fluctuar en altura desde 3 a 10 m con un promedio de 7 m. Se encuentra comúnmente como una copa baja multiramificada, con un diámetro de 4 m; también crece en una forma más erecta, acopada con un solo tronco alcanzando un máximo de 45 cm de DN. La corteza de color rojizo, parecida al papel, desprendiéndose en escamas, se combina con el desarrollo torcido del árbol para darle una apariencia única. El árbol prefiere suelos rocosos, con buen drenaje, usualmente pendientes empinadas franco-arenosas, y tolera una acidez moderada y suelos pobres en elementos nutritivos. Como fuente principal primaria de materia orgánica, es importante en formar y proteger suelos en zonas climáticas con vegetación característicamente rala (Borner, 1994), Crece comúnmente en elevaciones entre 3000 a 4000 m, en áreas con precipitación media anual entre 300 y 1200 mm (Borner, 1994). Estos árboles crecen en elevaciones más altas que cualquier otro árbol en el mundo (Killeen *et al.*, 1993), sobreviviendo en elevaciones de hasta 5200 m en las laderas del Nevado Sajama en Potosí, Bolivia. Como árbol perenne que no vuelve a retoñar y que tiene poca tolerancia al fuego, es muy susceptible a las presiones de expansión agrícola y de consumo de leña.

La hibridación frecuente dentro del género *Polylepis* provoca mucha confusión en cuanto a identificación de especies, los cruces más comunes de *P. besseri* han sido

con *P. tomentella* Wedd., *P. (aff.) australis* Bitter, y varias subespecies (Killeen *et al.*, 1993).

Aunque con frecuencia torcida y pobremente formada, la madera tiene un color rojizo atractivo y es muy fuerte y durable. La gravedad específica de la madera no se encuentra en la literatura, pero la experiencia muestra que es una madera relativamente densa y resistente a podredumbre. En un estudio de todas las especies de árboles en las tierras altas de Bolivia, resultó ser la más frecuente y comúnmente utilizada según una serie de preguntas hechas a agricultores de subsistencia (Ledezma, 1994). Usos tradicionales incluyen: carbón, construcción de hogares, herramientas, arados, leña, utensilios de cocina, conservación y mejoramiento de suelos, protección contra el viento y heladas, ruedas de paletas para molinos de agua, postes de cercas, silvicultura urbana, medicamentos para resfriados, instrumentos musicales y tintes para ropa (Arze y Weeda, 1996; Borner, 1994; Fossati, 1996; Ledezma, 1994).

Puede florecer en cualquier época del año con una estación pico de marzo a mayo (Fossati, 1996). Las flores son generalmente rojas y sin pétalos, dispuestas en racimos axilares de 1 a 70 flores. Cada flor produce un solo fruto de 7 a 10 mm de largo. El fruto consiste de 3 alas en forma de turbina a lo largo del eje del tegumento, y una sola semilla ovular que es puntiaguda en un extremo, de 3 a 5 mm de largo (Killeen *et al.*, 1993). Los frutos se secan en el árbol en 5 a 6 meses, proporcionando la mayor cantidad de semillas maduras de agosto a noviembre (Fossati, 1996).

Las semillas maduras deben recolectarse después que estén secas pero antes que caigan al suelo, debido a su tamaño muy pequeño. Comúnmente las semillas se recolectan de ramas selectas cortadas como leña; no se necesitan herramientas especiales puesto que esta especie no sobrepasa los 10 m de altura, y se puede escalar el árbol fácilmente. Hay un promedio de 80,000 a 120,000 semillas por Kg (Borner, 1994). Las semillas tienen una tasa de germinación muy baja (2 a 15 %), sin tratamientos de pregerminación satisfactorios conocidos. Debido a que la tasa de germinación disminuye

Especies P

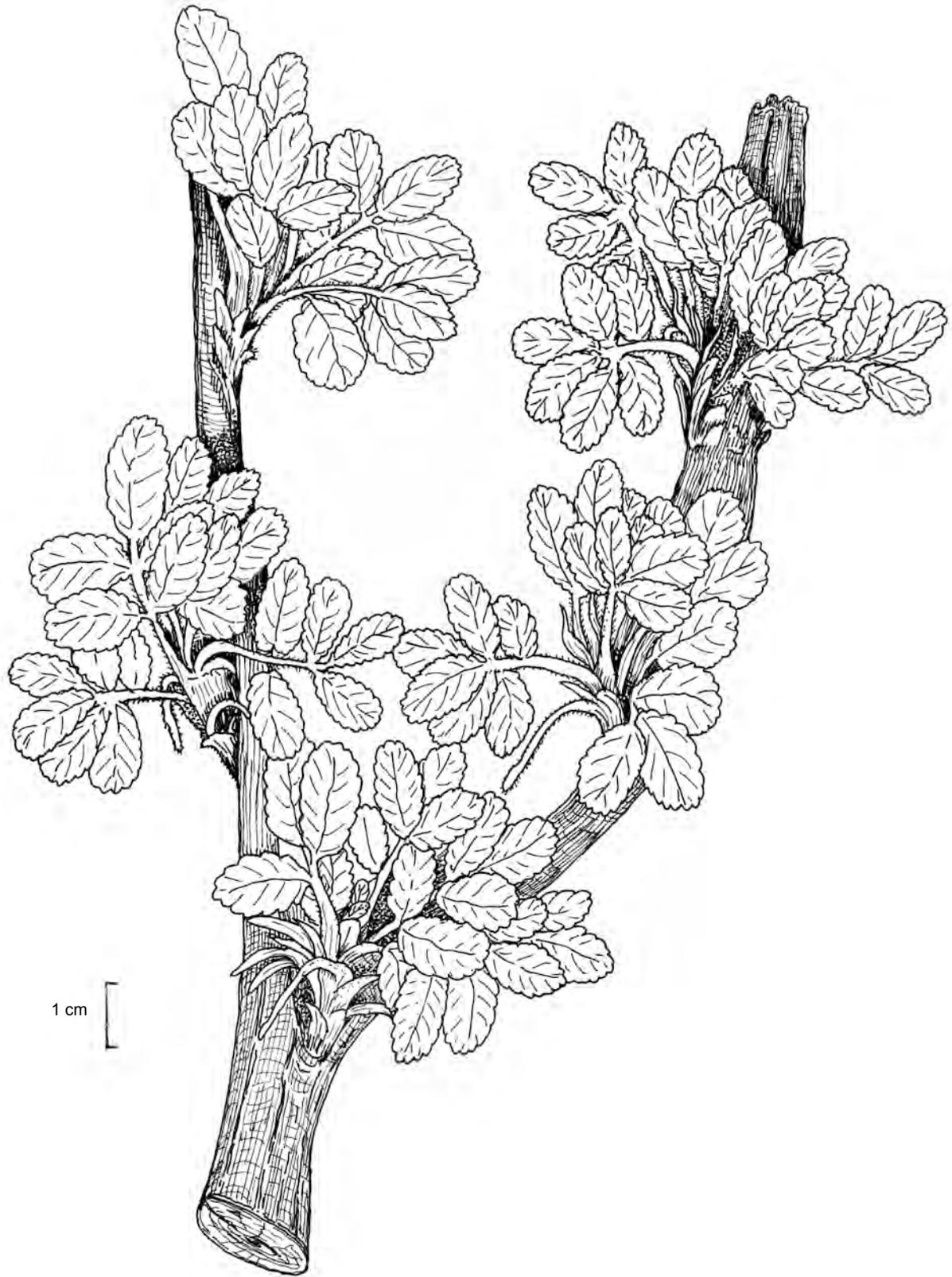
rápidamente en almacenamiento, se puede lograr una producción limitada de semillero solamente sembrando en medios con altos contenidos de arena y materia orgánica, inmediatamente después de la recolección.

El método preferido de producción de plántulas es posible cuando hay árboles padres disponibles localmente. Los suelos debajo de los árboles se despejan de toda vegetación y se aflojan antes que caigan las semillas. Las plántulas germinadas naturalmente pueden ser extraídas y transportadas en pequeñas bolsas de plástico asperjadas con agua, a un vivero cercano, donde pueden trasplantarse a envases para su futuro desarrollo (Fossati, 1996). Las plantas en envases deben ser sombreadas al principio, luego cultivadas a pleno sol después de que se hayan adaptado al trasplante. Normalmente, las plántulas crecen en el vivero por 12 a 18 meses. Un método alternativo incluye cortar ramas de 1 a 2 años de edad a longitudes de 15 a 25 cm al comienzo de la estación lluviosa, remojarlas en agua por 24 horas o en una hormona que produce raíz, y ya sea plantar las estacas en una mezcla de tierra arenosa en envases de vivero, o plantarlas directamente en el campo (Mamani y Apaza, 1995).

A pesar de que los árboles establecidos son extremadamente resistentes a climas difíciles, las plántulas necesitan protección contra sequía, viento y animales de pastoreo. Dado que el crecimiento es muy lento, estos árboles necesitan muchos años para establecerse, una desventaja obvia para esfuerzos de reforestación. Dada su adaptación a reproducción dentro del refugio de rodales monotípicos, la mejor estrategia de manejo de la especie puede ser prevenir la completa deforestación y manejar los bosques para una reproducción natural sostenible.

INFORMACIÓN ADICIONAL

La causa del tamaño pequeño y de la naturaleza aislada de los bosques de esta especie ha sido tema de debates. Una teoría plantea que la especie compite mejor en micrositios de alta elevación de suelos rocosos, con buen drenaje, libres de heladas con microclimas de nieblas nocturnas y movimiento de aire frío – creando en efecto, microclimas de baja elevación, en elevaciones altas (Simpson, 1977). De manera alternativa, evidencia paleobotánica e histórica sugiere que bosques de *P. berteroi* fueron alguna vez mucho más extensos, y que las quemadas, el pastoreo y otras presiones antropogénicas han reducido mucho su área durante los últimos 3,000 años, particularmente durante los últimos varios cientos de años (Fjeldsa y Kessler, 1996; Fjeldsa y Krabbe, 1990). Debido a su posición original como el árbol de crecimiento a mayor elevación en los Andes, el género *P. berteroi* es extremadamente importante desde el punto de vista ecológico y como recurso humano (Ledezma, 1994; Ridgley y Tudor, 1989). *Polytepis berteroi* proporciona una fuente rara de hábitat forestal a elevaciones altas, de la cual dependen exclusivamente varias especies de avifauna (Fjeldsa y Krabbe, 1990; Ridgley y Tudor, 1989).



Polylepis besseri Hieron.

Página en Blanco

Pouteria campechiana (Kunth) Baehni

ANIBAL NIEMBRO ROCAS

Instituto de Ecología, A.C.
Xalapa, Veracruz, México

Familia: Sapotaceae

Sin sinónimos

Canishte, k'anixté, mamey de Campeche, zapote amarillo, zapuyul

Es nativa de América. Está distribuida naturalmente en México y Centroamérica, donde forma parte de los bosques tropicales húmedos y subhúmedos.

Es un árbol perenne que alcanza 30 m de altura y 30 cm de DN. El tronco es recto con una copa irregular y densa, compuesta de ramas delgadas y horizontales. Las hojas son simples, alternas, agrupadas en las puntas de las ramas, oblanceoladas a oblanceoladas-oblongas, de 6 a 25 cm de largo y 2.5 a 8 cm de ancho. En la Península de Yucatán el árbol crece en suelos calcáreos con rocas aflorando, formando parte del bosque tropical. Las regiones donde el árbol crece tienen una temperatura promedio anual de 26 °C, con una temperatura máxima de 36.7 °C y una mínima de 14.9 °C. Las temperaturas máximas corresponden a los meses de abril y mayo, y las mínimas a diciembre y enero. La precipitación anual promedio es de aproximadamente 1288 mm, fluctuando entre 900 y 1800 mm. La especie crece en elevaciones cercanas al nivel del mar.

Debido a que el árbol es apreciado por sus frutos comestibles, se siembra en patios y huertos. La madera es dura y resistente, y se utiliza para leña y en construcción rural (Barrera, 1981; Cabrera *et al.*, 1982; Chavelas y González, 1985; Escalante, 1986; Flores, 1993).

El árbol comienza a producir flores y frutos entre 4 y 5 años de edad. En el sureste de México, florece de mayo a junio, y da frutos entre julio y noviembre (Juarez *et al.*, 1989). Las flores son de color verde claro, de olor fragante y dispuestas en pequeños fascículos axilares. Los frutos son bayas piriformes o subglobosas, de hasta 7 cm de largo, de 2.5 a 5 cm de diámetro, amarillas cuando están maduras y carnosas, con una cáscara delgada y una pulpa amarillenta de sabor dulce. Cada fruto contiene 3 a 5 semillas (Cabrera *et al.*, 1982; Miranda, 1975; Pennington y Sarukhan, 1968). Las semillas son ovoides a globosas, teretes en corte transversal, y de 2 a 4 cm de diámetro. El tegumento es de color pardo claro, liso, lustroso y óseo. Tiene una cicatriz hilar lateral larga y grande que es de color blanca o crema amarillenta, y ocupa parte del cuerpo de la semilla.

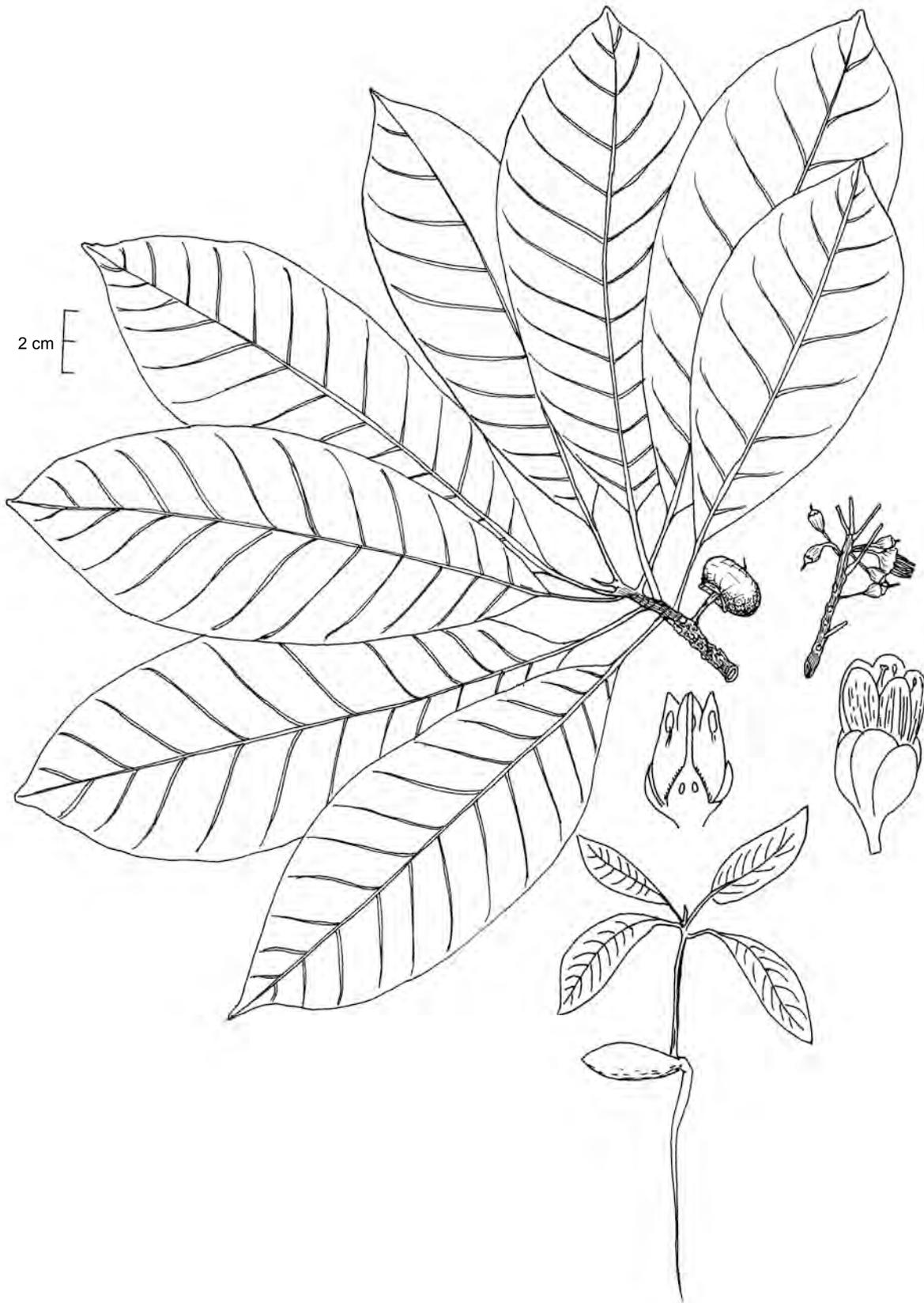
De agosto a octubre, los frutos se recolectan ya sea directamente del suelo o escalando los árboles y utilizando palos con ganchos metálicos. La pulpa se saca de los

frutos carnosos a mano dentro de un recipiente con agua. Las impurezas resultantes flotan y se recogen con un colador. Las semillas buenas se hunden. Posteriormente, las semillas se secan al sol en lugares ventilados por 1 ó 2 horas, dependiendo de las condiciones de luz. Hay un promedio de 490 semillas/Kg. Las semillas permanecen viables por aproximadamente 9 meses, cuando se almacenan en condiciones ambientales (24 a 30 °C). Con un almacenamiento más largo, la viabilidad de la semilla disminuye rápidamente (Vega *et al.*, 1981).

La germinación de las semillas es criptocotilar. Para mejorar la germinación, el tegumento debe romperse antes de la siembra. Las semillas frescas germinan a 18 %. Una muestra heterogénea de semillas germinaron en 68 días después de la siembra (Vega *et al.*, 1981).

INFORMACIÓN ADICIONAL

El hilo de la semilla es subbasal. El micrópilo es indiscernible. El embrión tiene un eje recto; es relativamente simétrico y de color crema con matices rosados, y llena la cavidad de la semilla. Los dos cotiledones macizos son carnosos, con la misma forma de la semilla, plano convexos en corte transversal, y fuertemente unidos el uno al otro, con superficies lisas, y sinuosas de contacto y látex. La plúmula es indiferenciada. La radícula es pequeña y cónica o puntiforme (Cronquist, 1946; Eyma, 1966; Guil, 1967; Pennington y Sarukhan, 1968; Pilz, 1981; Reitz, 1968; Wood y Channel, 1960).



Pouteria campechiana (Kunth) Baehni

Pouteria sapota (Jacq.) H.E. Moore y Stearn

ANIBAL NIEMBRO ROCAS

Instituto de Ecología, A.C.
Xalapa, Veracruz, México

Familia: Sapotaceae

Sin sinónimos

Mamey, mamey colorado, zapote mamey

Es nativa de América. Se desconoce el área precisa de su distribución natural porque la especie ha sido introducida y cultivada por toda América tropical desde tiempos prehispánicos. Crece desde México a través de Centroamérica, hasta el norte de Sudamérica y en las Antillas.

Es un árbol deciduo que puede alcanzar 40 m de altura y 80 cm de DN. El tronco es recto y a veces tiene espolones. La copa piramidal está compuesta de ramas horizontales separadas. Las hojas son simples, alternas, agrupadas en los extremos de las ramas, obovadas u oblanceoladas, a veces ligeramente curvas, de 10 a 50 cm de largo, y de 7.5 a 16 cm de ancho. En la Península de Yucatán, el árbol crece en suelos calcáreos con rocas aflorando, formando parte del bosque tropical. La planta prefiere suelos franco-arenosos, profundos y fértiles. Las regiones donde el árbol crece tienen una temperatura promedio anual de 26 °C, con una temperatura máxima de 36.7 °C y una mínima de 14.9 °C. Las temperaturas máximas corresponden a los meses de abril y mayo, las mínimas a diciembre y enero. La precipitación promedio anual es aproximadamente de 1299 mm, fluctuando entre 900 y 1800 mm.

Produce uno de los frutos más deliciosos de los trópicos. Se come crudo y se utiliza en confituras, bebidas y helados. El aceite contenido en las semillas se utiliza para tratar caspa y para estimular el crecimiento del cabello. La madera fuerte, dura y compacta se utiliza en construcción rural y para leña, estacas, tablas, vigas y muebles. El árbol se cultiva con frecuencia en patios traseros (Aguilar, 1966; Barrera, 1981; Chavelas y González, 1985; Flores, 1993; Hoyos, 1979; Miranda, 1976; Rico-Gray *et al.*, 1991).

El árbol florece de agosto a octubre y da frutos de diciembre a marzo (Pennington y Sarukhan, 1968). Con frecuencia los frutos se ven en los mercados durante abril y mayo (Martínez, 1959). Las flores son blancas a crema-verdosas, casi sésiles, agrupadas en las axilas de las hojas caídas. El árbol comienza a dar frutos a la edad de 8 a 10 años (Kennard y Winters, 1960; Miranda, 1976). Los frutos son bayas globosas u ovoides, de hasta 20 cm de largo, de 7 a 12 cm de diámetro, pardo-rojizas cuando están maduras, y carnosas, con una cáscara gruesa y áspera, y una pulpa roja-anaranjada o rosada; la pulpa tiene un sabor dulce y agradable. Cada fruto contiene normalmente

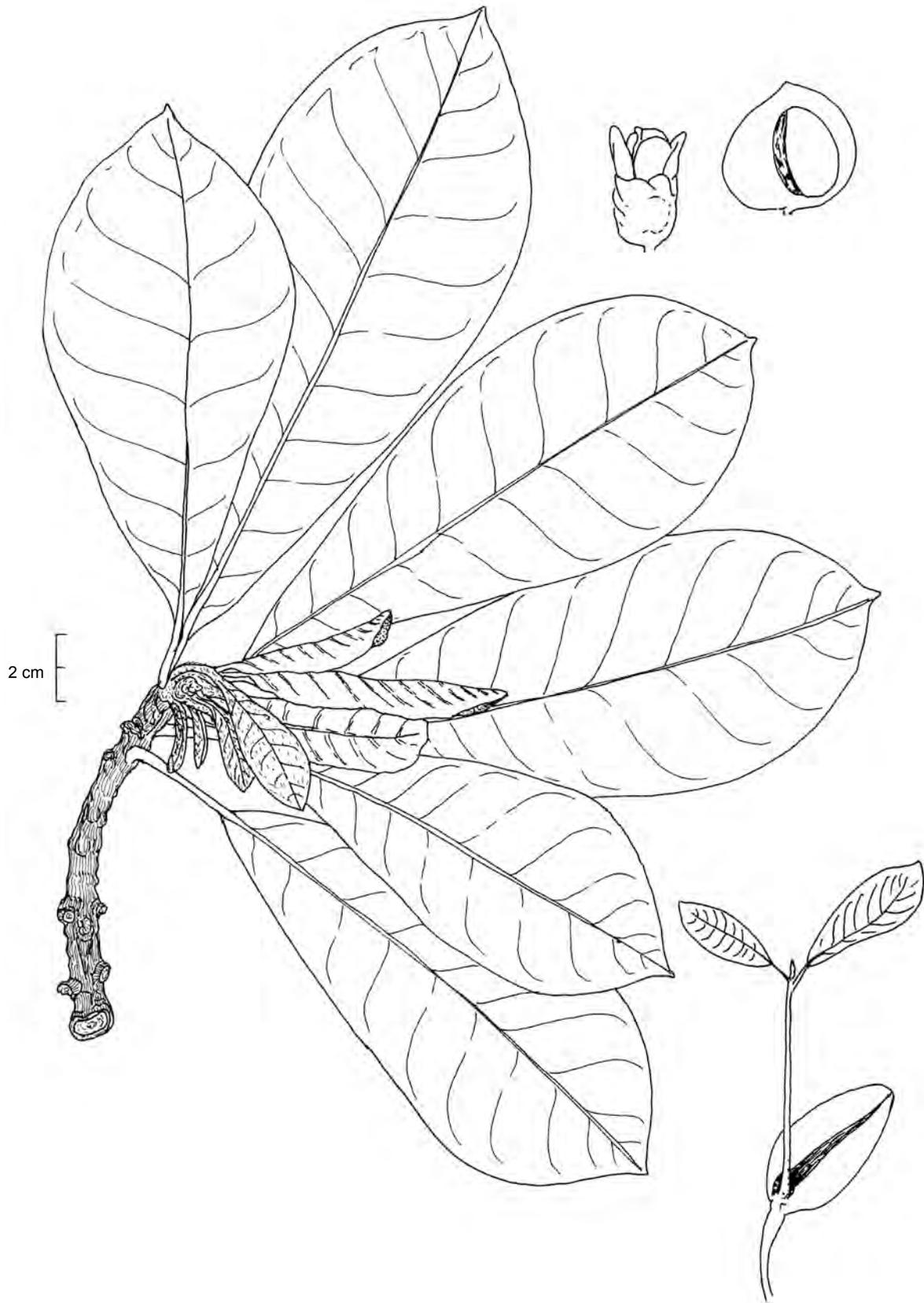
una semilla (Pennington y Sarukhan, 1968). Las semillas son elipsoides a elipsoide-ovaladas, agudas en los extremos, teretes en corte transversal o ligeramente aplanadas lateralmente, de 8 a 10 cm de largo y de 3 a 6 cm de ancho. El tegumento fluctúa en color de pardo a negro; es liso, lustroso y óseo; tiene una cicatriz hilar lateral larga y grande que es de color blanco o crema amarillento, y ocupa parte del cuerpo de la semilla.

La manera de recoger frutos depende del tamaño del árbol. Si el árbol es bajo, los frutos se recolectan desde el suelo, utilizando palos de madera con ganchos metálicos. Si el árbol es alto, las personas que recolectan los frutos deben subirse a su copa. La pulpa se saca de los frutos carnosos a mano dentro de un recipiente con agua. Las impurezas resultantes flotan y se recogen con un colador. Las semillas buenas se hunden. Posteriormente, las semillas se secan al sol en lugares ventilados por 1 ó 2 horas, dependiendo de las condiciones de luz.

Esta especie tropical se propaga fácilmente por sus semillas, las cuales a veces germinan adentro del fruto. Quitar la testa antes de sembrarlas acorta el tiempo de germinación. La germinación es criptocotilar, y el crecimiento de la plántula es lento. Las semillas se siembran en semilleros o directamente en envases, poniendo la parte más delgada de la semilla hacia abajo.

INFORMACIÓN ADICIONAL

El hilo es subbasal. El micrópilo es indiscernible. El embrión tiene un eje recto; es relativamente simétrico y de color crema con matices rosados, y llena la cavidad de la semilla. Los dos cotiledones son macizos, carnosos, con la misma forma de la semilla, plano-convexos en corte transversal, y fuertemente unidos el uno al otro, con superficies rugosas, superficies de contacto sinuosas y látex. La plúmula es indiferenciada. La radícula es pequeña y cónica o puntiforme (Eyma, 1966; Guil, 1967; Pennington y Sarukhan, 1968; Reitz, 1968; Wood y Channel, 1960).



Pouteria sapota (Jacq.) H.E. Moore y Stearn

Prioria copaifera Griseb.

C. SANDÍ Y E. M. FLORES

Escuela de Agricultura del Trópico Húmedo y
Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica, Costa Rica

Familia: Fabaceae

Sin sinónimos

Amansa mujer, camíbar, canime, cativo, cativo blanco, cativo negro, cautivo, floresa, Spanish walnut, tabasara, taito, trementino (Record y Hess, 1949)

El género es monotípico y su región geográfica se extiende desde Nicaragua hasta Colombia (Jiménez, 1993). También se encuentra en Jamaica. Los cativales, rodales de árboles de *Prioria copaifera*, forman una zona de 1 a 3 km de ancho en la tierra detrás de bordes de manglares, a lo largo de la costa del Caribe del oeste de Panamá y Costa Rica. Rodales de la especie también se encuentran en los valles bajos de algunos de los ríos más caudalosos (Record y Hess, 1949). El árbol crece asociado con *Pterocarpus officinalis*, *Carapa guianensis*, *Pentaclethra maculosa* y la palma *Raphia taedigera* (Mart.) Mart.; cuando crece en pendientes, también se asocia con *Dussia cuscatlanica* y *Carapa guianensis* (Jiménez, 1993). En Costa Rica está protegida como una especie amenazada (Jiménez, 1993).

Es un árbol alto de dosel, inerme, alcanzando 40 m de altura y de 100 a 150 cm de DN. El tronco es recto, cilíndrico y sin contrafuertes (Holdridge y Poveda, 1975). La corteza es gris, lisa y gruesa (2.0 a 3.0 cm). La corteza interior es rojiza. Las hojas son paripinnadas, largamente pecioladas, con dos pares de folíolos pelúcidas-moteadas y coriáceas, con una base pelúcida-moteada, coriáceas, elíptica-acuminada, asimétrica, con puntos translúcidos, estipuladas y de color verde oscuro; las estipulas son escamosas. El árbol crece en suelos ricos limosos a lo largo de llanos costeros, en pendientes, orillas de ríos estacionalmente inundadas, o en pantanos. El rango común de elevación es de 0 a 40 m, aunque se puede encontrar en elevaciones de hasta 150 m (Jiménez, 1993).

La transición de albura a duramen es indiscernible. La madera verde es de color gris parduzco claro; la madera secada al aire es de color gris amarillento claro. Un corazón falso en la médula es frecuente; es usualmente de color pardo rojizo oscuro. Los anillos de crecimiento están delineados por rayas finas y claras (Richter, 1973). La fibra es recta o entrelazada dependiendo del origen de la madera; la textura es media o áspera; el brillo es bajo; y la madera carece de veteado y no tiene olor ni sabor después del secado. La madera es moderadamente pesada; el peso verde es 855 Kg/m³, con un contenido de humedad de 91%; la gravedad específica básica es 0.45 (fluctuando entre 0.38 y 0.46) (Liach, 1971). El secado al aire es rápido con pequeños defectos. Las propiedades de trabajabilidad

son medianas. El pulido no es muy bueno cuando la fibra es entrelazada. Las propiedades mecánicas son similares a aquéllas de álamo amarillo (*Liriodendrum tulipifera* L.), pero la primera es superior en dureza y compresión a través de la fibra. La durabilidad natural es baja; es bastante susceptible a ataques de termitas y hongos y barrenadores marinos; no es apropiada para construcciones exteriores. La conservación de la madera es fácil. La madera puede ser utilizada en carpintería, ebanistería, y construcciones interiores y para hacer cajas, cajones y tablas. El coeficiente Peteri de flexibilidad es 37 y el factor Runkel es 0.28 (grupo II: muy bueno para hacer papel) (Richter, 1973). La madera tiene alta calidad. La goma resinosa de color pardo oscuro que se obtiene de cortar el tronco, tiene un sabor picante y se utiliza por los indígenas como una trampa para moscas. Los indígenas afirman que también se puede utilizar para atrapar murciélagos, pájaros y otros animales pequeños. La resina también se utiliza para curar cortaduras y picaduras, y como un antiséptico general (Pittier, 1957; Record y Hess, 1949). Las semillas son comestibles y se consumen localmente.

La floración se presenta de diciembre a mayo y de septiembre a noviembre, con variaciones a lo largo de la región geográfica. Las inflorescencias son espigas con panículas largas, bracteadas y terminales en pequeñas ramas; tienen ramas como espigas con muchas flores. Las flores son pequeñas, de color crema o blancuzcas, fragantes y sésiles, con bractéolas con dos lóbulos en forma de cáliz. La flor es apétala. El cáliz es tubular, corto, con cinco lóbulos, orbicular, petaloide e imbricado. El androceo tiene 10 estambres que son libres y desiguales. El gineceo es sésil o de tallo corto, monocarpelar y biovulado. Los frutos se producen en febrero y marzo y de septiembre a noviembre. El fruto es una vaina de color pardo, oblicuamente obovado-orbicular, de 6 (10)-12 cm de largo por 6 (7)-8 cm de ancho, leñoso e indehiscente, conteniendo una sola semilla. La vaina es lateralmente comprimida; un lado es convexo y el otro es cóncavo. Las semillas son planas, grandes, demasiado crecidas, exospermicas, con una testa indiferenciada y rodeada por la vaina; las dimensiones de la vaina limitan el crecimiento de la semilla y del embrión. Hay un promedio de 30 a 35 semillas frescas (semillas con pericarpio) por Kg.

Especies P

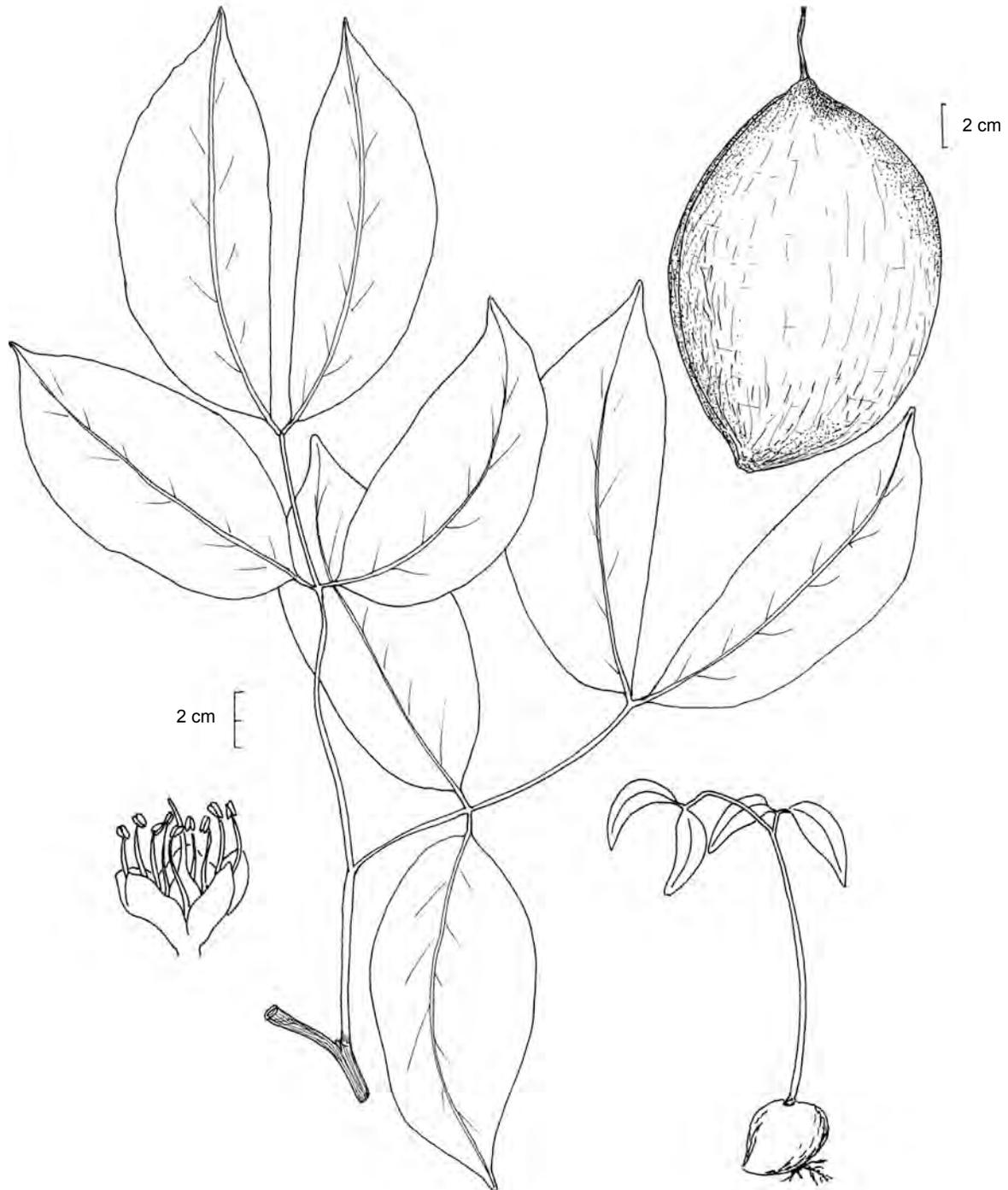
El comportamiento de la semilla es recalcitrante. La germinación es hipógea y las plántulas son criptocotilar. La protusión de la raíz se da a los 30 a 40 días después de la siembra. El porcentaje de germinación es superior a 85 %.

Aunque la especie se ha propagado en pequeños rodales, parece ser apropiada para manejo de bosques naturales o para aumentar la riqueza del bosque.

INFORMACIÓN ADICIONAL

El género se denominó por el botanista británico R. Ch. A. Prior. *P. copaifera* Griseb. es el tipo del género.

Las anteras son gruesas y apiculadas con un conectivo grueso. En el gineceo, el estilo es corto y en forma de punzón; el estigma es indiscernible. El embrión es grande; los cotiledones son gruesos y carnosos; el eje del embrión es recto y conspicuo.



***Prioria copaifera* Griseb.**

Prosopis juliflora (Sw.) DC.

CRISTINA GARIBALDI

Facultad de Botánica, Universidad de Panamá, Panamá

Familia: Fabaceae

Prosopis chilensis (Mol.) Stuntz; *Ceratonia chilensis* Mol.; *Mimosa juliflora* Swartz

Acacia de catarina, algarroba, amansa caballo, cambrón, carbón, catzimec, chachaca, guatapana, manca-caballo, mesquite, nacascal, pluma de oro, trupillo, yaque (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1984a, 1984b; Geilfus, 1994; Holdridge, 1970; Woodson y Schery, 1950b)

Nativo de las Antillas, Centroamérica y el norte de Sudamérica (Venezuela y Colombia), pero se ha plantado en zonas áridas y en muchas partes del mundo. Es la única especie del género en Centroamérica, donde está limitada a las regiones más secas de la vertiente del Pacífico (Woodson y Schery, 1950). En Panamá, la especie crece en los remanentes de los bosques en la vertiente del Pacífico, correspondiente a las zonas de vida del bosque tropical seco y bosque premontano seco. En India, es una especie invasora que compete con las especies nativas (Sharma y Dakshini, 1996).

Es un árbol o arbusto de rápido crecimiento, deciduo, que es espinoso y tiene una copa ancha y raíces profundas. La ramificación es en forma de "zigzag", extendida por la copa, característica de la especie (Drake, 1993a). El árbol puede alcanzar entre 3 y 12 m de altura y hasta 45 cm de DN, dependiendo de dónde crece. Con frecuencia crece como un arbusto, con un tronco torcido y la copa ensanchada en forma de sombrilla. Sus hojas son compuestas pinnadamente y de un verde muy oscuro. Las espinas características, producidas por estípulas modificadas, se presentan solo en pares en los nudos foliares. La especie crece en climas muy calientes y secos, con temperaturas de hasta 48 °C y una precipitación anual de 150 a 750 mm. Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1500 m. Las raíces penetran a gran profundidad en el suelo buscando el agua necesaria. Si el crecimiento de la raíz no se obstruye, el árbol puede crecer en un variedad de suelos, incluyendo áreas salinas y alcalinas, y en suelos arenosos y rocosos (Drake, 1993a; Geilfus, 1994). El tejido es fotosintéticamente activo durante todo el año, presentando un sistema radical superficial y difundido a través del cual, el árbol explota completamente el recurso hídrico disponible. La especie muestra potenciales de agua más negativos que *Parosopis tamarugo* Phil., una especie nativa del desierto de Atacama. Sus bajos requisitos nutricionales y su resistencia al déficit hídrico dan una gran plasticidad de respuesta, lo cual permite su amplia distribución en zonas áridas y semiáridas de América tropical (Alarcón y Díaz, 1993).

Se considera un género más bien viejo, con divergencia en varios linajes. Cuando estos linajes se aislaron, ocurrió una especiación parcial. Existe un buen número de formas

intermedias e hibridación con especies relacionadas, lo cual hace más difícil distinguir las especies en campo (Burkart y Simpson, 1977; Drake, 1993a).

La madera es dura, pesada (gravedad específica es 0.70 o superior), durable y resistente a la pudrición. Se pule bien y se ha utilizado ampliamente para marcos de puertas y ventanas y otros trabajos en madera, y artículos de carpintería (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1984, 1984b). La madera también se utiliza en construcción rural y para postes y mangos de herramientas. La especie tiene gran valor en agroecosistemas en lugares muy secos, donde se utiliza para leña y carbón. La alta capacidad calórica de la albura produce un carbón de alta calidad y producción de madera de pequeñas dimensiones, entre 5 y 15 toneladas/ha/año (Drake, 1993a). Las flores son una fuente importante de néctar para la producción de miel de alta calidad. La corteza es una buena fuente de taninos, y se puede obtener goma del tronco (Woodson y Schery, 1950). Las legumbres y las semillas se utilizan como forraje para ganado, y la especie produce 20 a 40 toneladas/ha/año, comenzando a los 2 a 3 años de edad. Las vainas también se han molido y se han utilizado como harina. Dado que resiste la sequía y fija nitrógeno, es valiosa en proyectos de agrosilvopastoriles, estabilización de dunas y recuperación de suelos degradados.

Las flores están agrupadas en pequeñas ramas; son regulares y la corola es pentámera. Cuando están maduras, las vainas son largas, carnosas y amarillentas (Burkart y Simpson, 1977).

Las semillas se extraen de las vainas maduras que han sido recolectadas de los árboles, y que se les ha dejado secar. No es necesario separar las semillas del mesocarpo. Las vainas se rompen en pedazos golpeándolas con un palo o siendo pisoteadas por el ganado, y los pedazos de vainas se siembran en vez de la semilla. Las semillas adecuadamente almacenadas pueden sobrevivir por 20 a 30 años sin perder viabilidad. Las semillas deben ser escarificadas con una solución de ácido sulfúrico a 20 % por 1 hora. Las semillas también pueden ser remojadas en ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos o cubiertas con agua hirviendo y remojadas por 24 horas. Se reproduce

Especies P

bien a través de siembra directa de las semillas pretratadas o a través de brotes de raíz. La germinación después del pretratamiento es usualmente de 75 a 95 %. Las semillas se siembran directamente cuando hay disponible suficiente precipitación. Las estacas enraizadas en bolsas plásticas pueden desarrollar bien. Para setos vivos, las semillas se siembran aproximadamente a una distancia de 10 cm en dos líneas separadas por aproximadamente 50 cm; o las plantas producidas en bolsas de polietileno se establecen a una distancia de 30 cm en dos líneas separadas por 50 cm (Drake, 1993a).

En plantaciones desarrolladas para producir leña o controlar la erosión, las plantas deben ser establecidas a una densidad de 3 por 3 m; se han obtenido buenas producciones también con un distanciamiento de 1 por 1 m. Los árboles deben protegerse contra incendios hasta que hayan formado una corteza gruesa, lo cual ocurre en el tercer año (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1984a, 1984b; Drake, 1993a).

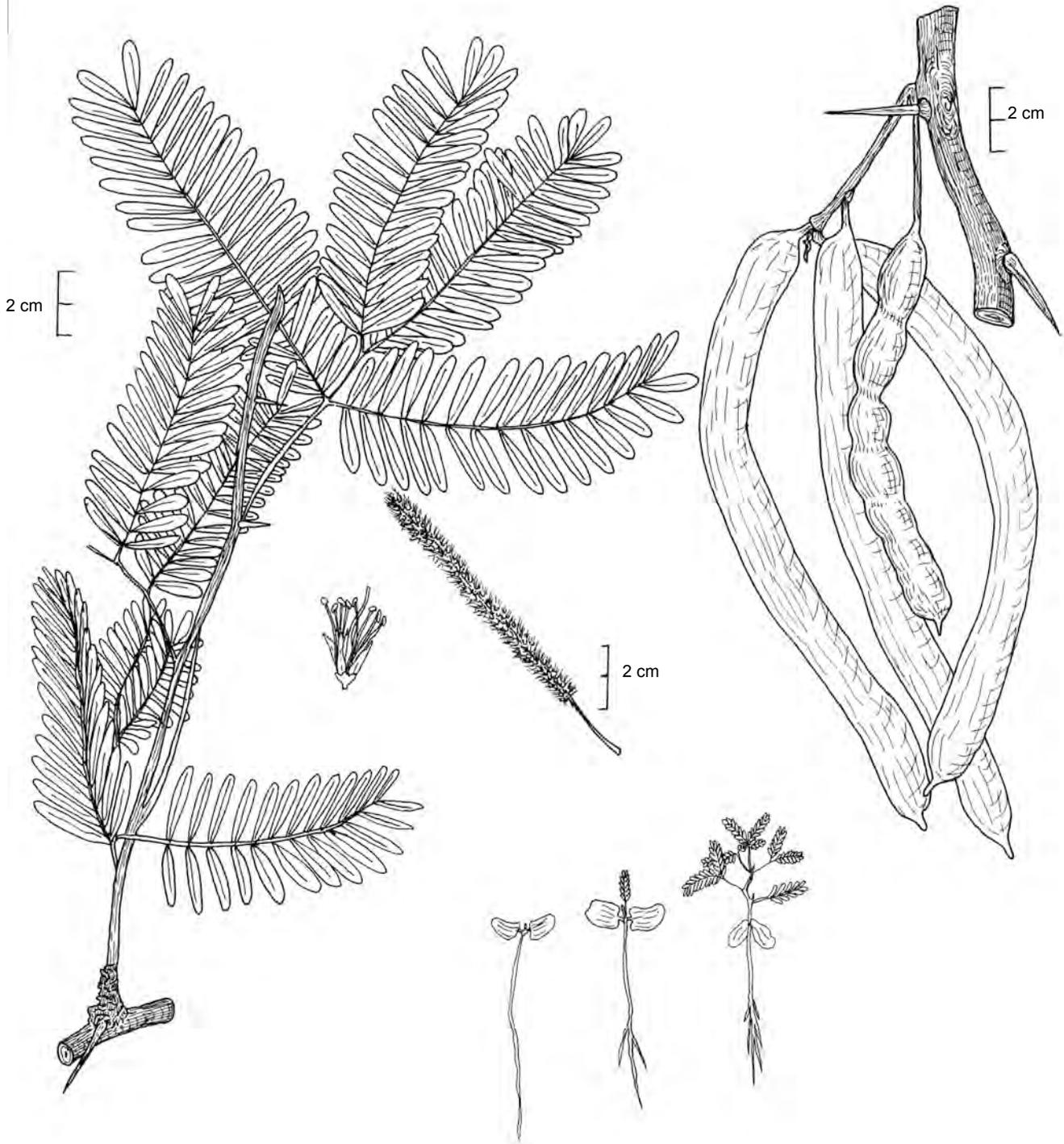
Las plantas tienen una buena capacidad para competir con la maleza, pero *Coleoptera* dañan parte de los cultivos de semillas. Generalmente, la especie se considera como una invasora muy agresiva que compite por la humedad del suelo. Dado que es difícil de erradicar y debido a que puede eliminar especies nativas, debe establecerse solamente en áreas áridas problemáticas, donde los suelos pueden ser recuperados o protegidos contra la erosión (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1984a, 1984b; Drake, 1993a).

INFORMACIÓN ADICIONAL

La taxonomía de este género es oscura; algunas especies nativas de Norteamérica, inicialmente clasificadas con este nombre, actualmente se conocen como *Prosopis velutina* Wootton y *P. glandulosa* (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1984a, 1984b). Debido a que las diversas especies del género en Sudamérica exhiben todas las características encontradas en Norteamérica y en el Viejo Mundo, y dada la composición química de la especie, algunos sugieren que el género se originó en Sudamérica (Burkart y Simpson, 1977). En las áreas secas de Centroamérica, se han reportado dos variedades de la especie (Burkart y Simpson, 1977). *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. tiene dos pares de espinas axiales en los nudos foliados. La variedad *inermis* (H.B.K.) Burkart no tiene espinas o pequeñas espinas distribuidas a lo largo de las ramas, con folíolos pubescentes; aparentemente pertenece a variedades derivadas de formas con espinas.

La especie crece rápidamente; se han obtenido producciones de 75 a 100 toneladas/ha en rotaciones de 15 años; en 10 años, se esperan producciones de entre 50 y 60 toneladas por hectárea. Los árboles retoñan fácilmente (Geilfus, 1994).

En la regeneración natural las semillas se dispersan por ganado o por animales salvajes que se comen las vainas. La germinación se estimula conforme las semillas pasan por el tubo digestivo de estos animales. Las sustancias dentro de los tubos digestivos, aparentemente estimulan la latencia, promoviendo la germinación.



Prosopis juliflora (Sw.) DC.

Página en Blanco

Prumnopitys standleyi (Buchholz y Gray) de Laub.

I. MOREIRA Y E. ARNÁEZ

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica

Familia: Podocarpaceae

Podocarpus standlleyi, *Podocarpus montanus*

Ciprecillo, cobola, lorito (Rojas *et al.*, 1992a)

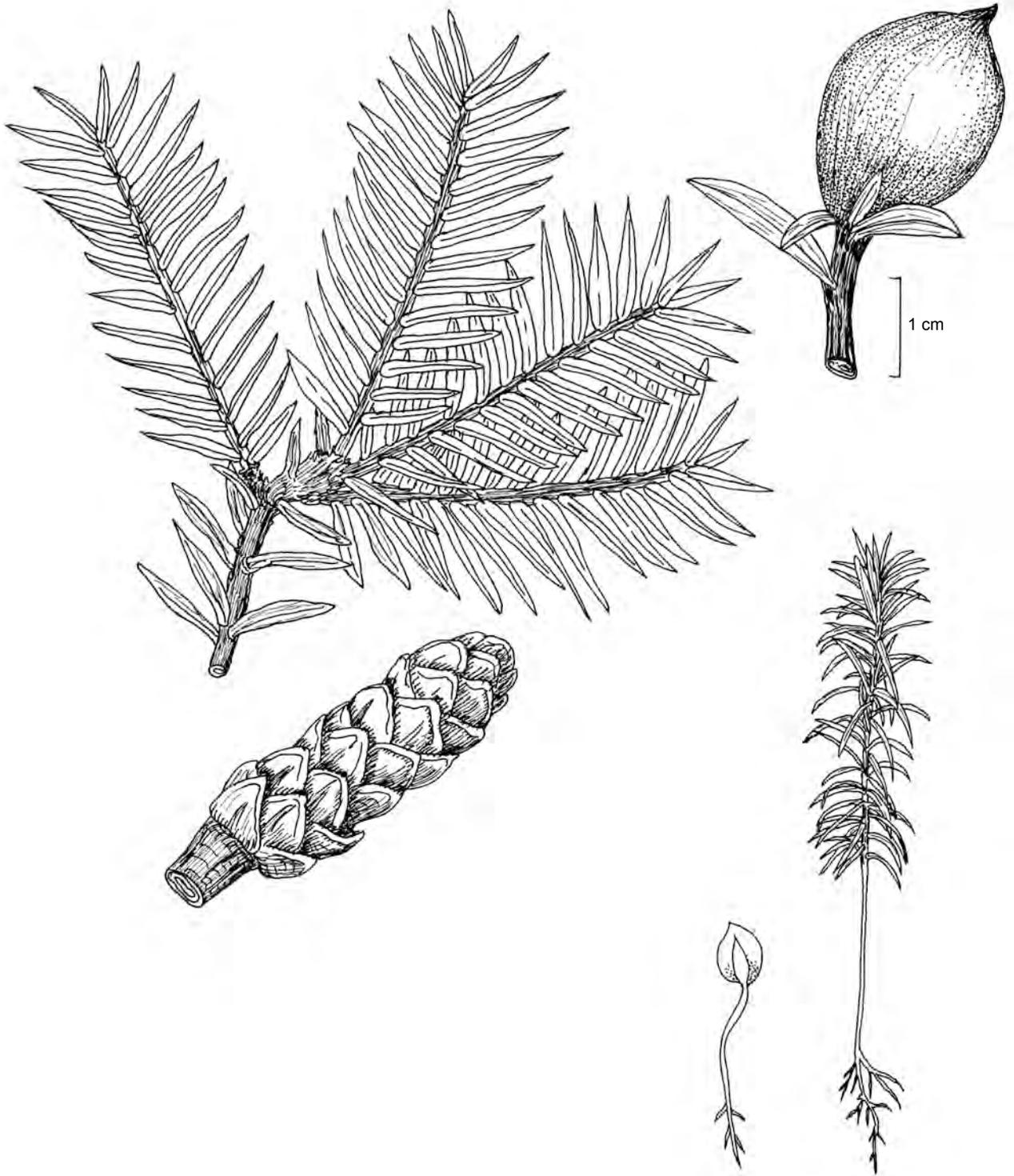
Crece naturalmente desde Costa Rica hasta Bolivia; sin embargo, esta especie se confunde taxonómicamente con aquellas del género *Podocarpus* (de Sudamérica). Es una especie de bosques climax que crece en zonas húmedas en elevaciones de moderadas a altas (Carpio, 1992).

Es un árbol alto de lento crecimiento que alcanza 20 m de altura y de 75 a 150 cm de DN. El árbol varía en forma y en forma del tronco. La especie crece a 2000 a 3200 m en terrenos bajo montañosos muy húmedos, en montanos lluviosos y especialmente en montanos muy húmedos. Crece donde la precipitación anual es de 2000 a 4000 mm y las temperaturas fluctúan entre 3 y 25 °C (Budowski, 1954). Resiste vientos fuertes (Rojas *et al.*, 1992a).

Con una gravedad específica de 0.555, la madera se considera pesada. Se seca rápidamente sin defectos. Es fácil de secar y preservar, la textura de la madera es uniforme y fina (Carpio, 1992; Standley, 1938). La madera se utiliza en construcción, pulpa para papel y para cajas, pisos, decoración interior, chapas, herramientas agrícolas, postes de cercas, leña, carbón y muebles (Budowski, 1954; Carpio, 1992; Rojas *et al.*, 1992a).

Como una especie rara (0.1 a 1 por hectárea) (Slooten, 1969), se regenera pobremente. En los masculinos, algunos estróbilos se producen en las zonas terminales de las ramas; en los femeninos, se producen en hojas axiales. La estructura masculina mide aproximadamente 0.97 cm de largo por 0.23 cm de ancho. Estas estructuras tienen numerosos sacos poliníferos ubicados en las escamas de estróbilos, produciendo 50 o más en solamente una rama. En los estróbilos femeninos, dos brácteas se sostienen por un pedúnculo que fusiona y envuelve la célula huevo encima del receptáculo. La semilla es simple; está cubierta por una escama y por una escama ovular. Las semillas miden 0.9 cm de largo y 0.7 cm de ancho (Arnáez y Moreira, 1992, Rojas *et al.*, 1992a).

Observaciones preliminares revelan que las semillas maduran en 5 meses. Las semillas están listas para la cosecha en abril. Las semillas se remojan en agua a 22 °C por 24 horas. La germinación es epigea. Las plántulas muestran numerosos nódulos en sus raíces.



Prumnopitys standleyi (Buchholz y Gray) de Laub.

Prunus annularis Koehne

E. ARNÁEZ E I. MOREIRA

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica

Familia: Rosaceae

Sin sinónimos

Ciruelo, duraznillo, mariquita

Una de las más de 100 especies del género que crecen por todo Norte, Centro y Sudamérica. Crece solamente en Costa Rica y en Chiriquí, Panamá (Standley, 1950). En Costa Rica, comúnmente crece en la base de los volcanes Poas y Barba, y en la Cordillera Talamanca (Arnáez *et al.*, 1992).

Es un árbol perenne de tamaño medio, de lento crecimiento con un tronco recto o irregular. De forma cilíndrica, el árbol puede alcanzar 5 a 12 m de altura y de 20 a 50 cm de DN. Comúnmente se encuentra en lugares despejados en los bosques; necesita suelos profundos con buen drenaje. Crece en elevaciones entre 900 y 3200 m en áreas lluviosas de los bosques montañosos, y en áreas muy húmedas que reciben de 1000 a 3500 mm de precipitación anual, con temperaturas de 4 a 27 °C.

Es un árbol maderable. Su fibra es entrelazada. La albura y el duramen difieren ligeramente. La madera tiene una textura de media a gruesa y un brillo mediano, y es de color rosado cuando se seca. Fácil de trabajar, la madera se utiliza para carbón, pisos y vigas maestras y en construcción. Los árboles se establecen para cortar el viento, como cercos vivos y como ornamentales (Arnáez *et al.*, 1992).

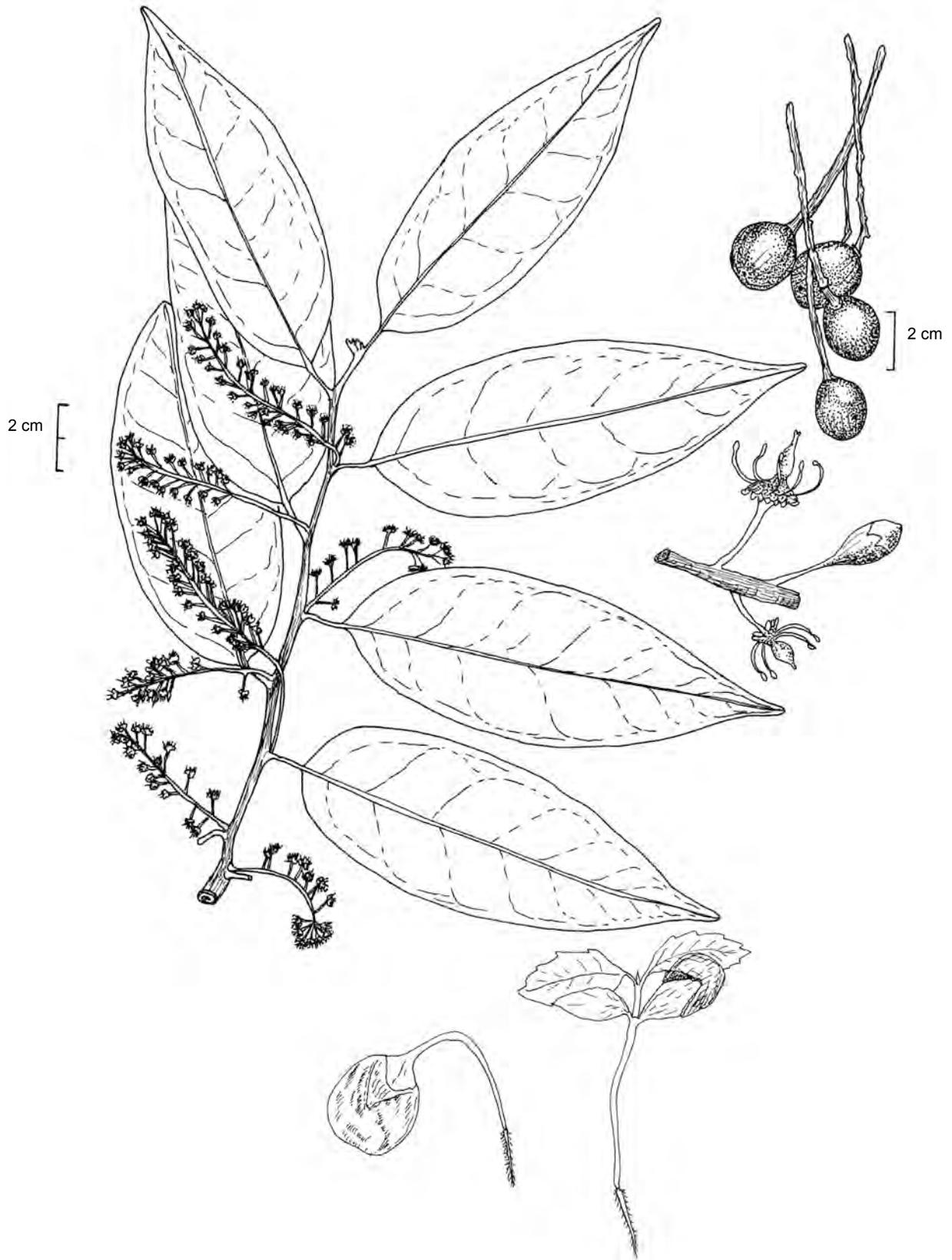
Florece en noviembre y diciembre. Las flores blancas aparecen en racimos. Sus frutos son drupas con un exocarpo de color claro y un mesocarpo carnoso. Las drupas, de 1.5 cm de largo y 1.30 a 1.70 cm de ancho, se vuelven rojas cuando maduran de febrero a abril. Cada drupa contiene una semilla, de 1.06 cm de largo y 0.78 cm de ancho. El tegumento es rugoso con ranuras pequeñas longitudinales. Los pájaros pueden esparcir las semillas o las semillas pueden caerse. Se observó regeneración natural debajo del árbol progenitor; sin embargo, 2 meses después de la germinación, muchas semillas mueren a causa del ataque de hongos, como el mal del tallo. Las semillas esparcidas por pájaros en áreas distantes y lugares aislados sobreviven (Arnáez *et al.*, 1992). También vuelve a retoñar en ramas y árboles cortados.

Los frutos maduros se recolectan escalando los árboles o utilizando un podador extensible. Los frutos recolectados se separan de las ramas y se transportan en sábanas de costales. Las semillas se remojan en agua por 24 horas para facilitar la extracción de la pulpa. Las semillas se

secan al sol. El promedio de semillas es de 6,523/Kg. Las semillas pueden almacenarse por algunos meses pero menos de 1 año (Arnáez *et al.*, 1992).

Para asegurar una germinación homogénea, las semillas deben remojar en agua a 22 °C por 24 horas. Las semillas remojadas germinan en 22 días con 50 % de éxito. Germinan a temperatura ambiente (22 °C) en un sustrato previamente esterilizado de una mezcla de tierra y arena (Arnáez y Moreira, 1992; Arnáez *et al.*, 1992).

Las plántulas se ponen en la sombra; en 21 días las plantas se trasplantan a bolsas de plástico y deben permanecer en la sombra. La especie también puede propagarse utilizando una raíz desnuda o un trasplante. El control de malezas y riego producirá plántulas sanas y vigorosas en 3 ó 4 meses. Las plagas y enfermedades no son un riesgo para las plantaciones, aunque una hormiga del género *Atta* se come las hojas.



Prunus annularis Koehne

Pseudobombax ellipticum (Kunth) Dugand

NADIA NAVARRETE-TINDALL Y MARIO A. ORELLANA NÓÑEZ

Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
(Facultad de Biología, Universidad Estatal de Nuevo México)
Facultad de Agronomía, Universidad de El Salvador

Familia: **Bombacaceae**

Bombax ellipticum H.B.K., *Carolinea insignis* (Guzmán, 1980; Witsberger *et al.*, 1982)

Acoque, amapola, árbol de doncellas, árbol de señoritas, calinchuche, clavelina, jilinsuche, matías, pilinsuchil, pumpo, shaving bush, shilo, shilo blanco, shilo colorado (Carr, 1998a, 1998b; Guzmán, 1980; Witsberger *et al.*, 1982)

Es nativo del sur de México, El Salvador, Guatemala y Honduras, y se ha introducido en las Antillas, las islas de Hawaii y en el sur de la Florida (Carr, 1998a, 1998b).

Es un árbol que puede alcanzar 18 m de altura y 1.3 m de DN. Sus ramas están cerca de la base del tallo. Es un árbol deciduo con tallos suculentos, con hojas son palmeadamente compuestas con cinco folíolos. La especie crece bien en hábitats secos y rocosos o suelos pobres, y no tolera la sombra. Crece en elevaciones desde el nivel del mar hasta 1800 m (Witsberger *et al.*, 1982).

La madera se utiliza para leña y en para tallar platos como artesanía. La semilla contiene carbohidratos y se puede consumir si se tuesta. En El Salvador, el té hecho de las flores se utiliza para enfermedades gastrointestinales, y el té hecho de la corteza fresca se utiliza para tratar diabetes (González, 1994; Guzmán, 1980). El árbol se cultiva como ornamental en Florida y Hawaii (Kuck y Tongg, 1960), y las flores atractivas se utilizan para decorar casas e iglesias en Centroamérica. Las fibras finas de los frutos de varias especies de la familia Bombacaceae incluyendo *Pseudobombax ellipticum*, se utilizan para rellenar almohadas y colchones. Las fibras también se han utilizado para aislar refrigeradoras (Salter, 1956). El árbol puede utilizarse como cerco vivo en áreas rurales.

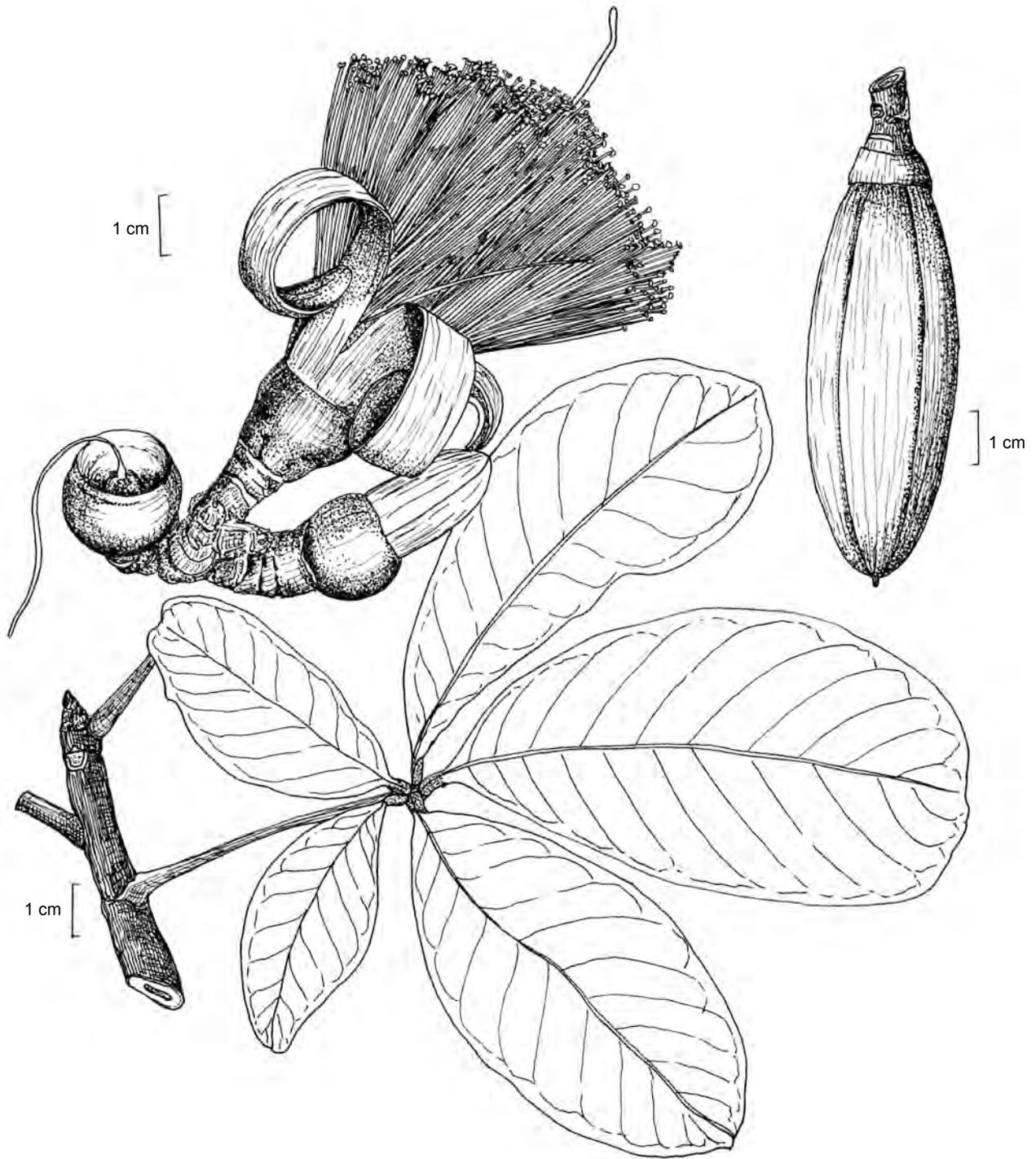
En El Salvador pierde sus hojas de diciembre a mayo y florece en diciembre o enero; sus frutos maduran en enero y febrero (Witsberger *et al.*, 1982). En Hawaii, florece en marzo (Kuck y Tongg, 1960). Las flores rosadas o blancas son solas y tienen numerosos estambres; los frutos alargados son cápsulas dehiscentes que contienen numerosas semillas. Las semillas son dispersadas por el viento.

Los frutos se recolectan a mano de los árboles antes que abran y se secan para extraer las semillas. Las semillas pequeñas se separan manualmente de las fibras y se almacenan en condiciones frescas y secas (Aragón, 1998). Esta especie se propaga por medio de semillas y estacas. Las semillas necesitan lugares soleados para germinar. Las estacas, de 40 a 100 cm de largo y de 2 a 5 cm de

diámetro, son fácilmente enraizadas cuando se plantan en bolsas de arena y se riegan diariamente o cuando se plantan directamente en el campo (Salter, 1956).

INFORMACIÓN ADICIONAL

Otras tres especies importantes en la familia Bombacaceae son *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth, *Ochroma lagopus* y *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand. *Ceiba pentandra* es un árbol con usos múltiples y es la fuente de una fibra fina parecida al algodón. Es el árbol nacional de Guatemala (Rojas, 1993; Watson y Dallwitz, 1992a, 1992b). *Ochroma lagopus*, o balsa, es un árbol bien conocido que produce una de las maderas livianas más duras del mundo. *Bombacopsis quinatum* (sinónimo *Bombax quinatum*) es un árbol que produce madera de buena calidad y se ha estudiado extensamente en Centroamérica. Esta última especie se propaga fácilmente en plantaciones (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1991a) y tiene muchas características botánicas similares a las de *Pseudobombax ellipticum*. Es necesario diseñar estudios de campo similares a los de *Bombax quinatum* para evaluar la tasa de crecimiento y los métodos de propagación.



Pseudobombax ellipticum (Kunth) Dugand

Pseudosamanea guachapele (Kunth) Harms

E. M. FLORES

Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica, Costa Rica

Familia: Fabaceae

Acacia guachapele Kunth (Nova Genera et Species Plantarum 6: 281-282; 1823); *Acacia guachapele* (Kunth) Dugand (Nova Genera et Species Plantarum 6: 281-282; 1823); *Lysiloma guachapele* (Kunth) Benth. (Transactions of the Linnean Society of London 30(3): 533; 1875); *Pithecellobium longepedatum* Pittier (Contributions from the U.S. National Herbarium 20[12]: 464-465; 1922); *Samanea samanigua* Pittier (Árboles y arbustos nuevos de Venezuela 4-5: 54; 1925); *Albizia longepedata* (Pittier) Britton and Rose ex Record (Tropical Woods 11: 14; 1927); *Pithecellobium samanigua* (Pittier) J. F. Macbr. (Candollea 6: 4; 1934); *Pithecolobium guachapele* (Kunth) J. F. Macbr. (Field Museum of Natural History, Botanical Series 13 [3/1]: 54; 1943); *Albizia guachapele* (Kunth) Dugand (Phytologia 13: 389; 1966)

Cadeno, cenízaro macho, gavilán, genízaro macho, guachapele, guamarillo, guayaquil, samanigua, tabaca (Record y Hess, 1949; Salas-Estrada, 1993; Zamora, 1991)

La región geográfica se extiende desde el sur de México, por toda Centroamérica, hasta Ecuador en Sudamérica (Holdridge y Poveda, 1975; Zamora, 1991).

Es un árbol de tamaño mediano a alto, alcanzando de 20 a 30 m de altura y de 50 a 60 cm de DN. La copa es extendida y plana; las ramitas jóvenes son ferruginosas tomentosas y la corteza es de color gris claro, con placas anchas entre fisuras (Bentham, 1875; Holdridge y Poveda, 1975; Zamora, 1991). Las hojas son bipinadas, paripinnadas, con 2-(4-5)-6 pares de pinas opuestas o subopuestas, cada una con 3 a 9 pares de foliolulos (pinulas). Es un árbol de dosel (emergente) y raro (abundancia de 0.1 a 0.01 por hectárea o entre 1 por 10 hectáreas y 1 por 100 hectáreas). La especie crece principalmente en mesetas o llanos con inclinaciones de 5% o menores, y suelos aluviales o arenosos con drenaje bueno o moderado (Hartshorn y Poveda, 1983; Nichols y González, 1992a, 1992b). Aunque comúnmente se encuentra en elevaciones bajas, puede crecer en elevaciones de 1200 m. Este árbol es típico de los bosques tropicales secos de las tierras bajas del Pacífico en Centroamérica, y crece donde las temperaturas fluctúan entre 22 y 32 °C (biotemperatura anual media superior a 24°C) y la precipitación fluctúa entre 1000 y 2500 mm.

El duramen seco es gris rojizo y la albura gris pardusca. La madera tiene una fibra recta o entrelazada con rayas oscuras, brillo bajo y textura mediana. La veta tiene fulgor en la superficie radial y líneas oscuras verticales. La madera es pesada (peso verde de 1200 a 1300 Kg/m³, con 60 a 62 % de humedad; gravedad específica es 0.65 a 0.70). El olor y el sabor no son característicos (Creemers y Lemckert, 1981). La contracción volumétrica es baja (9.9 a 10.2), y las propiedades mecánicas son medianas. La madera secada al aire se abre en los lados y en los

extremos. La madera es moderadamente fácil de trabajar; se asierra y pule bien. La durabilidad natural es media, pero la madera se impregna bien. La madera tratada puede utilizarse en construcción pesada, postes, cercas, pisos, muebles, durmientes de ferrocarril, cajas y mangos. Es buena para hacer papel (Factor Runkel = 0.51; coeficiente Peteri = 52 a 53). La madera también se utiliza como leña. Es un árbol fijador de nitrógeno con posibilidades para más usos (Nichols y Rodríguez, 1990). La especie se ha utilizado principalmente en plantaciones monoespecíficas, aunque algunos experimentos la introdujeron en plantaciones mixtas, prados y tacotales (tierras con una regeneración natural temprana), para mejorar los suelos (Nichols y González, 1992a, 1992b).

Comúnmente el árbol florece de diciembre a marzo, a lo largo de su región geográfica. Las flores están apiñadas en inflorescencias pedunculadas y umbeladas; los pedúnculos son ferruginosos (Bentham, 1875; Holdridge y Poveda, 1975). Las flores son blancas o de color crema y pentámeras. El cáliz es gamosépalo, valvado, angosto campanulado, dentado apicalmente, pubescente y de 6 a 7 mm de largo (Bentham, 1875; Holdridge y Poveda, 1975; Zamora, 1991). El receptáculo es subgloboso; la corola es gamopétala, valvada, infundibular, pubescente y de 9 a 10 mm de largo (Bentham, 1875; Zamora, 1991).

Usualmente produce vainas desde febrero hasta mayo. La vaina es delgada, plana, cartácea, anchamente oblonga-lineal, de 15 a 20 cm de largo, y de 2.5 a 3.5 cm de ancho. La dehiscencia se gesta a lo largo de la sutura ventral mientras que la sutura dorsal, más gruesa que la ventral, permanece indivisible; las valvas reflejan tardíamente (Bentham, 1875). El pericarpo es de color pardo dorado o amarillento, sedoso pubescente y ligeramente rugoso transversalmente. El mesocarpo es indiscernible, y el

Especies P

endocarpo es lustroso, blancuzco y no septado. Hay usualmente un promedio de 12 a 13 semillas por vaina; las semillas son transversas, no se traslapan, en una serie; el funículo es largo, filiforme, blancuzco, enrollado o plegado (Gunn, 1984). Las semillas son ovaladas, comprimidas lateralmente, de 0.8 a 0.9 cm de largo, de 0.45 a 0.55 cm de ancho y de 1.0 a 1.2 cm de grosor y sin arilo funicular. La testa es gruesa, ligeramente lustrosa, de color crema, monocroma (si está fresca y sana), y dura, con pleurograma, línea de fisura abierta en el extremo micropilar y líneas de fractura.

Las vainas deben recolectarse antes de la dehiscencia, puestas en costales abiertos y expuestas a plena luz del sol. Una vez que las vainas están abiertas, las semillas se sacan a mano (Nichols y González, 1992a, 1992b). Hay un promedio de 22,000 a 24,220 semillas/Kg (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1985; Nichols y Rodríguez, 1990; Ramírez y Morillo, 1987), dependiendo del lugar de recolección y el contenido de humedad de las semillas. Las semillas son duras y ortodoxas, y la viabilidad en almacenamiento a temperatura ambiente (24 a 32 °C) disminuye lentamente. Las semillas son frecuentemente atacadas por gorgojos (Nichols y González, 1992a, 1992b).

Las semillas pueden almacenarse por 2 años y mantener un éxito de germinación aceptable. Las semillas de color más claro germinan mejor; aquéllas con una areola oscura en las caras laterales no germinan bien porque el embrión es deshidratado. Las semillas frescas tienen 70 % de germinación sin pretratamiento (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1985). Tresemer (1989) reportó 60 % de germinación de semillas sembradas directamente en bolsas de plástico, con la germinación iniciando en 4 a 8 días. Las semillas remojadas en agua caliente (80 °C) por 1 minuto, seguido de un baño en agua tibia (30 a 40 °C) por 24 horas, tienen 82 % de germinación si las semillas dañadas se desechan. Después de la imbibición las semillas deben sembrarse en semilleros de invernaderos llenos de arena a temperatura ambiente. La radícula resalta en 3 a 5 días y la germinación es bastante uniforme. En otro método, el extremo del tegumento opuesto al micrópilo se corta y las semillas se ponen en agua corriente por varias horas. Después de este pretratamiento la germinación ha sido superior al 90 % (Nichols y González, 1992a, 1992b). La germinación es epigea y la plántula es cryptocotilar. El primer eófilo es pinado. Las plántulas deben trasplantarse a bolsas de plástico antes que el primer eófilo complete su expansión.

Algunas semillas han sido establecidas directamente en el suelo, y las plántulas han sido sembradas como pseudoestacas. Si las plántulas crecen en bolsas, deben ser establecidas en campo en 2 a 3 meses (Nichols y González, 1992a, 1992b). En el campo, las raíces de las plantas son atacadas por jobotos (larvas del insecto *Phyllophaga* spp.), y el follaje es consumido por hormigas (*Atta* spp. y *Acromymex* spp.). Otro insecto (no identificado) se come la corteza, formando anillos alrededor del vástago; el daño a la corteza y floema con frecuencia resultan en la muerte de árboles jóvenes (Nichols y González, 1992a, 1992b). En plantaciones la supervivencia de las plantas es

de aproximadamente 90 %; la supervivencia disminuye drásticamente si las plántulas no son sanas o si la plantación no se hace con procedimientos apropiados de mantenimiento. La plantación debe ser limpiada de tres a cuatro veces durante el primer año, y los árboles jóvenes necesitan selección de ejes y poda de vástagos no deseados (Nichols y González, 1992a, 1992b). La densidad de siembra es usualmente 3 por 3 m. El crecimiento longitudinal en el primer año es de aproximadamente 1 m. En la Península de Osa, árboles juveniles de 9 años alcanzan 12 a 14 m de altura y de 10 a 12 cm de DN (Tresemer, 1989). En las áreas de bosques tropicales secos de Costa Rica, las plántulas producidas por semillas de Costa Rica crecen más rápidamente que aquéllas de semillas hondureñas; árboles jóvenes de 3 años de edad alcanzaron una altura promedio de 3.53 m y un promedio de DN de 6 cm (Paterson *et al.*, 1996a).

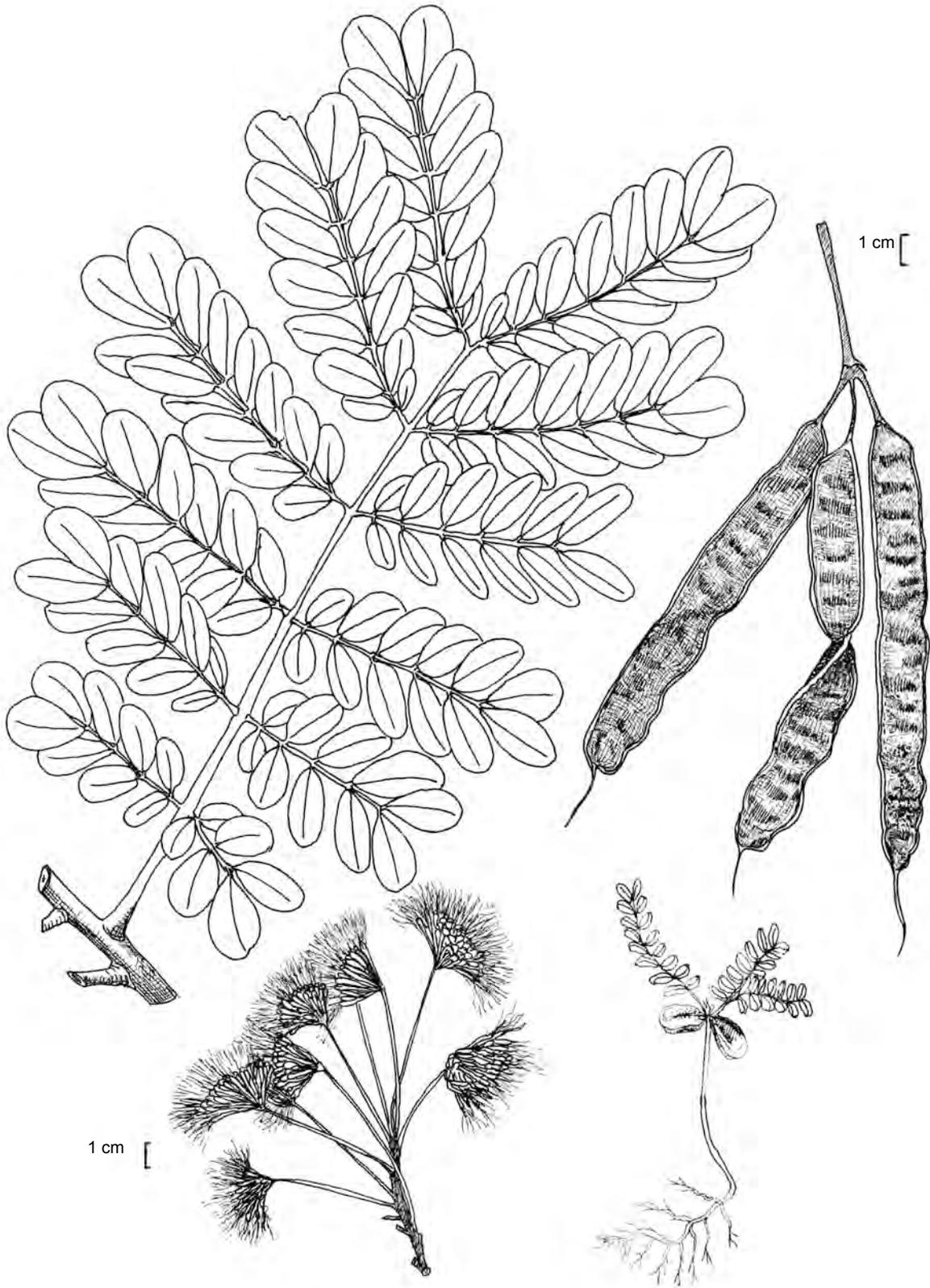
INFORMACIÓN ADICIONAL

Los foliolulos de las hojas son pubescentes, ovalados y obovados, con el semilimbo superior 2:1 trullado. El ápice es redondo o emarginado, la base es irregular y el limbo es sedoso pubescente abaxialmente. El peciolo es ferruginoso tomentoso y pulvinular, con un nectario floral extra en el medio. El pulvínulo es adaxial, basal y oblongo. El raquis tiene nectarios florales extra hacia el extremo distal. Los peciolulos tienen pulvinulos basales y adaxiales. Las estípulas son grandes, membranosas y a veces largas persistentes, aunque finalmente se caen (Bentham, 1875; Zamora, 1991).

El androceo tiene de 15 a 20 estambres; los estambres son largos, monadelfos y basalmente adanados a la corola, formando un tubo; cada antera tiene unas cuantas políadas de polen en cada lóculo (Bentham, 1875; Guinet, 1981; Nilsen, 1981). El gineceo es monocarpelar, y la placentación es laminar. El gineceo tiene varios óvulos anátropos, bitégmicos, crasinucelados.

Las flores son presuntamente polinizadas por polillas, aunque a veces los pájaros las visitan. El polen tiene poros internos, aperturas no ecuatoriales del tipo porado simple, exina areolada y tectum perforado (Guinet, 1981)

El hilo de la semilla está cubierto por residuos funiculares. No hay endospermo ni perispermo. El embrión es grande, comprimido lateralmente y circundante; el eje del embrión es ligeramente reflejado y la plúmula está bien desarrollada con varios primordios foliares. Los cotiledones son grandes, gruesos y ovalados, con una hendidura simple, irregular sobre la radícula, encubriendo todo excepto la punta de la radícula. Muchas semillas se dañan por larvas de insectos mientras están en la vaina.



Pseudosamanea guachapele (Kunth) Harms

Página en Blanco

Pterocarpus indicus Willd.

JOHN K. FRANCIS

Instituto Internacional de Silvicultura Tropical
Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Familia: Fabaceae

Pterocarpus wallichii Wight y Arn., *P. pallidus* Blanco, *P. papuanus* F. V. M., *P. blancoi* Merr., *P. pubescens* Merr., *P. carolinensis* Kaneh, *P. casteelsii* De Wild. var. *ealensis* Hauman, *P. echinatus* Pers., *P. obtusatus* Miq., *P. vidalianus* rolfe, *P. klemmei* Merr.

Angsana, India padauk, linggoa, narra, Papua New Guinea rosewood, pradoo, terocarpo, sena (National Academy of Sciences 1979)

Ocupa una región nativa que se extiende desde el sur de Burma a través de Tailandia peninsular, Viet Nam, Malasia, Sumatra, oeste de Java, Borneo, Filipinas, islas de Sunda, las islas Moluccas, Nueva Guinea, las islas Andamán de India, las Solomon, y las Carolinas (Rojo, 1977). El árbol está muy dispersado o es poco común en su hábitat forestal nativo.

Es un árbol grande que tiende a tener un tronco corto, limpio, con una copa extendida, especialmente en aislamiento, y grandes contrafuertes. Con una tasa de crecimiento moderada, los árboles maduros de la especie pueden exceder 30 m de altura y 1 m de DN. Crece en áreas que reciben aproximadamente de 1200 mm a 3000 mm de precipitación anual media, con sólo pequeñas variaciones estacionales de temperatura (temperatura mensual media de aproximadamente 27 °C), y desde el nivel del mar a los 1300 m de elevación (Asiddao y Nestor, 1958). Son adecuados suelos desde franco-arenosos a arcillas, con un pH desde neutro hasta muy fuertemente ácido.

La especie está dividida en dos formas: *P. indicus* forma *indicus* Willd. y *P. indicus* forma *echinatus* (Pers.) Rojo. Se distinguen por las espinas en la parte que soporta la semilla en la parte posterior del fruto. La forma de semilla espinosa crece en la isla Luzon en las Filipinas y posiblemente las Celebes, Ambon, Andora, Wetar y Kisar (Rojo, 1977). Está estrechamente relacionado con *P. macrocarpus* Kurz. Debido a que las hojas y las flores son casi idénticas, los frutos se utilizan para diferenciar entre las dos especies. Donde las regiones de las dos especies se unen, no se pueden distinguir. La especie también está vinculada a la endémica *P. santalinus* Linn. de las islas Andaman (Rojo, 1977).

Es muy valorado como árbol ornamental y de sombra en todos los trópicos húmedos. Este árbol extraordinariamente agradable, tolera la compactación parcial en la cual árboles urbanos con frecuencia se establecen, y crece relativamente rápido en la mayoría de hábitats urbanos. Sin embargo, debido a que sus raíces se hacen grandes y

crecen cerca de la superficie, debe plantarse a varios metros de las veredas y otras estructuras. En malasia ha sido establecido como árbol de sombra por lo menos durante 200 años (Nitrogen Fixing Tree Association, 1992). La madera pintoresca (de color amarillo a rojo intenso) está entre las maderas más valiosas del mundo. Se le puede dar buena forma, un alto pulido, y es resistente a las termitas y podredumbre. Se utiliza para elaborar muebles, ebanistería, paneles, tallados y pisos.

Los árboles aislados comúnmente inician la floración y fructificación entre 5 y 10 años de edad. Las flores amarillas de olor fragante se producen copiosamente en panículas y racimos. Las flores individuales miden aproximadamente 17 mm transversalmente. Las yemas en árboles individuales alcanzan su tamaño normal y, respondiendo a un mismo mecanismo iniciador desconocido, todas florecen el mismo día (Nitrogen Fixing Tree Association, 1992). La estación de florecimiento varía considerablemente por toda su región nativa, y se reporta que ocurre desde julio hasta septiembre en las Filipinas (Asiddao y Nestor, 1958). Las flores son polinizadas por abejas melíferas y otros insectos. Los frutos son vainas con forma lenticular con un ala plana que circunda su borde. Las vainas tienen un diámetro de 4 a 7 cm (Rojo, 1977). Maduran aproximadamente a los 6 meses después de la floración y se caen gradualmente de los árboles durante varios meses. Un grupo de árboles de tamaño mediano en las Filipinas produjo al año un promedio de 181 L de vainas (Asiddao y Nestor, 1958).

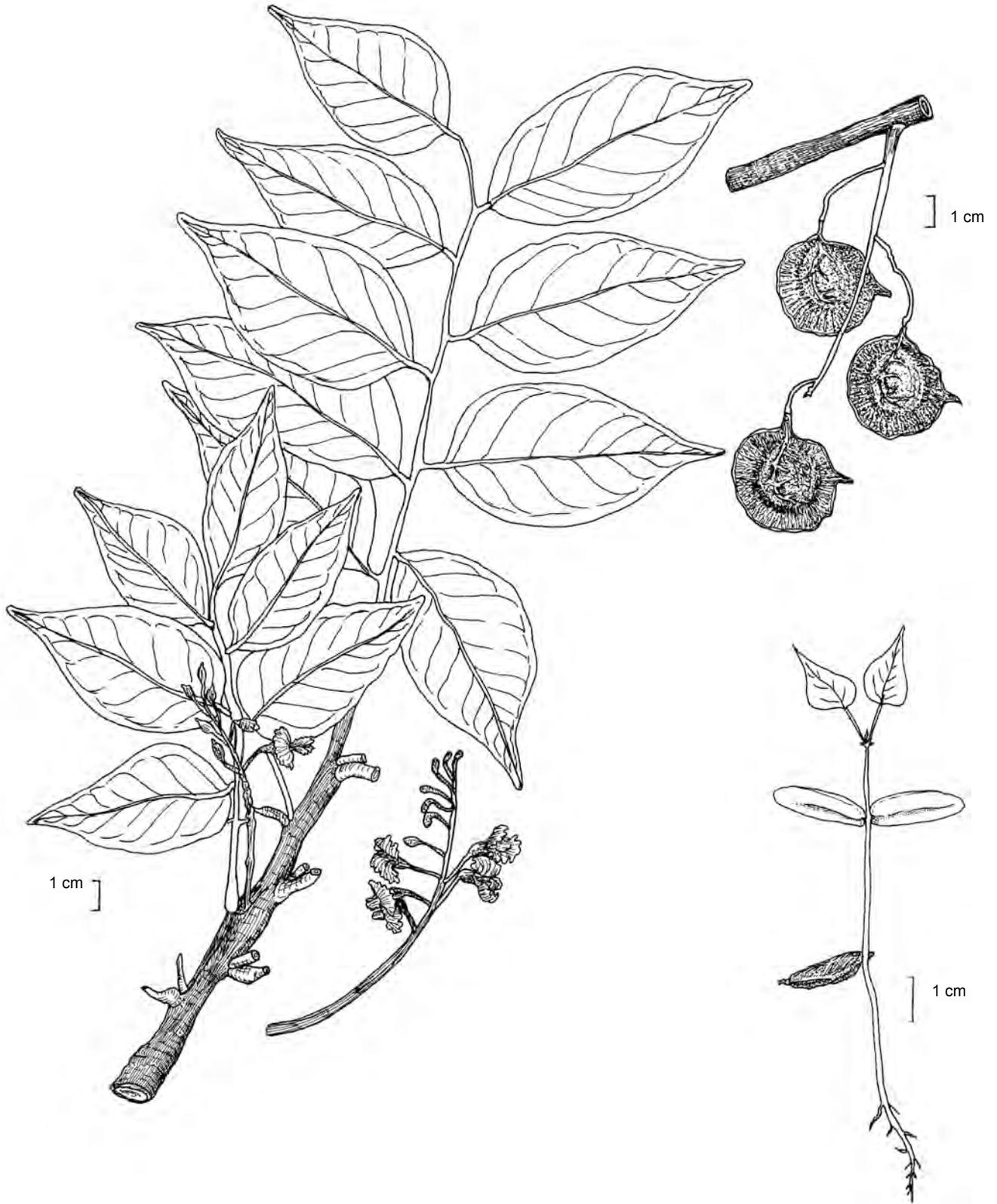
En la madurez, las vainas se secan y se tornan de amarillo verdoso a color canela claro, y pueden ser cortadas de los árboles bajos con podadoras en palos. Debido a que los frutos y sus semillas no se deterioran por varios meses después de caerse, pueden ser recolectados eficientemente del suelo, después de que la mayor parte del cultivo se ha caído. Las vainas se secan al aire y se almacenan en bolsas de plástico con o sin refrigeración. Muestras secadas al aire de vainas de *Pterocarpus indicus* forma *indica* y *P. indicus* forma *echinata*, recolectadas de un árbol de cada una en Puerto Rico, produjeron 2,816 y

Especies P

1,697 vainas/Kg, respectivamente. Las semillas de la segunda muestra se extrajeron y se encontró que contienen un promedio de 2 semillas por fruto, pero fluctuaban entre 1 y 4 semillas por fruto. Las semillas tenían un peso promedio de 0.0763 gramos o 13,000 semillas/Kg. Las semillas secadas al aire en sus vainas germinarán aun después de 1 año de almacenamiento a temperatura ambiente.

No es necesario ningún tratamiento pregerminativo. En las Filipinas se reportó una tasa de germinación del 24 % (Asiddao y Nestor, 1958). En Puerto Rico una muestra de *P. indicus* forma *echinata* dio 57 % de germinación, la cual comenzó en 5 días y tomó 3 meses para completarse. Las semillas peladas de la especie estrechamente relacionada *P. macrocarpus*, germinan rápida e uniformemente, y con porcentajes de germinación de 70 a 90 % (Francis, 1989c). Debido a que es difícil pelar a mano las semillas frágiles de sus duras vainas y actualmente imposible mecánicamente, las vainas se siembran con las semillas adentro.

Las vainas se cubren levemente con una mezcla de tierra para sembrar en semilleros de germinación o cgarolas, y se mantienen húmedas hasta que germinen. El sembrar semillas con las vainas requiere entresacar las plantas prontamente después de que emergen. Cuando crecen las hojas verdaderas, las plántulas se trasplantan a bolsas de vivero o contenedores llenos con una mezcla de tierra para sembrar. Las plantas de aproximadamente 0.5 m de altura son apropiadas para la mayoría de las plantaciones forestales. Plantas provenientes de tocones también se utilizan de manera efectiva para establecer plantaciones (Maun, 1980). Las nuevas plantaciones deben mantenerse libres de maleza por 1 a 2 años y protegidas contra enredaderas por un año adicional o más, hasta que las copas comiencen a dar sombra al sotobosque. Las plántulas destinadas a ornato, con frecuencia se cultivan en contenedores de plástico de 12 a 15 L, hasta que alcanzan de 2 a 3 m de altura antes de ser trasplantadas. Estacas de la especie pueden ser enraizadas. En las Filipinas, las estacas de ramas aproximadamente de 8 cm de diámetro son enraizadas después de un tratamiento de hormonas para producir árboles instantáneos (Dalmacio et al., 1978).



Pterocarpus indicus Willd.

Página en Blanco

Pterocarpus macrocarpus Kurz

JOHN K. FRANCIS

Instituto Internacional de Silvicultura Tropical
Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Familia: Fabaceae

Lingoum macrocarpum (Kurz) O. Ktze., *Lingoum cambodianum* Pierre, *Lingoum glaucinum* Pierre, *Lingoum gracile* Pierre, *Lingoum oblongum* Pierre, *Lingoum parvifolium* Pierre, *Lingoum pedatum* Pierre, *Pterocarpus cambodianus* Pierre var. *calcicolus* Craib

Burma padauk, pradu, terocarpus

Crece naturalmente por toda la mayor parte de Burma, el norte de Tailandia, Kampuchea y en Viet Nam (Carrapiett, 1960; Hundley, 1956; Suvarnasuddi, 1950). Está asociada con *Tectona grandis* L.f. en bosques deciduos húmedos a secos.

Es un árbol grande con una tasa mediana de crecimiento. Desarrolla troncos largos y relativamente rectos en bosques cerrados, pero como árbol creciendo en espacios abiertos, tiende a formar troncos cortos y copas extendidas. En su región nativa, estos árboles rara vez sobrepasan 30 m de altura y 70 cm de DN (Hundley, 1956). Sin embargo, como ornamentales, los árboles pueden alcanzar tamaños impresionantes. En Puerto Rico, un árbol de aproximadamente 64 años de edad, medía 39 m de altura y 1.7 m de DN (Francis, 1989c). Suelos apropiados incluyen franco-arenosos a arcillas, con pH fluctuando entre neutro a muy fuertemente ácidos. La precipitación por toda la región nativa varía desde aproximadamente 1000 a 2000 mm/año (Kermode *et al.*, 1975). El árbol crece desde cerca del nivel del mar hasta 670 m de elevación. La temperatura media mensual es bastante uniforme a aproximadamente 24 °C (Francis, 1989c). Debido a que crece un poco más lentamente que sus compañeros ferozmente competitivos, usualmente debe sobrevivir años de represión como árbol joven, o árboles con un DN de 10 a 30 cm hasta que alguna perturbación cree una apertura en el dosel a través del cual pueda crecer. Como resultado, la especie forma solamente un pequeño porcentaje de los árboles de dosel en su hábitat nativo (Hundley, 1956).

Está estrechamente relacionado con *Pterocarpus indicus* Willd., y es difícil distinguir entre las dos especies, solamente por la morfología de las hojas y las flores (Rojo, 1977). Los frutos son comunmente más grandes, más oscuros y tienen venas centrales más pronunciadas que *P. indicus*, pero donde las regiones nativas se unen y en los extremos de variación natural de la semilla, es difícil diferenciar entre las especies. No se han reportado híbridos.

Produce una madera con duramen que varía de pardo dorado a rojo ladrillo. Es comparable en practicabilidad con

la teca de calidad inferior. Utilizado para muebles, ebanistería, pisos, madera para construcción naval, ruedas para carretas, mangos de herramientas, marcos para casas y postes (Chudnoff, 1984; Hundley, 1956; Rendel, 1970), la madera es muy resistente a termitas y a la pudrición (Carrapiett, 1960). Un árbol agradable a la vista, se planta en todos los trópicos húmedos como ornamental y para sombra (Rojo, 1972). Sin embargo, árboles más viejos tienen raíces grandes que corren a lo largo de la superficie de suelos húmedos o arcillosos, y tienen una gran tendencia a dañar veredas y flancos (Francis *et al.*, 1996).

La floración y fructificación comienza usualmente en árboles aislados entre los 5 y 10 años de edad. Las flores amarillas de olor fragante se producen copiosamente en panículas y racimos. Las flores individuales miden aproximadamente 1.6 cm transversalmente. Las flores son polinizadas por abejas melíferas y otros insectos. El fruto es una vaina con forma lenticular, con un ala plana que circunda su borde. Estas vainas tienen un diámetro de 4.5 a 7.5 cm. Los árboles grandes pueden producir de uno a varios quintales de vainas anualmente.

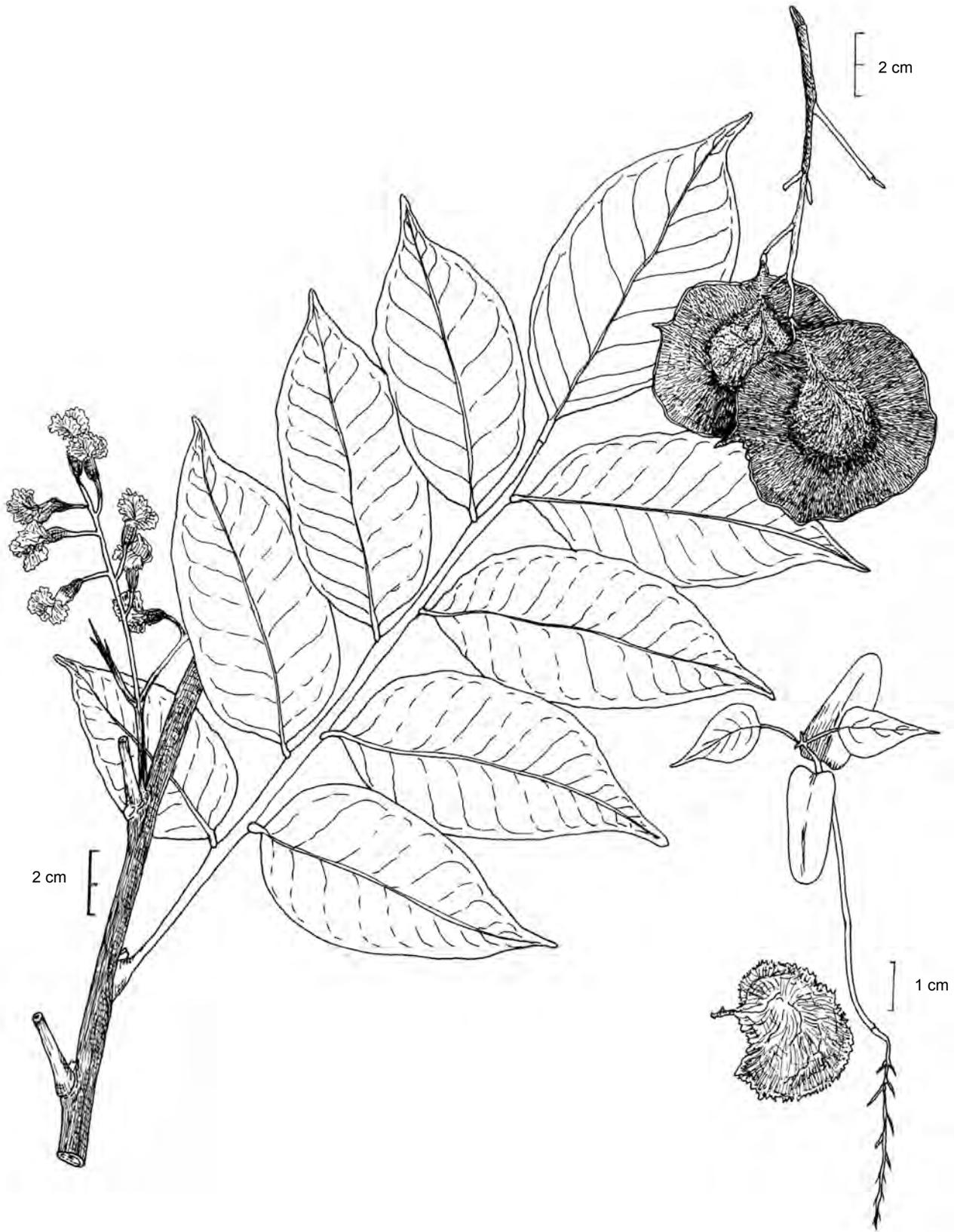
En la madurez, las vainas se secan y se vuelven de amarillo verdoso a pardo claro, y pueden ser cortadas de los árboles bajos con podadoras en palos. Los frutos maduran aproximadamente a los 6 meses después del florecimiento, y se caen de los árboles en forma gradual durante varios meses. Debido a que los frutos y sus semillas no se deterioran por varios meses después de caerse, pueden ser recolectados eficientemente desde el suelo cuando la mayor parte del cultivo se ha caído. Las vainas se secan al aire y se almacenan en bolsas de plástico con o sin refrigeración. Una muestra de vainas secadas al aire recolectadas en Puerto Rico, produjo 1,067 vainas/Kg (Francis, 1989c) y un promedio de 2.6 semillas por vaina (Francis, 1989c). Las semillas secadas al aire en sus vainas germinarán aun después de 1 año de almacenamiento a temperatura ambiente. Las vainas son duras y las semillas son frágiles, lo cual hace la extracción mecánica imposible y la extracción a mano difícil. Hay un

Especies P

promedio de 11,500 semillas peladas/Kg (Francis y Rodríguez, 1993).

Las semillas son usualmente sembradas con sus vainas sin ningún pretratamiento. La germinación es epígea. En un estudio comparativo, las semillas peladas germinaron en 5 días, con 70 % de germinación, en un espacio de 2 semanas. Las semillas sin pelar comenzaron a germinar en 11 días con 64 plántulas por 100 vainas, germinando en un espacio de 2 meses. Una prueba en Burma, las semillas peladas dieron 80 a 90 % de germinación. Además, las semillas de vainas que habían permanecido en el suelo por 1 año, germinaron mejor que nuevas vainas recolectadas del árbol (Hundley, 1956). El mejor régimen de temperatura parece ser aproximadamente 30 °C en el día y 25 °C en la noche (Liengsiri y Hellum, 1988).

Las semillas cubiertas ligeramente con una mezcla de tierra para sembrar, altamente orgánica, en charolas de germinación o semilleros, comienzan a crecer a través de las vainas, aproximadamente de 1 a 2 semanas después de la siembra. Las semillas restantes continúan germinando por varias semanas. Utilizar semillas en las vainas a veces requiere entresacar las plantas de forma inmediata después de que emergen. Cuando se desarrollan hojas verdaderas, las plántulas se trasplantan a bolsas de vivero de 1 a 2 L, llenas de mezcla de tierra para sembrar. Después de crecer bajo una ligera sombra por unos cuantos meses, las plantas alcanzan aproximadamente 0.5 m de altura y están listas para ser establecidas en campo (Francis, 1989). En Burma, los árboles en plantaciones crecieron de 0.6 a 1.2 m en el primer año y aumentaron 1.2 a 2.1 m en el segundo (Hundley, 1956). En Puerto Rico, 30 árboles establecidos en una pequeña plantación de bosque que estaba ubicada en suelo de arcilla sobre caliza porosa, tuvieron una altura promedio de 1.3 m, a los 14 meses después de ser sembrados (Francis, 1989c). Las plántulas destinadas a usos ornamentales con frecuencia se cultivan en envases de plástico de 12 a 20 L, hasta que alcanzan de 2 a 3 m de altura, antes de ser establecidas en campo.



Pterocarpus macrocarpus Kurz