
Serie Técnica
Informe Técnico No. 270

**"SILVICULTURA Y MANEJO DE
TECA, MELINA Y POCHOTE**

Charles [✓]Briscoe

Publicación patrocinada por el Proyecto
Diseminación del Cultivo de Arboles de Uso Múltiple
MADELEÑA/USAID/G-CAP/RENARM Y FINNIDA/PROCAFOR (Proyecto 1)

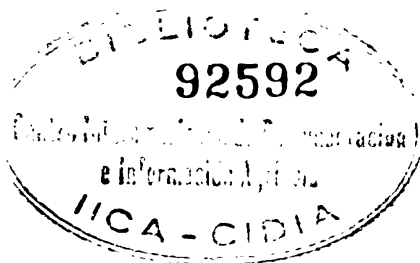
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
CATIE

Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales MIREN
Área Silvicultura de Bosques Tropicales

Turrialba, Costa Rica. 1995

El CATIE es una institución de carácter científico y educacional, cuyo propósito fundamental es la investigación y enseñanza a nivel de posgrado, de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicados al trópico americano, particularmente en los países de América Central, México, Venezuela y el Caribe.

MADELEÑA-3 es un proyecto de disseminación y manejo de información del cultivo de árboles de uso múltiple en América Central y Panamá. Es financiado por la misión USAID/G-CAP/RENARM y FINNIDA/PROCAFOR/Proyecto 1 y es ejecutado por INRENARE de Panamá, DGF de Costa Rica, COHDEFOR de Honduras, DGRNR y CENTA de El Salvador, MARENA de Nicaragua y DIGEBOS de Guatemala, con la coordinación regional del CATIE.



- © Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica, 1995.

ISBN 9977-57-240-2

634.97

B859 Briscoe, Charles

Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote /Charles Briscoe. -- Turrialba, C. R. : CATIE. Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales. Area Silvicultura de Bosques Tropicales, 1995. 45 p. ; 23 cm. -- (Serie Técnica. Informe técnico / CATIE ; no 270)

ISBN 9977-57-240-2

1. *Tectona grandis*
2. *Gmelina arborea*
3. *Bombacopsis quinatum*
4. Silvicultura
5. Manejo forestal I. CATIE, II. Título III. Serie

CONTENIDO

PRESENTACION.....	iv
RESUMEN.....	v
PRIMERA PARTE: DESCRIPCION DE LAS ESPECIES, SU PROPAGACION Y ESTABLECIMIENTO.....	1
TECA.....	1
Hábitat natural.....	1
Descripción y usos.....	1
Genética.....	2
Propagación y establecimiento.....	3
MELINA.....	7
Hábitat natural.....	7
Descripción y usos.....	7
Genética.....	8
Propagación y establecimiento.....	8
POCHOTE.....	12
Hábitat natural.....	12
Descripción y usos.....	12
Genética.....	13
Propagación y establecimiento.....	14
SEGUNDA PARTE: MANEJO Y APROVECHAMIENTO.....	17
Deshija.....	17
Poda.....	17
Raleo.....	19
Cosecha.....	22
Tipo de tala.....	23
Mediciones.....	24
Crecimiento y producción.....	25
Parámetro arbóreo.....	25
Parámetro del rodal.....	25
BIBLIOGRAFIA.....	27

PRESENTACION

El propósito fundamental de este libro, es ofrecer al interesado un enfoque sobre el manejo de tres especies forestales: *Tectona grandis* (teca), *Gmelina arborea* (melina) y *Bombacopsis quinatum* (pochote), cuando el objetivo de la plantación es obtener madera de alto valor. El documento está dividido en dos partes. Dado que son especies distintas, la primera parte comienza con una breve descripción de cada especie por separado, y de las técnicas apropiadas para su propagación y establecimiento.

Sin embargo, como estas especies aparentemente responden en forma muy parecida en cuanto a cómo dishijar, podar, entresacar y cosechar, en la segunda parte se tratan estos aspectos en forma conjunta para las tres especies a la vez.

En la segunda sección, el lector encontrará también aspectos globales que servirán para orientarle y saber con certeza, si están manejando bien su plantación y los aspectos más importantes que deberían hacer. Algunas de estas pautas se resaltan en el texto. Pero además, como el valor de una plantación bien manejada puede ser tres a 10 veces mayor que una plantación no manejada, y como la receta óptima del manejo puede variar según la calidad de sitio, la especie, la densidad inicial y otros factores, es importante señalar cómo hacer los cálculos para lograr esta optimización con cada especie en cada sitio.

La obra que se presenta fue preparada por el Dr. C. Buford Briscoe, quien cuenta con una larga experiencia profesional en el mejoramiento y producción de estas especies y quien ha hecho un encomiable esfuerzo de revisar la literatura existente sobre el tema. Agradecemos su esfuerzo y esperamos que sea aprovechado de la mejor manera.

Philip G. Cannon
Líder Proyecto Madeleña-3
CATIE, Turrialba

SILVICULTURA Y MANEJO DE TECA, MELINA Y POCHOTE

RESUMEN

Las especies forestales pueden aportar un producto de alta calidad y muy valioso. La diferencia del valor entre una plantación bien planeada y bien manejada, dista mucho de una elaborada pobremente, es 10 veces o más valiosa. La calidad genética de las semillas, los árbolitos usados, la selección del sitio y preparación, raleo y poda, protección contra el hombre, animales y enfermedades, el tiempo y los métodos de cosecha, son todos factores críticos.

Cada una de las especies tiene una variabilidad genética enorme, por lo que se debe utilizar la mejor semilla disponible. Los criterios principales para la selección de árboles semilleros son: resistencia, forma del tronco (recto, cilíndrico, pocas ramas, alto) y de buen vigor. En el caso del pochote es importante un mínimo de espinas. Aunque las semillas sean muy costosas sólo representan una parte reducida del costo total del establecimiento de la plantación.

El material para plantar debe tener un diámetro al cuello de la raíz de 15 a 30 mm, prepararlo como tocones y plantarlo lo más pronto posible durante la época lluviosa. El espaciamiento debe ser al menos de 3 x 3 m en rodales puros y mucho más amplio (por ejemplo 3 x 9 m) en plantaciones mixtas o de enriquecimiento.

El sistema taungya (plantar y cultivar en campos preparados y sembrados con cultivos anuales) tiene un historial extenso y acertado, y es el método de establecimiento más barato y exitoso.

El sitio debe ubicarse en suelos profundos y bien drenados, con un pH de 6 a 8 (aunque se aceptan de 5 a 8), libre de césped y enredaderas, con control de hormigas zompopas o arrieras y mantener los árboles a plena luz solar. La teca es poco apetecida por el ganado, tolera los incendios no muy fuertes pero tanto el ganado como los incendios, deben mantenerse lejos de la plantación joven. Melina y pochote son más susceptibles a ambos.

Los 100 a 200 árboles por hectárea mejor formados y bien espaciados, deben podarse gradualmente hasta una altura de 3,5 a 4 m, pero sólo si se puede obtener un precio razonable por las trozas. En una entresaca liviana hay que sacar el peor árbol de cada cuatro árboles en una plantación; para una entresaca mediana, se saca el peor de cada dos.

La cosecha puede ser cuando no haya más incrementos en el valor. Para dar retornos altos en el mínimo tiempo posible, el dap del árbol debe ser aproximadamente de 40 cm. En los mejores sitios y con manejo intensivo, esto puede ocurrir a los 25, 15 y 10 años para pochote, teca y melina, respectivamente. El raleo debe iniciarse temprano y repetirse lo suficiente para mantener el crecimiento de los árboles restantes en aumento.

Se debe cosechar cuando el valor del mantenimiento se incremente hasta no poder alcanzarlo o hasta un punto elegido. Mayormente, la producción de una proporción alta de madera de alta calidad se obtiene sólo cuando los árboles podados en diámetros de ± 10 cm llegan a tener diámetros de 40 cm.

PRIMERA PARTE

DESCRIPCION DE LAS ESPECIES, SU PROPAGACION Y ESTABLECIMIENTO

TECA

Nombre botánico: *Tectona grandis* L. F.

Nombre común: teca, teak, teck

Familia: Verbenaceae

Hábitat natural

La teca es originaria de los bosques deciduos húmedos y secos del trópico de la India, Lao, Myanmar (Burma) y Tailandia, en las latitudes 12 a 25°N, y se adapta bien en Malasia, Indonesia y en otros países comprendidos en las latitudes 28° N a 18° S. En los bosques húmedos deciduos está en asociación con *Gmelina arborea*, y en los bosques secos deciduos con *Cassia fistula*. Se desarrolla en áreas con una precipitación de 760 a 5000 mm, pero su mejor desarrollo se da entre los 1300 y 3800 mm, con una estación seca definida (White 1991). Se ha plantado con fines comerciales en el trópico cálido, especialmente en áreas inferiores a los 1000 m de elevación, con una estación seca definida y una precipitación superior a los 1000 mm (Troup 1932). Por otra parte, Keogh (1987), reportó que durante 1978 en América Central y el Caribe, habían 14 000 ha de plantaciones y estimó que para 1994 habrían 18 000 hectáreas.

Descripción y usos

La teca es un árbol grande, que puede alcanzar en su hábitat natural los 60 m de altura, un diámetro a la altura de pecho de 2,6 m y un tronco libre de ramas de 30 m (Troup 1932; Chanda Bacha 1977). Usualmente su forma es de buena a excelente. Por lo general las ramas son ascendentes con los extremos inclinados, pero pueden variar de colgantes a horizontales y ascendentes. Sus hojas y ramas son opuestas; las panículas y ramitas jóvenes son amarillo-escamosas con hojas caducifolias hasta de 35 x 60 cm. La presencia de hojas de gran tamaño y panículas grandes de pequeñas flores blancas, pequeños frutos y la corteza gris escamosa, hacen que la teca se distinga fácilmente de otros árboles. Son comunes unas gambas pronunciadas pero bajas y con acanaladuras.

El duramen es café-dorado, a menudo con una figura atractiva en café o negro. Durante la era de los barcos de madera, fue la especie preferida durante muchos años y aún se utiliza en la construcción de yates de alta calidad. Su madera es duradera, difícil de tratar con preservantes, fácil de secar, bastante fácil de aserrar, pero los silicatos incorporados requieren de sierras con dientes especialmente duros o de tungsteno, para no desafilar las sierras y cepilladoras. Es moderadamente dura, queda lisa con el uso y se ve poco afectada por la humedad y el secado alternativo de agua fresca o salada; tiene una gravedad específica de 0,58 a 0,82. La madera en rollo se utiliza en la construcción rural y como postes para electricidad, cercas, leña, carbón, chapas y madera contrachapada. Se utiliza también para muebles con calidad de reliquias familiares, especialmente en el estilo moderno-Danes. La madera de las plantaciones varía dentro del mismo rango, pero no más de lo que se encuentra a la misma edad en un bosque natural (Longwood 1962). La madera de los árboles jóvenes, naturales o de plantaciones, generalmente tiene un color menos oscuro, un peso menor y seca más rápidamente (De Zeeuw *et al.* ca. 1980).

Genética

La teca está recibiendo un considerable interés en la investigación genética, lo cual es justificable debido a la calidad de la madera y amplia utilización, su rápido crecimiento en una gran variedad de sitios y su fácil reconocimiento, fructificación abundante y frecuente, fácil injerto de ramas y yemas (Rawat *et al.* 1992; Kumar 1992), y las estacas de árboles establecidos producen raíz consistentemente (Nautiyal 1992). En el pasado, la mejor madera generalmente procedía de Myanmar y Tailandia. La variedad Tenasserim-Trinidad ha sido reportada como la más aconsejable en la región centroamericana y del Caribe (Keogh 1987). La variedad y el centro de diversificación más grande probablemente está en el centro de la India. Se están llevando a cabo varias investigaciones de diversas procedencias internacionales, todas relativamente jóvenes. Posiblemente, la más conocida es la de DANIDA (Kjaer *et al.* 1995; Keiding *et al.* 1986).

Entre los hallazgos se sabe que los clones difieren en resistencia a la *Hablaea puera* Cram. (Ahmad 1987). La iniciación de la floración y por lo tanto, la altura comercial, es al menos parcialmente controlada genéticamente (White 1991). Varios investigadores han encontrado que la rectitud, la cilindridad, las gambas y el acanalado, están influidas fuertemente por los árboles paternos.

La polinización se lleva a cabo por medio de al menos 20 especies de insectos de los órdenes Hymenóptera y Díptera (Mathew *et al.* 1987), principalmente por abejones, abejas y avispas y tal vez en parte por el viento. Parece que la autopolinización es anormal y dañina. En teca ocurre floración precoz y en los reportes iniciales de los huertos semilleros se les ha favorecido demasiado. Sin embargo, debido a que la época de floración es controlada, al menos parcialmente por la genética (White 1991), y la floración temprana limita el largo comercial del

tronco, por eso se debe seleccionar para obtener floración tardía, no precoz. En varios países se han llevado a cabo con éxito, cultivos de tejidos (White 1991); no obstante, su aplicación comercial espera a que se demuestre que los árboles donantes son genéticamente superiores.

Propagación y Establecimiento

Frutos y semillas

La teca de más de 10 años da frutos abundantes la mayoría de los años. No son aconsejables flores y frutos precoces en el tallo principal, por que limitan la altura comercial del tronco. Hay de 800 a 3100 frutos por kilogramo, de los cuales un tercio contienen de dos a cuatro semillas (Kushalappa 1977). Las semillas secas se pueden almacenar bien por varios años. La siembra se realiza frecuentemente sin tratamientos previos, pero la germinación a veces es irregular y se prolonga hasta dos años o más. Muchos tratamientos pregerminativos han sido utilizados y recomendados, incluyendo tratamientos con químicos, calor y la eliminación mecánica de la cubierta de la semilla. Una cantidad de hongos aceleran la descomposición del pericarpio dentro de los primeros 21 días, destacándose la acción de *Scytalidium* sp., lo cual mejora la germinación (Dadwal 1988). A veces, ayuda el mojar la semilla y secarla alternativamente, esto se realiza a menudo, pero el mojarla en agua a temperatura ambiente durante 48 horas, inmediatamente antes de la siembra, ha mostrado generalmente resultados mejores (Roxburgh 1892; Yadav 1992). Aunque hay varios embriones en cada semilla, la germinación combinada es casi siempre de 60 a 70% solamente.

Vivero

Aparte de la germinación prolongada de algunas fuentes de semillas, la producción en vivero es rutinaria, generalmente consiste en sembrar las semillas en eras de 1 m de ancho, levemente cubiertas, regarlas y deshierbar según sea necesario (Troup 1921). En la mayoría de los viveros siembran densamente, luego trasplantan los plántones recién germinados a espaciamentos más amplios, 15 a 30 cm en ambas direcciones, para proteger a los que germinan tardíamente de la fuerte sombra producida por las grandes hojas de los que germinaron primero. Generalmente la plantación en el campo se realiza a los cuatro u ocho meses después de la siembra, pero la fertilización y el riego pueden producir plántulas para la plantación a partir de los cuatro meses (Totey *et al.* 1986).

Plantación y selección de sitios

La teca se planta como plantones, plantones deshojados, ocasionalmente como estacas con raíz (las estacas sin raíz raramente echan raíz con suficiente frecuencia, por lo que no se justifica su uso), como pseudoestacas, con una pequeña sección de raíz primaria unida a una estaca basal y como tocones. Los tocones (1 a 4 cm de tallo y 15 a 25 cm de raíz) son plantados más rápido y fácilmente, se manejan con un costo menor, el crecimiento posterior es más rápido y generalmente provee una supervivencia mayor en sitios secos. En la región tropical global, el tocón es la forma de plantación más utilizada. Los tocones están siendo utilizados en Karnataka, India, para el enriquecimiento de bosques nativos sujetos a la tala de selección (Kushalappa 1985). Muchos viveros almacenan los tocones en arena seca o aserrín seco, hasta por nueve semanas y según los reportes, sobreviven y tienen un crecimiento inicial mejor que los tocones frescos (Kushalappa 1977).

En lugares donde la competencia con las hierbas es muy fuerte, a veces se prefieren las pseudoestacas (20 a 40 cm de tallo y 10 a 20 cm de raíz), pero los rebrotes son más numerosos y padecen más frecuente el ataque de barrenillo en la base. En cualquier caso, es deseable un diámetro de 15 a 30 mm a la altura del cuello de la raíz.

Establecimiento

La plantación se realiza al inicio de la época lluviosa; normalmente si se plantan más temprano tienen la supervivencia más alta y un crecimiento inicial mayor. Exitosamente se han plantado tocones hasta tres o cuatro semanas antes del período lluvioso, especialmente en lugares donde la época lluviosa es corta y segura.

La especie se adapta a una gran variedad de sitios: latitud 0 a 25°, pero tolera solamente ligeras escarchas, desde el nivel del mar hasta 1000 o más metros sobre el nivel del mar; suelos franco-arcillo-arenosos, con pH de 5,0 a 8,5 pero se desarrolla mejor con pH de 6,5 a 7,5. No se establece naturalmente en suelos lateríticos, ni desarrolla bien en suelos poco profundos, prefiere suelos con un metro de profundidad para echar raíces; tampoco tolera el agua estancada, ni la arcilla anaeróbica. No se requieren suelos fértiles, aunque estos dan tallos comerciales con mejor crecimiento y altura. El calcio y el magnesio intercambiables deben ser al menos de 0,3% (Salazar y Albertin 1974).

Cuidados iniciales

La teca no soporta la sombra continua, malezas vigorosas, ni plantas trepadoras. Relativamente tiene pocas plagas y enfermedades. En sitios infértiles, puede responder a la fertilización, especialmente con fósforo, pero se han reportado pocas ventajas económicas. La aplicación de calcio es probablemente beneficiosa en

lugares donde el contenido de la capa superficial del Ca intercambiable es menor de 0,3%, o en donde el pH es inferior a 6 (Kaosa-ard 1981). Vásquez y Ugalde (1995), encontraron que tener más de 10 meq. de Ca en el suelo, fue importante para el crecimiento de teca en Guanacaste, Costa Rica.

Indicadores de deficiencia de nutrientes: ✖

Nitrógeno (N) Impide el crecimiento, hojas pequeñas, la clorosis es progresiva desde los bordes hasta el nervio medio, se deshoja tempranamente, las hojas viejas son delgadas y translúcidas, el tronco y la raíz pivotante son delgados, hay pocas raíces laterales.

Fósforo (P) Los bordes de las hojas están quemados, hay clorosis intravenosa, manchas necróticas en las hojas viejas, las hojas más jóvenes son de color verde claro y la superficie es arrugada, los brotes, la raíz pivotante y las raíces laterales son cortas y gruesas.

Potasio (K) Los bordes de las hojas están quemados y hay clorosis intravenosa, las hojas más jóvenes tienen la superficie arrugada con márgenes encurvadas por adentro, los brotes crecen bien, gruesos y verdes, pero luego mueren de arriba hacia abajo, las raíces son buenas, con la raíz pivotante gruesa y numerosas raíces laterales.

Calcio (Ca) Hojas de color verde pálido, con clorosis intravenosa, las hojas más jóvenes tienen manchas rojizas-café y dobladas en las puntas; las hojas viejas están quemadas y dobladas, hay deshoje prematuro, los brotes con una sola rama basal, la raíz pivotante es gruesa con pocas raíces laterales.

Magnesio (Mg) Hojas verdes oscuras, con clorosis intravenosa y necrosis marcada, primero en las hojas viejas, luego en las más jóvenes; internudos cortos y algunas ramas, la raíz pivotante es larga con pocas laterales.

Azufre (S) Follaje verde-amarrillento, hay clorosis, los márgenes doblados, deshoje prematuro, crecimiento normal pero va disminuyendo, una sola rama basal, la raíz pivotante es larga y gruesa, con pocas laterales (Kaul *et al.* 1972).

Cualquier fertilizante debe ser probado en una escala experimental antes de utilizarlo como un procedimiento estándar. Por ejemplo, demasiado nitrógeno puede provocar la extensión de brotes, que no son lo suficientemente fuertes para permanecer rectos. Mucho azufre o cal pueden afectar desfavorablemente el pH del suelo. Si el pH natural está cerca de los límites óptimos algo ácido o alcalino, respectivamente empeora la condición del suelo.

En la región tropical mundial, existe una cantidad de insectos, enfermedades y parásitos que atacan la teca (Weaver 1993). El matapalo (*Loranthus* spp., *Phthirusa*

spp., *Phoradendron* spp. y *Viscum* spp.), se controla al podar las ramas infestadas; sin embargo, sólo han causado problemas localmente (Marshall 1939). En Asia, el barrenillo "beehole" (*Duomitus ceramicus*) es probablemente el problema más serio, y los esqueletizadores de hojas (*Hyblea puera* Cram) en hojas nuevas y *Eutectona machaeralis* Wlk. en hojas maduras (Mishra 1992a, 1992b), son ocasionalmente serios, especialmente en sitios adversos. La medida de control más efectiva (White 1991), es que durante los raleos se eliminen los árboles afectados. En América, las zompopas o arrieras (*Atta* spp.) son muy comunes, pero usualmente no son un problema serio.

En América Central, se reporta que la teca ha sido atacada por los insectos *Neoclytus cacticus*, *Phyllophaga* sp. y *Plagiohammus spinipennis*; por los vertebrados *Orthogeomys underwoodi* y por los patógenos *Agrobacterium tumefaciens*, *Corynespora* sp. y *Fusarium oxysporum* (CATIE 1992; Chaves y Fonseca 1991). No obstante, hasta el momento ninguno ha sido un problema serio. Sólo el *Fusarium oxysporum* ha presentado un problema serio (en un vivero en Coclé, Panamá) el cual fue resuelto cambiando el sitio del vivero.

Espaciamiento



Durante los primeros años la teca crece rápidamente, de tres a cinco metros por año en los sitios mejores. Luego de los cinco años, el crecimiento casi nunca excede los 2 m por año (Martínez 1981), pero aún no han habido rodales raleados apropiadamente como para evaluarlos. Dependiendo del sitio, normalmente hasta los 5 ó 10 m no se forman ramas inicialmente (Ver síntomas de deficiencia). Por eso, el espaciamiento estrecho mejora muy poco o en nada la forma. También, el crecimiento del diámetro a la altura de pecho se retrasa marcadamente antes de que se realice el raleo. lo que tiende a acelerar la erosión de la superficie, a menos de que se realice un raleo precomercial temprano.

Por estas razones, el espaciamiento inicial en plantaciones puras, raras veces debe ser inferior a 3 x 3 m y aún más, si la limpieza se realiza mecánicamente (Nobles y Briscoe 1966), un espaciamiento aún más amplio (4 x 4 m) sería aceptable siempre que fuera acompañado con un buen programa de poda. Cuando se trabaja en enriquecimiento de bosques naturales, las plantas deben estar en líneas separadas por lo menos 9 a 10 m y quizás espaciadas a 3 m de las líneas. Las plantaciones de especies mixtas no son comunes, pero con teca han sido exitosas, con un espaciamiento de 9 a 12 m e intercaladas con especies que maduran primero.

MELINA

Nombre botánico: *Gmelina arborea* Roxb.

Nombre común: melina, yemane, gmelina

Familia: Verbenaceae

Hábitat natural

La melina es nativa de la India, Burma y Sri Lanka; introducida en el trópico mundial y plantada en muchos países con fines comerciales, principalmente en áreas con una estación seca marcada y una precipitación superior a los 800 mm (Troup 1932, Webb 1980).

Descripción y usos

Melina es un árbol decíduo, de mediana a gran altura; se encuentra siempre en el dosel superior; es la única especie sin espinas en su género (Corner 1952). Las hojas son de color verde claro, opuestas y acorazonadas, hasta de 15 x 25 cm; la inflorescencia ocurre en vistosos racimos de flores moradas y amarillas; fructifica abundantemente, los frutos son de color amarillo a rojizo, del tamaño de una ciruela; la corteza es blanca escamosa. Estas características permiten reconocerlo fácilmente la mayor parte del año. Presenta gambas de tamaño pequeño, y el grano en espiral es común en algunas subespecies. Presenta fuertes variaciones de forma, aún en rodales densos.

La madera es utilizada en la construcción de entarimados, paneles, muebles, cajas, carpintería (Troup 1932), instrumentos musicales, remos, vagones de tren y aglomerados. Madera de fácil aserrío; se puede cepillar, taladrar, torneear y clavar sin agrietarse; la albura se puede tratar fácilmente con preservantes; es posible obtener chapas rotativamente sin tratamiento previo (Chudnoff 1984). Seca lentamente (el contenido de humedad alcanza 180%) pero con pocos defectos y poco encogimiento; no es duradera (Lee 1964). Produce pulpa de calidad sobresaliente para la elaboración de papeles finos, aparentemente debido a que las delgadas paredes de las células se pliegan para formar una red opaca tejida fuertemente de alta resistencia, excepto a las rasgaduras. La gravedad específica de la madera varía con la edad: 0,35 de joven y alrededor de 0,4 a los diez años (Welker 1983, Tang y Ong 1982); algunos árboles individuales alcanzan 0,6 y más. Se puede usar la madera para ciertos tipos de tablas, muebles y en la fabricación de lápices.

Como árbol de uso múltiple, también produce néctar y polen en abundancia; es utilizado como leña (Sandoval y Martínez 1989), que quema fácilmente y sin humo (IRENA 1992) y para postes de cercas (Musalem 1989). Además, produce gran cantidad de humus para cultivos anuales (Quinlan 1984); es un buen extractor del calcio del suelo; en donde crece, enriquece el suelo. Mejora la calidad del forraje e incrementa la producción de pastizales donde la cobertura de copas alcanza un 15 %.

Genética

La forma del árbol y la densidad de la madera varía entre árboles y entre fuentes. La investigación con la especie se ha iniciado recientemente, y varias organizaciones han establecido pruebas de parentesco y viveros clonales de semillas. Fructifica temprana y abundantemente (entre 3 y 5 años); fácil de reproducir en forma vegetativa; crece rápidamente en buenos sitios. Debido a sus ventajas silviculturales y de utilización, ha sido objeto -y lo es todavía- de una buena cantidad de estudios genéticos, tanto a nivel internacional (Lauridsen 1987) como nacional (Barquero 1987, Lega 1988, Valerio 1986).

Como en muchas angiospermas, las estacas enraizan más exitosamente cuando provienen de árboles menores de dos años, de brotes nuevos del tallo (estimulados por anillamiento parcial), o del tocón de árboles tumbados. En muchos casos, el tamaño de la estaca aumenta hasta 20 cm de largo, e incluye algunas hojas remanentes. El tratamiento con auxinas raramente incrementa el porcentaje de enraizamiento, pero incrementa el peso seco y el largo de las raíces que se desarrollan (Díaz *et al.* 1991).

Propagación y Establecimiento

Frutos y semillas

El fruto de melina es una drupa pulposa, del tamaño de una ciruela pequeña; fructifica abundante y precozmente durante una larga época y una vida extensa. Los frutos maduros, todavía de color verde, caen al suelo donde se recolectan cada 3 a 7 días, mientras la piel está verde o amarilla. La viabilidad decae rápidamente conforme la piel se torna café y luego negra. En una prueba comercial a gran escala, el fruto verde dio 93 % de germinación, verde amarillento 105 %, amarillo 122 % (las semillas tienen hasta 5 embriones), café 88 % y café negruzco 48 % (Woessner y MacNabb 1979). La pulpa debe eliminarse completa y rápidamente para prevenir la fermentación, ya que las temperaturas altas matan al embrión. Para plantaciones a gran escala es más económico limpiar la semilla por medios mecánicos (más de 12 toneladas de semilla fueron procesadas en Costa Rica durante 1993, según Chaves y Quesada 1993). Para tal efecto se pueden usar máquinas procesadoras de frutas, con modificaciones mínimas: despulpador de café para eliminar la pulpa,

fermentador de cacao para lavar y secar, máquina de descascarar café o mezcladora de concreto con bloques pesados de madera dura para pulir la semilla (Bowen y Eusebio 1982). También se ha usado una máquina limpiadora de nueces del Brasil para el secado y pulido (Woessner y MacNabb 1979).

Las semillas deben almacenarse a 5°C antes de las 24 horas de haber sido limpiadas y secadas hasta una humedad aproximada de 8%; en estas condiciones mantendrán su viabilidad durante varios años. Para plantación mecanizada, las semillas son medidas para lograr una eficiencia mayor (Woessner y MacNabb 1979). En el mismo estudio se probaron cinco fungicidas, pero en términos económicos no fueron rentables debido a la ausencia casi total de ataques a semillas limpias y en refrigeración.

Características de las semillas de *Gmelina arborea*

Tamaño	Semillas/kg	Peso porcentual	Germinación (%)
Pequeña	2262	8	84
Mediana-pequeña	1717	65	87
Mediana- grande	1190	25	98
Grande	725	2	111

Otro estudio relacionó el tamaño de la semilla con otros aspectos (Cuadrado 1987)

Características	Grandes > 12 mm	Mediana 10-12 mm	Pequeña < 10 mm
Peso promedio (g)	1,3	0,8	0,6
no./kg	769 a	1250 b	1667 c
Germinación prom. (%)	74 a	60 b	38 c
Altura prom. a 15 semanas (cm)	93 a	93 a	74 b
Diámetro prom. al cuello de la raíz (mm)	9,1a	9,1 a	7,7 b

La semilla fresca no requiere tratamiento pregerminativo, pero cuando es almacenada a menudo se beneficia al sumergirla en agua durante aproximadamente 24 horas.

Vivero

La producción de plántulas en viveros es rutinaria: se siembra en eras de aproximadamente 1 m de ancho, riego y deshierba según sea necesario. Algunos viveros siembran densamente, y luego trasplantan los plantones recién germinados

con un espaciamento mayor, 15 a 30 cm en ambas direcciones, para evitar que las hojas de los que germinaron primero hagan una sombra excesiva a los que germinan tardíamente; otros viveros siembran con espaciamentos amplios desde el inicio. El material permanece en el vivero de 4 a 8 meses. La fertilización con N20-P30-K30, recomendado para un peso seco máximo (Kamis e Ismail 1986), usualmente incrementa el crecimiento en viveros permanentes.

Pocos viveros producen plántulas en bolsas plásticas grandes, ya que es más caro, tanto en la producción como en el transporte y plantación.

Plantación y selección de sitios

La melina pertenece a la misma familia y comparte muchas características silviculturales con la teca. Puede ser establecida como plantón, plantón deshojado y ocasionalmente como estaca o estaca con raíz, como pseudoestaca de 10 a 30 cm con 5 a 15 cm de raíz primaria, y como tocón. Los tocones (1 a 5 cm de tallo y 15 a 18 cm de raíz) generalmente presentan una supervivencia mayor, especialmente en sitios secos, y son más baratos de manejar y transportar. En América Central se prefieren las pseudoestacas, aunque en otros lugares se prefieren los tocones. En cualquier caso, es deseable que el diámetro al cuello de la raíz sea de 2 a 4 cm. Los plantones sembrados directamente en sitios buenos y bien limpios también han tenido éxito. Ensayos recientes realizados por Ston Forestal han dado resultados iniciales excelentes en producción de plántulas en recipientes pequeños (2 x 15 cm)¹.

La plantación se realiza al inicio de la época lluviosa; normalmente, entre más antes se plante, mayor es la supervivencia y el crecimiento inicial. En lugares donde el suelo no está muy duro, se han sembrado tocones exitosamente hasta tres o cuatro semanas antes de la época lluviosa. Independientemente de la época o forma de siembra, todos los árboles deben tener el suelo firmemente comprimido a su alrededor, para eliminar bolsas de aire.

La melina se adapta a una gran variedad de sitios: latitud entre 0 y 25°, tolera escarchas leves; desde el nivel del mar hasta más de 1000 msnm; suelo con pH 5,0 a 8,5, franco-arcilloso a arenoso. Con una precipitación adecuada puede sobrevivir en suelos muy arenosos y poco profundos, pero el crecimiento es limitado, y solo produce leña y postes pequeños. Prefiere suelos con un metro de profundidad como mínimo; no tolera suelos anegados ni anaeróbicos. No requiere de suelos fértiles, aunque el crecimiento y la producción de trozas comerciales es mejor en un suelo fértil. Una buena preparación del sitio se considera de gran importancia para esta especie (Vásquez y Ugalde 1995).

Espaciamento

Normalmente la melina se planta a 3 x 3 m (excepto en huertos semilleros, donde se establece de 7 x 7 a 10 x 10 m, o más) para obtener un buen número de árboles

¹ Ston Forestal. Comunicación personal. 1994.

bien formados. En consecuencia, se requiere de un raleo temprano que permita el crecimiento del sotobosque para prevenir la erosión en laderas.

Dentro de los límites normales, un espaciamiento más amplio incrementa la longitud de la copa viva y por lo tanto, el diámetro y la conicidad de árboles individuales. Espaciamientos más estrechos generalmente mejoran la forma del árbol y la poda natural, incrementan el área basal y el volumen total del rodal, pero también aumenta el peligro de estancamiento. Hasta que la genética forestal logre producir solamente árboles rectos y autopodables, el espaciamiento debe ser un compromiso entre vigor, forma y ramificación, modificado por los raleos. Actualmente se recomienda un espaciamiento de 3 m x 3 m, aunque si hay un buen mercado de postes, se puede utilizar 2 m x 2,5 m y 2,5 m x 2,5 m .

Cuidados iniciales

Los plantones y brotes de melina soportan una sombra ligera, pero son fácilmente deformados por lianas; los brotes de tocones raleados con frecuencia son persistentes. La melina se asocia bien con cultivos anuales de corta duración, como el arroz y el maíz, y en el sistema taungya (Fernández 1978), pero sufre mucho si durante los primeros meses se presenta una fuerte competencia con malezas y lianas. Una variedad de herbívoros comen sus hojas, y en el trópico americano es deshojada completamente por las hormigas arrieras (*Atta* spp.), aún en árboles de 15 a 20 m de altura. La reciente prohibición del pesticida Mirex está causando problemas con muchas especies, incluyendo la melina, pues el Volatón y el Lorsban no son alternativas tan efectivas² .

En algunos sitios, especialmente húmedos o arenosos en donde las raíces mueren, las termitas hacen túneles hasta el interior del tallo. Varios barrenadores del tallo han atacado árboles jóvenes de melina, especialmente los establecidos por medio de pseudoestacas³ . Tales ataques se pueden minimizar al preparar el material de plantación; se corta inmediatamente sobre un nudo bajo, dejando un internudo mínimo como punto de ataque. La plaga más seria hasta la fecha ha sido el hongo *Ceratocystis fimbriata* en Brasil (Hodges y McFadden 1987); se han desarrollado clones resistentes.

En suelos buenos no es necesaria la fertilización, pero sí ayuda en suelos infértiles con buena estructura. El elemento limitante más común es el fósforo; sin embargo, en suelos ácidos, el calcio y el magnesio difícilmente llegan a los 15 meq y 9 meq/100 cm³ respectivamente, que la especie requiere (Briscoe e Ybarra 1971, Vásquez y Ugalde 1994).

² La mención de nombres comerciales no implica recomendación alguna por parte del CATIE.

³ Ston Forestal. Comunicación personal. 1994.

POCHOTE

Nombre botánico: *Bombacopsis quinatum* Dugand (*B. sepium* Pittier)

Nombres comunes: pochote, cedro espinoso, ceiba roja, ceiba tolú, saqui-saqui

Familia: Bombacaceae

Hábitat natural

El pochote es originario de los bosques tropical, subtropical y premontano, secos a muy húmedos, desde Honduras hasta Venezuela. Se encuentra entre las latitudes 6 a 15°N, en elevaciones inferiores a 1000 m, con una precipitación de 800 a 2500 mm y con una estación muy seca de hasta seis meses (<30 mm/mes) y libre de heladas (IRENA 1992b).

Las plantaciones comerciales son comunes y biológicamente exitosas dentro del hábitat natural (Webb *et al.* 1984). Ha sido plantado poco fuera de su hábitat y los resultados han sido regulares. La especie prospera en suelos francos a franco-arcillosos (IRENA 1992b) con buen drenaje, aunque tolera estancamientos estacionales; moderadamente ácidos a ligeramente básicos (Webb *et al.* 1984).

Descripción y usos

CATIE (1991) publicó una exhaustiva revisión bibliográfica sobre la especie, por lo que se presenta sólo un resumen en este documento.

El pochote es un árbol deciduo, de mediana a gran estatura, algunas veces alcanza hasta 40 m de altura y más de un metro de diámetro a la altura de pecho. Las hojas son palmeadas compuestas, usualmente con 5 a 7 folíolos; deciduas en la estación seca. Las flores son grandes, de 8 a 15 cm, monoicas y con numerosos estambres. La autopolinización no es común. El fruto es una cápsula globosa, con 30 a 100 semillas dentro de un tejido lanoso de color café claro. Aún en rodales densos, la forma varía desde muy recta y limpia, a extremadamente mala con ramas pesadas y en ángulos crecientes. Presenta gambas pequeñas. La especie es fácil de reconocer por las abundantes espinas largas y duras a lo largo del tronco y las ramas. Los árboles aislados no ofrecen más que una troza corta y recta. Los plantones son parcialmente tolerantes a la sombra, pero el árbol adulto no. Además rebrota bien.

El duramen presenta una atractiva coloración desde café claro hasta casi negro, a menudo veteada; de fácil trabajabilidad; usos similares a los del cedro español (*Cedrela odorata*), pero no es duradera en contacto con el suelo. El aceite natural

de la madera ayuda a su estabilidad y disminuye los defectos de secado, pero dificulta el encolado y la preservación. Fácil de aserrar; secado fácil aunque lento, con poca degradación. La gravedad específica es de 0,38 a 0,45. El cultivo del pochote en Costa Rica se incrementó casi un 800% entre 1990 y 1993 (Chaves y Quesada 1993).

Sus principales usos son en construcción liviana y enchapes; "plywood", muebles finos y leña, en menor medida. Los postes largos se utilizan en cercas vivas. Se dan variaciones en la madera proveniente de plantaciones de un mismo hábitat, pero no mayores que las de un bosque natural.

Genética

El interés por la genética y el mejoramiento genético de esta especie se inició hace aproximadamente 30 años (Melchior y Quijada 1972, Uruña 1992). La variación natural en la forma indica un gran potencial para el mejoramiento; el CATIE acaba de cumplir con una "primera generación" de mejoramiento genético con esta especie, aunque la producción de semilla de sus huertos semilleros aún no es suficiente para abastecer toda la demanda para la semilla de esta especie (CATIE, 1995).

El pochote tiene varias características interesantes. La cantidad de espinas en los clones también varía bastante, de 0 a 35% libres de espinas (Quijada 1988). El pochote puede ser injertado con ramitas o yemas, y las estacas arraigan fácil y consistentemente. La polinización manual es relativamente fácil, incrementa el número de frutos de cuatro a seis veces y triplica las semillas viables por fruto. El polen rinde mejor un día después que recién cosechado; la viabilidad se mantiene por al menos 30 días en un secador con litio cloruro.

Florece de diciembre a marzo, con un punto máximo entre enero y febrero, cuando llueve menos. Comienza a florecer antes de los diez años, generalmente alrededor de los cinco años. La flor es grande, blanco/rosácea, de 7 a 15 cm, se abre en la noche (como a las 19:00 h), cuando la temperatura baja de 25°C y la humedad sube sobre 60%; permanece abierta hasta las 3:00, pero la apertura máxima y la polinización por murciélagos (*Glossophaga sorisina*) se da alrededor de las 20 a 22:00 horas. Las flores son dañadas por orugas (*Archips* sp.), saltamontes (*Schisocara* sp.) y chapulines (*Tinema* sp.) Las poblaciones de estos insectos se pueden reducir significativamente eliminando las hojas bajo los árboles después de la defoliación de diciembre (Uruña 1992). La fertilización puede ser importante para estimular la floración.

El fruto madura a los 45 ó 60 días después de la polinización, se recolecta del árbol cuando adquiere un color café brillante, y se pone a secar hasta que la cápsula de 8 a 14 cm de largo se abra, desplegando aproximadamente 30 semillas si fue polinizado naturalmente; si fue polinizado manualmente, el promedio es de 85 a 150

semillas incrustadas en un forro lanoso. Para separar las semillas, se frotran con un cedazo. Aproximadamente se recolecta un kilogramo de semilla por jornada de trabajo, aunque sólo se alcanza a limpiar 600 gramos. Un pequeño porcentaje de frutos es atacado por el barrenillo (*Dysdercus bimaculatus*).

Las semillas son café, y el color varía dependiendo del origen del polen (Quijada 1980); de aproximadamente 4 x 5 mm; si están llenas son lisas y semiduras, ásperas y frágiles si están vacías. Alrededor del 95% de las semillas llenas germinan. La viabilidad se conserva por 4 a 6 meses si se secan a 10% de contenido de humedad y se mantienen a temperatura ambiente; si se almacenan en envases sellados a 5°C, las semillas permanecen viables por varios años. Dependiendo del área y del clon, puede haber de 10 000 a 45 000 semillas por kilogramo (CATIE 1991).

Propagación y Establecimiento

Frutos y semillas

La producción de semillas viables comienza relativamente temprano, generalmente alrededor de los seis u ocho años; aunque es posible encontrar semillas viables en árboles provenientes de estacas desde el primer año de plantadas. La producción de frutos es de moderada a abundante, y las semillas son relativamente grandes. Las semillas secas se pueden almacenar bien por varios años. La siembra se realiza frecuentemente sin tratamiento previo, pero se puede mejorar la germinación sumergiendo las semillas en agua durante 24 horas antes de la siembra. En general, la germinación alcanza de 70 a 90%. Los pájaros e insectos se comen las semillas, las ardillas y ratas se comen las yemas y las raíces, pero los daños rara vez son serios.

Vivero

La producción de plántulas en vivero es rutinaria: se siembran en eras de aproximadamente un metro de ancho, riego y deshierbe según sea necesario. Las semillas de pochote no requieren un tratamiento pregerminativo, pero algunos lotes germinan mejor si se sumergen en agua durante 24 horas antes de la siembra. Algunos viveros siembran densamente y luego trasplantan los plantones recién germinados con un espaciamiento de 10 a 15 cm en ambas direcciones, para reducir la competencia. Otros siembran directamente en eras o en bolsas. La plantación en el campo se realiza cuando las plántulas tienen entre cuatro y ocho meses. En un ensayo durante seis meses (Urueña 1991b), una densidad de 60/m² dio 29 plantones utilizables con 1,5 cm de diámetro mínimo, más que la densidad de 42/m² (26 utilizables) y la de 30/m² (21 utilizables).

Un ensayo parecido para obtener rebrotes para la producción de estacas (Kane y Urueña 1991a) probó densidades de 3, 6 y 9/m²; los espaciamientos más amplios

produjeron más estacas por planta, pero los menores produjeron más estacas por metro cuadrado; en 18 meses, las nueve estacas originales habían dado 414 estacas utilizables, la densidad 3/m² produjo 386, y la de 6/m² produjo solamente 302.

Plantación y selección de sitios

El pochote se planta como plantón de bolsa, plantón deshojado, estaca o estaca con raíz en huertos clonales, como seudoestaca (20 a 40 cm de tallo y 10 a 20 cm de raíz) y como tocón. Los tocones (1 a 4 cm de tallo y 15 a 25 cm de raíz) generalmente sobreviven mejor en sitios muy secos, presentan menos brotes y sufren menos ataques de insectos; además, el costo de establecimiento es menor. No obstante, la forma de plantación más utilizada en América Central son las seudoestacas. En la literatura revisada no se encontraron comparaciones directas entre tocones y seudoestacas. Cualquiera que sea el método de plantación usado, se prefiere un diámetro de 15 a 30 mm en el cuello de la raíz.

Pocos viveros producen plántulas en bolsa plástica grande, por lo costoso de la producción, transporte y establecimiento. Además, no se ha demostrado un mejor comportamiento en supervivencia o crecimiento en el campo. Las estacas grandes de 1,5 a 2 m de largo y 3 a 8 cm de diámetro se utilizan como postes de cercas vivas.

Los tocones y seudoestacas pueden ser establecidos con éxito hasta ocho semanas antes de que comiencen las lluvias. Entre más temprano se establezcan las plántulas, mayor es la supervivencia y el crecimiento inicial.

El pochote se adapta a una gran variedad de sitios: latitud entre 0 y 25°, altitud desde el nivel del mar hasta más de 800 msnm, pH entre 5,0 y 8,0, pero se desempeña mejor en suelos con pH de 6,5 a 7,5, arcillosos a arenosos. Soporta inundaciones estacionales, aunque el crecimiento se ve perjudicado. No soporta heladas. De las especies comúnmente sembradas en América Central, el pochote es una de las que demanda mejores características de sitio: más de 2000 mm de precipitación, 15 meq/100 ml de calcio y 9 meq/100 ml de magnesio; sitios poco ventosos pues los vientos fuertes reducen el crecimiento; elevaciones inferiores a 200 m; intolerante a la sombra y al fuego, aunque una tala rasa inmediatamente después del incendio puede producir rebrotes vigorosos; suelos profundos y planos, anteriormente bajo bosque secundario o cultivos, no de pastizales ni suelos compactados; buen cuidado y manejo. Crece más lentamente que las principales especies exóticas que se plantan en el área (*Gmelina arborea*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Tectona grandis*) (Vásquez y Ugalde 1995).

Cuidados iniciales

Los plantones soportan sombra parcial durante los primeros dos años, pero los brinzales y árboles maduros son intolerantes a la sombra, malezas y lianas. La especie es afectada por relativamente pocas plagas y enfermedades (ver sección sobre flores y frutos). En sitios poco fértiles puede responder a la fertilización, especialmente al fósforo, pero la ventaja económica es cuestionable. Probablemente la aplicación de calcio y magnesio es beneficiosa en lugares donde el contenido de la capa superficial del suelo es menor de 15 y 9 meq/100 ml, respectivamente; o donde el pH del suelo es menor de 6.

Espaciamiento

Con los cuidados indicados el pochote crece rápidamente, durante los primeros años (Figura 1). Las ramas se forman tempranamente si el espaciamiento es amplio; por lo tanto, se recomienda un espaciamiento inicial de 2,5 x 2,5 m (y 3,0 x 3,0 si hay semilla de buena calidad genética disponible). En cualquiera de los espaciamientos, es necesario un raleo precomercial para prevenir la reducción severa del crecimiento o el estancamiento.

A veces se trata de plantar un bosque secundario con pochote. En este caso, el material de enriquecimiento debe plantarse en líneas separadas por lo menos 9 a 10 m (más aún si se desea un rodal mixto) y con 2 m entre árboles en la misma línea. Las plantaciones mixtas son poco comunes, pero algunas han sido exitosas con espaciamientos de 2 x 2 m y 3 x 3 m .

La plantación en bosques naturales también se ha intentado; sin embargo, como el pochote es intolerante a la sombra, la plantación debe hacerse en claros extensos, con plena iluminación durante una parte significativa del día. En cada claro se deben plantar de cuatro a seis árboles, para permitir la selección, con un espaciamiento de 2 x 2 m . Las limpiezas y aclareos son esenciales, al igual que en todas las plantaciones de pochote.

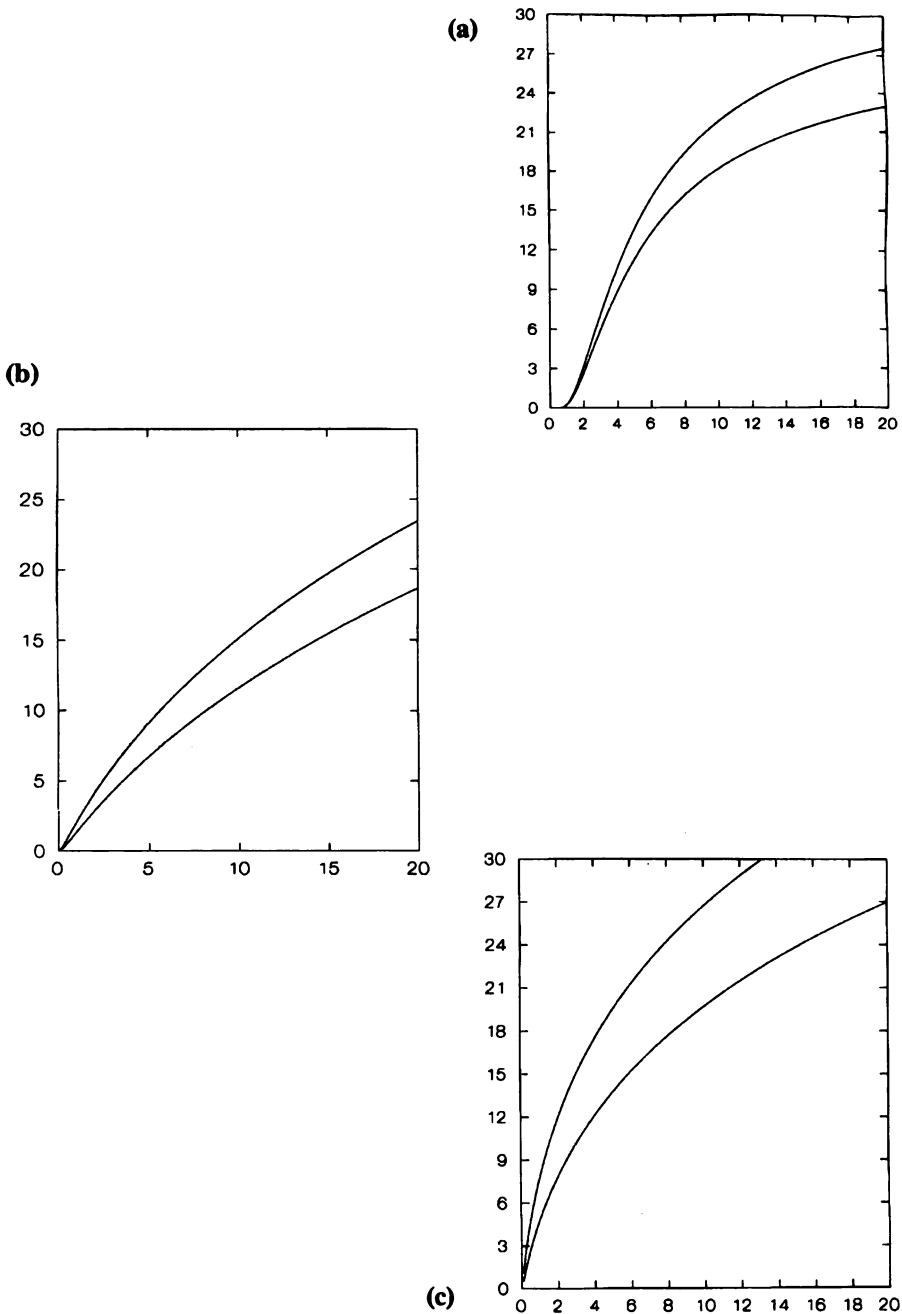


Figura 1. Calidad de sitio Alto I, Medio II y Bajo III para *Tectona grandis* (a), *Bombacopsis quinatum* (b) y *Gmelina arborea* (c) en Guanacaste, Costa Rica (Vásquez y Ugalde, 1995).

SEGUNDA PARTE

MANEJO Y APROVECHAMIENTO

Deshija

Durante los primeros años, la teca, la melina y el pochote producen brotes vigorosos, especialmente de los tocones y pseudoestacas. *Por lo tanto, tan pronto como ocurre la diferenciación natural entre los brotes, más o menos entre cuatro y ocho meses, todos menos el mejor deben ser eliminados. El mejor brote, por orden de prioridad debe ser: sano, recto y sin ramas, uno de los más altos desde el punto de origen; debe brotar bajo en el tocón y en los lugares en donde el viento es un problema, brotar del lado del cual sopla el viento.* Todas estas especies tienen hojas opuestas, lo cual da una tendencia de dos brotes casi iguales en la cima del tocón. En el vivero esto se puede reducir notablemente, al momento de la preparación, cortando sobre el nudo y oblicuamente para remover una de las dos yemas.

Las mismas consideraciones generales de los rebrotes se deben aplicar a los brotes de bosquetes; desde los raleos hasta las cortas a tala rasa. Sin embargo, el brote que se origina más alto en el tocón es a menudo el más vigoroso, pero también es el más susceptible a los daños físicos, por lo que el origen bajo es de mayor prioridad que la altura del brote. Para madera de aserrío y probablemente para pulpa, un sólo brote es el mejor. Para postes de cerca y biomasa, tres brotes son mejores que dos o cuatro (Musalem, 1989).

Poda

La poda, en un sentido amplio, consiste en eliminar los crecimientos superfluos (incluyendo las raíces) de cualquier planta. Sin embargo, en el sentido de manejo silvicultural, se considera la poda como la eliminación, muy cerca o pegada al tallo, de las ramas de los costados, vivas o muertas, y de múltiples líderes (bifurcación) de un árbol en pie, para el mejoramiento del árbol o de su madera (Ford-Robertson 1971).

Aunque los árboles, especialmente las coníferas, se podan a menudo para mejorar el acceso a los árboles y a las plantaciones, o para remover las ramas más bajas con el fin de prevenir daños de incendios, normalmente el propósito de la poda artificial es maximizar la producción de madera sin nudos en rotaciones cortas. Los nudos de las ramas muertas están a menudo manchados y flojos, por lo que la poda de ramas muertas persistentes es mucho más importante que la poda de ramas vivas.

Si la poda se hace con cuidado, con buenas herramientas y en la época inactiva (época seca), no es mala para el árbol. La curación generalmente requiere un poco menos de 2,5 cm de radio de crecimiento, dependiendo del tamaño del corte. No hay ningún beneficio financiero de la poda, hasta que el corte esté sano, lo que significa que aproximadamente debe crecer en diámetro unos 5 cm (2,5 cm x 2 radios) luego de la poda, antes de que el valor de la madera incremente. Los lados de los cortes sanan más rápidamente que los superiores, y las partes superiores del corte más rápido que las inferiores. Idealmente, se debe podar para un corazón nudoso (incluyendo la recuperación) de no más de 10 a 15 cm. Cualquier crecimiento que pase de los 20 cm de diámetro de crecimiento, debe producir una cantidad apreciable de madera de alto valor.

La poda es una operación silvicultural relativamente costosa, por lo que:

- *En buenos sitios, pode SOLAMENTE los tallos jóvenes dominantes y codominantes con buena forma, aptos para la cosecha final (100 a 200/ha) y luego ralee lo necesario para mantener un crecimiento rápido de los árboles podados.*
- *Pode las ramas cuando aún estén pequeñas (menos de 3 cm en diámetro), es menos costoso. Visitas a rodales a menudo muestran cicatrices de poda de más de 10 cm de diámetro. Esas ramas gruesas son más caras de podar, tardan años en cicatrizar hasta tener madera limpia y promueven la invasión de insectos y enfermedades.*
- *Pode solamente los árboles de valor comercial; asegúrese de que haya mercado para las trozas podadas. La poda recompensa solamente si el propietario obtiene un precio razonable por las trozas podadas; si esto no es posible, no pode. En muchas partes no es seguro conseguir mercado para un árbol podado.*
- *NUNCA pode más de un 50% de la altura total del árbol en la primera poda; el margen de seguridad está en 40%. La poda excesiva reduce el crecimiento del árbol y estimula ramificaciones adventicias que anulan las ventajas esperadas de la poda.*
- *No debe ralearse después de la primera poda hasta que el árbol se haya adaptado a los efectos de la poda, generalmente uno o dos años. De otra manera habría demasiado stress y la posibilidad de producir ramificaciones adventicias.*
- *Los árboles de borde quizás no deben podarse. En una plantación de teca con ocho a diez años de edad y podada en un 40% de la altura total, el 40% de los árboles de borde produjeron ramificaciones adventicias, 28% de los árboles internos con una fuerte competencia entre ellos rebrotaron, y solamente el 6%*

de los árboles dentro del rodal y sin fuertes competidores produjeron ramificaciones adventicias (Briscoe y Nobles 1966).

- *Pode los árboles en dos etapas, el tallo recto y cilíndrico hasta 3,5 a 4 m. La primera poda es cuando el diámetro del tallo a dos metros de altura es de 5 a 10 cm, alrededor de los dos años. La segunda poda debe realizarse cuando el diámetro del tallo de 3 a 4 m es cercano a los 5 a 10 cm, alrededor de dos a tres años.*

Al podar las grandes hojas, comunes en los mejores sitios, no hay reducción de los nudos. Donde el crecimiento es rápido y el viento dobla al árbol joven, el efecto del viento se puede reducir al remover parte de las hojas. Si el árbol ya está doblado, tire un poco más de la vertical, hasta que al soltarlo se mantenga recto. Si el árbol ya está arqueado, coloque una cuerda un poco floja sobre el arco, hale hasta que quede recto y amarre la cuerda a la base de un árbol cercano.

Si se es muy cuidadoso al podar, se puede utilizar una sierra montada en una varilla, especialmente en terrenos con pendientes, en donde es difícil cargar una escalera. Sin embargo, los mejores cortes se realizan con una sierra de mano, donde el trabajador sube en una escalera liviana a la altura de la poda. La mejor sierra para podar es de 30 a 45 cm de largo, con 1 a 2 dientes/cm, que cortan en ambas direcciones. Como sucede con todas las herramientas, *un mejor y más rápido trabajo se logra con una sierra afilada.* Un machete es más rápido que una sierra; sin embargo, hay una tendencia a dejar un poco de la rama y/o cicatrices más grandes que con una sierra. La poda siempre debería de remover toda la rama afuera del tronco del árbol. *Sin embargo, vale destacar que no se debe cortar la rama a ras con el fuste, por que un corte a unos milímetros del fuste puede producir una herida más pequeña.*

Raleo

A menudo la teca, la melina y el pochote, se plantan con un espaciamiento de 2,5 a 3 m, con el fin de obtener un control temprano del sotobosque y un adecuado número de árboles bien formados. *Como resultado, se tiene que ralear temprano para continuar con el crecimiento rápido* (White 1991) y para permitir un sotobosque suficiente para prevenir la erosión en laderas. Es sorprendente como universalmente se concuerda con esta teoría pero raramente se practica.

Para muchas especies, el espaciamiento más estrecho generalmente mejora la forma del árbol y la poda natural, pero para teca, estos son cuestionables, por que los tallos rectos y casi sin ramas son comunes en los sitios buenos, durante los primeros años. Hay más garantía de que el espaciamiento más estrecho incrementa el área basal inicial y el volumen total inicial del rodal *pero también aumenta* el peligro de estancamiento. Hasta que la genética de los árboles pueda mejorarse para

aumentar la posibilidad de tener sólo árboles rectos y autopodables, el espaciamiento debe estar de acuerdo con el vigor, en relación con la forma y las ramificaciones, tal como se modifica con el raleo.

¿Cuándo realizar el raleo? El primer y subsiguientes raleos deben ser un compromiso entre la relación costo y crecimiento vigoroso. Económicamente, la producción debería dar de preferencia, un beneficio inmediato o al menos sin costo alguno. Para raleos no comerciales (por ejemplo, cuando no hay mercado para el producto raleado), esto sugiere que el raleo debe hacerse cuando los árboles aún están pequeños, 5 a 7 m de altura. Para raleos comerciales esto significa que entre más grandes se raleen los árboles, mejor. Sin embargo, el mantener el vigor y por lo tanto los beneficios a largo plazo, se logra mejor antes de que el índice de vigor y crecimiento se reduzca. Varias normas empíricas indican cuándo se reduce el vigor en el árbol: 1) ralear tan pronto como las ramas inferiores comienzan a morir y no después, permitirá mantener al menos 35 a 40% de la altura total de la copa; 2) ralee cuando la corteza comienza a perder su color claro; 3) ralear cuando el sotobosque se torna claramente irregular; 4) *ralear cuando las copas de los árboles empiezan a tocarse*; 5) el momento óptimo del raleo se ha pasado cuando la altura total es superior a los 100 x diámetro a la altura de pecho.

Todas estas especies tienen una fuerte tendencia a estancarse y responden muy lentamente a los raleos tardíos. Obviamente, esto reduce la producción a largo plazo e incrementa la probabilidad de daños patológicos o físicos, por eso si tiene duda, ralee.

Actualmente, la única forma de saber exactamente cuándo estas especies necesitan un raleo, es la de establecer parcelas de crecimiento permanente, en sitios representativos y medirlos anualmente. Debido a que la decisión se basará en los cambios de tamaño del árbol, dentro de un período de solamente uno o dos años, es absolutamente crítico minimizar los errores de medición; para ello, marque con pintura u otro marcador permanente las medidas y no cambie su posición año con año. Si utiliza pintura, trate de que ésta sea a base de agua, por que los solventes de las pinturas de aceite pueden quemar o matar la corteza y el cambium. No utilice cortes de la corteza, porque si el corte penetra en el cambium (la corteza de teca es relativamente delgada), el crecimiento del diámetro se vería afectado. Del mismo modo, si se utiliza un clavo, éste no debe penetrar el cambium por la misma razón. Los clavos utilizados en un árbol para aserrío deben ser de aluminio o cobre, para eliminar cualquier posibilidad de un costoso y hasta fatal accidente, cuando la troza es aserrada. Si es posible, mida el diámetro con una cinta, para una mayor consistencia de un año a otro. Si tiene que utilizar una forcípula mida todos los años exactamente en la misma posición. Las varas Biltmore y los calibradores ópticos no son suficientemente precisos, por lo que no deberían usarse. Mantenga el tronco limpio de enredaderas, epífitas y otros objetos externos, pero no lije la corteza en sí. Mida siempre en la misma época cada año, preferiblemente al inicio de la época seca.

El grado de confiabilidad y precisión debe ser verificado al comparar los diámetros previos y actuales de cada árbol, no sólo comparando los promedios de las parcelas. Las comparaciones de árboles individuales que muestren un crecimiento negativo, indican la inadecuada precisión y/o confiabilidad. La medida exacta de los árboles individuales también permite la selección de los árboles que crecen más rápidamente, y permite entrenar la vista para evaluar el vigor de todos los árboles.

El criterio actual para decidir cuándo ralear, varía de acuerdo con los objetivos del propietario y la madurez del rodal. Generalmente, hasta que se alcance el diámetro mínimo de madera para aserrío, la producción máxima se alcanzará al ralear cuando el *incremento por árbol* decrece en el diámetro. El incremento del área basal por árbol es utilizado frecuentemente aún en etapas posteriores, pero también se utiliza el incremento de porcentaje o volumen para todo el rodal como un todo. Cuando se conocen bien los factores de mercadeo, el incremento de porcentaje o valor absoluto puede ser el factor decisivo.

¿Cuánto ralear? La cantidad del rodal removido o el “peso” del raleo, se puede medir de varias maneras. Lo más común es el número absoluto de árboles o el área basal, o sus porcentajes, pero también pueden ser usados el volumen y varios índices. Por ejemplo, Keogh (1987), recomendó el raleo cuando el área basal por hectárea alcanza 20 a 21 m² y removiendo cada vez 6 m² por raleo, pero esto podría variar según la especie y el sitio. *Una de las recetas más comunes es quitar un 40 a 60% de los árboles menos deseables durante un raleo.* Pero hay variaciones.

El raleo liviano debe mejorar o mantener la forma del árbol, y la acción de controlar el sotobosque probablemente es siempre mejor biológicamente. El raleo pesado mantiene e incrementa el crecimiento individual de los árboles, pero puede reducir el crecimiento por hectárea; es probable que económicamente sea mejor, si no provoca ramificaciones adventicias y/o incrementa los daños por el viento.

El peso específico escogido también depende del *intervalo* planeado entre los raleos. Si se planean raleos anuales, el peso debe ser mucho menor que si se planean raleos para cada tres años.

La combinación de peso e intervalos (peso por año), la *intensidad*, ha sido utilizada con frecuencia. Una intensidad de 10% puede ser excelente si el peso es de 10% y el intervalo de un año. Puede ser satisfactoria si el peso es de 50% y el intervalo es de cinco años. Sin embargo, sería ridículo un peso de 100%, si el intervalo es de 10 años. Es preferible definir el raleo por el peso, luego determinar lo extenso del intervalo de acuerdo con el crecimiento de las parcelas permanentes. Cuando se tiene duda del peso del raleo, escoja un peso menor. Es más práctico regresar por otro raleo que reparar árboles rotos o podar tallos cubiertos de ramificaciones adventicias.

¿Qué ralear? La técnica más fácil para lograr una entresaca liviana (25 %) es la de observar cuatro árboles vecinos en un rodal, seleccionar el peor, quitarlo y avanzar al siguiente grupo de cuatro árboles para repetir el proceso. Para lograr una entresaca mediana (lo más común) se quita el peor árbol de cada dos árboles.

Los árboles que se van a cortar en un rodal inmaduro deben ser los menos deseados, en términos de peligros a largo plazo para el rodal y con un costo económico mínimo. En un orden decreciente de prioridades, pueden ser los que están enfermos, muertos y utilizables, los vigorosos pero nunca comerciales (de mala forma), los dominados pero utilizables en la actualidad y potencialmente, los que compiten con un árbol mejor.

Los sistemas clásicos de raleo (raleo desde abajo, desde arriba, seleccionar) son de uso práctico cuestionable para los árboles de crecimiento rápido. El raleo mecánico (sistemático) no se debe ni considerar para teca, caoba (*Swietenia* spp.), nogal (*Juglans* spp.) y otras especies maderables de gran valor. Los criterios citados en el párrafo anterior son más relevantes, especialmente para las plantaciones puras.

En rodales naturales o en plantaciones mixtas, luego de la etapa juvenil y la liberación de *árboles de cosecha*, se requiere una consideración muy fuerte. En resumen, escoja el mejor árbol individual, el árbol para la cosecha final, en cada 50 a 100 m² (100 a 200 árb./ha). Ralee al remover de uno a cuatro de los competidores más fuertes. Si uno de los competidores se acerca a comercial, déjelo hasta el próximo raleo y en su lugar remueva otros (1 a 2) competidores. El seleccionar árboles de cosecha es más o menos hacer lo contrario que el escoger árboles para ralear: seleccione la teca que NO tenga enfermedades o NO esté atacada notablemente por insectos, que tenga tronco recto y cilíndrico, sin gambas o troncos acanalados y en comparación con sus vecinos, tiene troncos largos, vigorosos y copas del tipo superior, redondas y saludables. Una vez que ya no desarrollan trozas adicionales, dé a los árboles de cosecha, todo el espacio que pueda ocupar, de esta manera obtendrá un diámetro mayor, madera limpia y un crecimiento valioso de las trozas existentes.

En un estudio realizado en nueve rodales de árboles de teca, con edades entre tres y 16 años a la hora del raleo, el crecimiento del área basal a los seis años, en los árboles raleados fue de 50% más que el crecimiento del área basal en los árboles no raleados (Briscoe e Ybarra 1971).

Cosecha

Cuando los árboles de cosecha alcancen los diámetros deseables (normalmente 40 a 45 cm), generalmente, el rodal debe ser cosechado. Como una alternativa, la cosecha puede retrasarse hasta que el incremento caiga a un valor elegido: por ejemplo 10% por año. A pesar de que el valor generalmente se refiere al valor

financiero, esto no siempre es verdadero. El valor primario, o un valor secundario importante, puede ser por estética, por la vida silvestre, conservación del suelo u otros. Si es así, tales valores se deben haber considerado a lo largo de la vida del rodal, incluyendo el establecimiento y limpieza. Con las limpiezas y raleos se favorecerán otras especies y otros árboles, en vez de favorecer solamente a la especie plantada. Un sotobosque denso de zacate con rizomas o hierbas leguminosas bajo los árboles maduros, generalmente controlan la erosión más efectivamente que el pastizal. Este sotobosque también puede dar refugio y comida para la vida silvestre. Aunque una plantación vigorosa de teca con alta supervivencia, tiende a dominar completamente el sitio aproximadamente a edades de tres a siete años, el sotobosque regenerará naturalmente conforme continúan los raleos y el nivel de copas se levante.

Tipo de tala

Ningún tipo de vegetación es estática; el cambio es continuo e inevitable. Cuando el valor deja de crecer, poco después comienza a decrecer y sería aconsejable la renovación. El primer paso es el de cosechar los valores cosechables. En el caso de teca, las trozas maduras son de gran valor y generalmente son el objetivo principal del esfuerzo y los recursos empleados durante tantos años.

La edad de la tala es preocupante para muchas personas que cultivan o están contemplando el cultivo de cualquiera de estas especies. La edad óptima puede variar según la especie, la calidad de sitio y el mercado exacto.

No obstante, para dar unas pautas que por lo menos podrían servir como puntos de reflexión, se puede asumir que para un sitio de buena calidad (Índice de Sitio I y bien manejado), los siguientes parámetros definen aproximadamente cuándo se puede cortar la cosecha final, cuando la finalidad es obtener madera de aserrío.

Especie	Edad (años)	dap (cm)	Número de árb/ha
Pochote	25-30	40	160-200
Teca	15-22	40	160-200
Melina	10-15	40	160-200

Para índices de sitio II, tendría que agregarse aproximadamente cuatro años, para obtener las mismas dimensiones. El máximo número de árboles al final del turno sería de 140 a 160 para un sitio II. No se recomienda la plantación de estas especies para propósitos maderables en sitios con una menor calidad de sitio.

Hay dos motivos para que las dimensiones mínimas de 40 cm sean de interés. Uno tiene que ver con la madera que esté libre de nudos. Este se forma solamente

después de que las ramas hayan sido podadas y de que hayan tenido tiempo de cicatrizar. Si se podan como fue recomendado en el texto, los 15 cm en el centro del fuste tendrán nudos y tejido cicatrizado y sólo la madera afuera de estos 15 cm estaría libre de nudos. Para mejorar la proporción de madera en un fuste libre de nudos, muchos estudios demuestran que hay que esperar hasta que el árbol tenga por lo menos 40 cm de dap. Por supuesto, esta proporción es aún más grande con fustes más gruesos.

Otro motivo para esperar hasta que el árbol obtenga un diámetro de 40 cm es que hay un menor porcentaje del árbol desperdiciado cuando son procesados por la mayoría de aserraderos. Con aserraderos convencionales, los rendimientos típicos de árboles de 20, 30, 40, 50 y 60 cm de diámetro son 15, 25, 35, 40 y 45 %, respectivamente, y en volumen las diferencias son enormes.

Vale destacar que en cuanto a este último aspecto, han habido grandes avances en el desarrollo de equipos de aserraderos, que pueden procesar fustes de menores dimensiones (15 a 20 cm), promovidos principalmente por el Proyecto COSEFORMA en San Carlos, la Universidad y el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Su maquinaria tiene otro diseño, puede procesar árboles de hasta 20 cm con un 35 % de eficiencia. Esta maquinaria sería de gran valor, en especial para el procesamiento de fustes que salen del último raleo; puede darles más valor. No obstante, para obtener madera del más alto valor, tienen que estar libre de nudos y es así, nuevamente, que los árboles deseables son los que tienen un mínimo de 40 cm de dap.

Mediciones

En el texto se han mencionado varios parámetros que son útiles para indicar el crecimiento que ha habido y/o predecir qué crecimiento se puede esperar en un tiempo dado. Se ha visto que algunas de estas mediciones son importantes en el cálculo de cuánto y cuándo ralear, cuándo cosechar y qué es lo que se puede esperar en cuanto al rendimiento. No se pretende dar un tratamiento exhaustivo a este tema en esta guía, pero la siguiente sección puede ser un resumen útil de cómo calcular estos parámetros para las tres especies de interés.

Aproximadamente durante 200 años, se han investigado muchos métodos para evaluar el potencial productivo de un sitio. El indicador más consistente del potencial de un sitio ha sido el medir la altura total de los árboles más altos. Actualmente, los árboles indicadores más utilizados son los 100 árboles más gruesos (diámetro mayor a la altura de pecho) por hectárea. Las bases teóricas para esta selección son: 1) estos árboles componen el mayor volumen de la cosecha final, 2) estos árboles se ven menos afectados por la competencia de árboles vecinos y 3) es mucho más barato medir solamente 100 árboles, que medir todos los árboles o medir todos los efectos relevantes que interactúan de diversas formas (factores del suelo, climáticos y biológicos). La razón incondicional para utilizar este parámetro es que

es el indicador más efectivo y más económico probado hasta el momento. Por eso, aunque cualquier curva del índice de sitio puede brindar indicaciones relativas de la productividad potencial, una curva local desarrollada adecuadamente puede ser mucho más confiable. Vásquez y Ugalde (1995) calcularon índices de sitio para la región de Guanacaste, Costa Rica, los cuales se presentan en la Figura 1. En otras áreas de América Central estas curvas pueden variar. Por ejemplo, en Golfito, en la zona sur de Costa Rica, donde hay suelos profundos y 5000 mm de lluvia anuales, las tasas de crecimiento de melina pueden ser muy superiores a los mejores sitios en Guanacaste.

Crecimiento y producción

Tal como se mencionó anteriormente, el índice de sitio trata del crecimiento y producción *potencial*. Los valores reales varían según la especie, constitución genética, práctica silvicultural, cantidad de precipitación actual y su distribución a lo largo del año, además de una variedad de otros factores, tales como el fuego, el pastoreo, tormentas de viento, etc. El tamaño real del árbol, en relación con la edad, combinado con la espesura, es la medida definitiva desarrollada hasta la fecha, pero la proyección hacia el futuro siempre involucra riesgos desconocidos (Chaturvedi 1973; Chaves y Fonseca 1991; Dupruy 1991; González 1985; FAO 1977; Henao 1982; Keogh 1987; Miller 1969).

Parámetro arbóreo

En la producción de madera, las medidas más comunes para las dimensiones son la altura total y el dap (diámetro a la altura de pecho, 1,3 m). Para una confiabilidad y precisión mejorada, se pueden incluir varios factores de aspecto, indicando la forma del fuste. Juntos, se pueden utilizar para calcular el volumen total aproximado de cada árbol. El valor de la madera no justifica los cálculos precisos basados en muchas más medidas de un objeto con forma no uniforme, como un árbol en pie.

Cuando los volúmenes comerciales se presentan o son inminentes, las medidas también pueden hacerse según la altura comercial (altura desde el tocón o desde el suelo, hasta la parte superior del tronco comercial) y el diámetro a la altura comercial. Estos se utilizan para calcular el volumen comercial, que realmente sólo se puede medir como la madera aserrada (u otro producto ya manufacturado).

Parámetros del rodal

Para un rodal muy pequeño (grupo de árboles parecidos en un sitio uniforme) se puede medir cada árbol, calcular el volumen de cada uno y el total obtenido del rodal, al sumar los valores de cada árbol individual. Por conveniencia, generalmente

los valores del rodal se expresan con base en una hectárea. Para la práctica silvicultural, en lugar de utilizar el volumen de los rodales, se calcula una medida más útil y conveniente: el área basal, comenzando aproximadamente durante el primer raleo. El área basal de un árbol es la superficie superior del tocón, si éste fue cortado a la altura de pecho (1,3 m del suelo). El área basal del árbol se calcula asumiendo que el tronco del árbol es un círculo perfecto, con un diámetro igual al diámetro del árbol a la altura del pecho; o sea, el área basal = diámetro del árbol al cuadrado por /4. Por supuesto, el área basal de un rodal equivale a la suma de las áreas basales de los árboles y como en el volumen, generalmente expresado con base en una hectárea.

Su utilidad se debe a que el área basal es mucho más fácil y más barata de determinar que el volumen y más útil que el simple número de árboles. Simultáneamente expresa la relación combinada del número y el tamaño de los árboles. Cuando hay 1000 plantas/ha, están ampliamente dispersas; los tallos ocupan aproximadamente 0,3 m²/ha y las copas probablemente ocupen 125 m², 1,2% del área real. Pero cuando los árboles alcanzan un promedio de 10 cm de diámetro a la altura de pecho, el área basal de 1000 tallos de árboles ocuparían 7,9 m² y las copas de los árboles (que crecen libremente), quizás ocuparían 20 000 m², el doble del área total. Por eso, dos rodales de 1000 árboles cada uno serían totalmente diferentes.

BIBLIOGRAFIA

- AHMAD, M. 1987. Relative resistance of different clones of *Tectona grandis* to teak defoliator, *Hyblaea puera* Cram. (Lepidoptera: Hyblaeidae) in South India. *Indian Forester* 113:4:281-282.
- AMINUDDIN, bin M. 1982. Influence of light on germination of *Gmelina arborea*. *Malaysian Forester* 45:1:62-68.
- AMINUDDIN, bin M; ZAKARIA, bin I. 1980. Grading of *Gmelina arborea* (Yemane) fruits by colour. *Malay For* 43:3:337-39.
- ARAYA, M. 1983. Propagación vegetativa de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand (pochote), con miras al establecimiento directo de un jardín semillero. Tesis Heredia, CR, UNA, 87 p.
- ARIAS, D; CAMPOS, N. 1988. Planificación de aclareos en plantaciones forestales de *Gmelina arborea* en Costa Rica basado en la metodología del índice de densidad del rodal (DKR). Nota Téc. no. 2, ITCR. 9 p.
- BADEJO, S. O. 1986. An evaluation of the bond quality of *Gmelina arborea* plywood fabricated at different veneer peeling temperatures. *Malayan Forester* 49:1:92-98.
- BARQUERO P., E M. 1987. Establecimiento de rodales semilleros de *Gmelina arborea* Roxb. Primer Taller Nacional sobre Semillas y Viveros Forestales, Nov 1985. San José, CR. pp 116-125.
- BOWEN, MR; EUSEBIO, T V. 1982. Seed handling practices: four fast-growing hardwoods for humid tropical plantations in the eighties. *Malayan Forester* 45:4:534-540.
- BRISCOE, C B; YBARRA-CORONADO, R. 1971. Increasing growth of established teak. USDA FS Res Note ITF-13. 7p. (Reprinted in *Commonwealth Forestry Review* 51:4:290-294).
- BRISCOE, C B; NOBLES, R W. 1966. Effects of pruning teak. USDA FS Res Note ITF-11. 6p. (Translated and reprinted 1969, in *Boletín* 29:29-34, Inst. Forestal Latino-americano, Mérida, Venezuela).
- BROOKS, R. L. 1939. Forestry in Trinidad and Tobago. *Caribbean Forester* 1:1:14-15.

-
-
- BRUSH, W. D. 1945. Teak (*Tectona grandis* L. F.). USDA FS, Foreign Woods. WDC. 13 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1992. Forest pests of Central America. Handbook. CATIE. Technical Series. Technical Manual no. 3. 187 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Vol. 1. Turrialba, C. R. 691 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. Pochote (*Bombacopsis quinatum*). Especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 172. Colección de Guías Silviculturales No. 13. 44 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1995. Annual report.
- CORNER, E J H. 1952. Wayside trees of Malaya, vol 1. Gvt Printing Off, Singapore. p 702-703-706.
- CUADRADO H., M F. 1987. Influencia del tamaño del endocarpo de *Gmelina arborea* Roxb. en el crecimiento inicial -- fase de vivero en Pavones, Turrialba, Costa Rica. Primer Taller Nacional sobre Semillas y Viveros Forestales, Nov. 1985. San José, CR. pp 116-125.
- CHABLE, A. C. 1967. Reforestation in the Republic of Honduras, Central America. *Ceiba* 13:2:1-56.
- CHANDA BACHA, S. 1977. The Kanimara teak. *Indian Farming* 26:11:23.
- CHANG, B. 1985. Comportamiento inicial de 23 especies forestales en suelos vertisoles y vérticos de una zona semiárida en Nicaragua. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 144 p.
- CHATURVEDI, A. N. 1973. General standard volume table and height diameter relationship for Teak. *Ind. For. Rec.* Vol 12, For Res Inst, Dehra Dun.
- CHAVARRIA, J. I; QUIROS, L. M. 1985. *Tectona grandis*. Dirección General Forestal (DGF), C. R. Doc. de Trab. No. 21, 11 p.
- CHAVES, E.; FONSECA, W. 1991. Teca (*Tectona grandis* L. f.): especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No. 179. Colección de Guías Silviculturales No. 11. 48 p.

-
-
- CHAVES S., E; CHINCHILLA M., O. 1990. Manejo de densidad en rodales de pochote (*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand) en las tierras bajas de Costa Rica. Uniciencia 7:1-2:2-13.
- CHAVES CH., G; QUESADA, M. 1993. Comercialización de semillas forestales en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. CATIE, Turrialba, CR. Enlace Madeleña-3: 3-4.
- CHUDNOFF, M. 1984. Tropical timbers of the world. USDA FA Agri Handbook 607, Forest Products Lab. Madison, Wi. 352 p.
- DADWAL, V. S. 1988. Role of fungi in weathering of teak fruits. Indian Forester 114:67:328-330.
- DARUS, bin Haji Ahmad. 1980. Effect of fruit size upon germination of Teak (*Tectona grandis*). Malay For 43:3:396-97.
- DE ZEEUW, C. H; DAVIDSON, R. W; ANDERSON, E. A. ca. 1980. Properties of the wood of Honduran grown *Tectona grandis* Linn. F. *Eucalyptus deglupta* Blume, & *Pinus caribaea* Morelet. SUNY, NY. pp. 15-21.
- DIAZ M., E R A; SALAZAR, R; MESEN, F. 1991. Enraizamiento de estacas juveniles de *Gmelina arborea* Linn. Silvoenergía No.51: 1-4.
- DUPREY, B. 1991. Etudes sur la croissance et la productivity de Teck (*Tectona grandis*) en Cote d'Ivoire. Tables de production. Paper presented al China/ ESCAP/FAO Regional seminar on Teak, Guangzhou, March 1991. FAO, Bangkok, Thailand. sp.
- ESPINOZA, C. 1990. Primer encuentro regional sobre especies forestales nativas de la zona norte y atlántica. Memoria de reunión, julio de 1989, Chilamate, Sarapiquí, C. R. ITCR, Cartago, C. R. 46 p.
- FERNANDEZ V., S. 1978. Comportamiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb. asociado con maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos espaciamientos en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., UCR/CATIE. 125 p.
- FIERROS G, A M. 1980. Raleos iniciales en plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., UCR/ CATIE. 92 p.

-
-
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1977. Elaboración de una tabla de volumen y un estudio de incremento para teca (*Tectona grandis*) en El Salvador. FO.DP ELS/73/004. Doc de Trabajo a. 14. 53 p.
- FORD-ROBERTSON, F C., ed. 1971. Terminology of forest science, technology practice and products. English-language version. The multilingual Forestry Terminology Series No. 1 Soc of Am Foresters, Washington, DC. 349 p.
- FOREST PRODUCTS LAB, USDA FS. s.f. *Bombacopsis quinatum*. Madison, WI 53705. 2 p.
- FOX, J E D. 1967. Growth of *Gmelina arborea* ... Comm For Rev 46:2:138-144.
- FRANKIE, G W; BAKER, II G; OPLER, P A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in lowlands of Costa Rica. Jour Ecol 62:881-919.
- FREEZAILLAH, B C ; SANDRASEGARAN, K. 1966. Growth and yield of yemane (*Gmelina arborea* Roxb.). Malayan Forester 29:3:140-151.
- GALLOWAY, G. 1993. Manejo de plantaciones forestales: guía técnica para el extensionista forestal. Serie Técnica. Manual Técnico CATIE No. 7. 59 p.
- GALLOWAY, G. 1987. Criterios y estrategias para el manejo de plantaciones forestales en la Sierra Ecuatoriana. Proyecto DINAF/AID. 143 p.
- GARCIA C., J R. 1978. Evaluación preliminar de la plantación experimental con especies forestales en las sabanas de la estación El Irel, Barrancas, Estado de Barinas, Venezuela. Revista forestal Venezolana 18:28:97-141.
- GHAZALI, M A M. 1984. Initial performance of *Gmelina arborea* Roxb. and *Acacia mangium* Willd. under plantation conditions. Malaysian Forester 47:4:255-262.
- GHOSH, R. C. 1965. Teak plantations... Indian Forester 91:2:83-92.
- GOGATE, M. G.; KUMAR, A. 1993. An ecological audit of teak plantations in West Chandrapur Project Division. Ind. For 119:4:265-94.
- GOITIA E., D J. 1954. Estudio del incremento de *Gmelina arborea*. Tesis Mag.Sc., Turrialba, C.R. p.i.
- GOMEZ, D. A. 1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. (*Tectona grandis*) Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. UCR/CATIE, 166 p.

-
-
- GONZALEZ, E; BUTTERFIELD, R; SEGLEAU, J; ESPINOZA, M. 1990. Primer encuentro regional sobre especies forestales nativas de la Zona Norte y Atlántica. Memoria de reunión julio de 1989, Chilamate, Sarapiquí, C.R. ITCR, Cartago, C.R. 46 p.
- GONZALEZ, L. L. 1985. Growth and yield predictions for Teak plantations. Margat Expt Forest, Utilization Div, For Res Inst, College, Laguna, Philippines. sp.
- GREAVES, A. 1981. *Gmelina arborea*. Commw For Bur: For Abstr 42:6:2337-258.
- HAWLEY, R. C.; SMITH, D. M. 1954. The practice of silviculture, 6th. De. John Wiley & Sons, Inc., NY. 525 p. (1972. Silvicultura práctica. Trad. por Jaime Terradas. Ediciones Omega, Barcelona, España. 544 p.).
- HEDEGART, T. 1976. Breeding system, variation and genetic improvement of teak (*Tectona grandis* L. f.) p 109-123. In BURLEY, J; STYLES, B T, eds. Tropical trees: Variation, breeding and conservation. Linnean Soc London, Academic Press. 243 p.
- HENAO, I. O. 1982. Estudio de rendimientos y rentabilidad en una plantación de teca (*Tectona grandis* L. f.) del Departamento de Córdoba, Colombia. Crónica Forestal y del Medio Ambiente 2:1-2:1-78.
- HERNANDEZ, A. 1989. Manejo de plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en El Salvador. *In* Manejo y Aprovechamiento de Plantaciones Forestales con Especies de Uso Múltiple (1989, Guatemala). Actas Reunión IUFRO. Ed. por R. Salazar. Turrialba, C. R. CATIE. pp 305-311.
- HODGES, C S; McFADDEN, M W. 1987. Insects and diseases affecting forest plantations in Tropical America. *In* Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technologies (1986) San Juan, Puerto Rico. J C Figueroa, F H Wadsworth, y S Brahan, eds. pp 365-376.
- HUGHELL, D. 1991. Modelo preliminar para la predicción del rendimiento de *Gmelina arborea* Roxb. en América Central. Silvoenerg 44, CATIE. 4 p.
- HUGHELL, D. 1990. Modelo preliminar de rendimiento para pochote (*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand) en Costa Rica. CATIE, Turrialba, CR. 10 p. (mimeografiado).
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES (IRENA). 1993a. Estudio de caso: análisis económico de una plantación de pochote (*Bombacopsis quinatum*). Servicio Forestal Nacional, Silvicultura. 9p.

-
-
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES IRENA. 1993b. Costos de plantación. Servicio Forestal Nacional. Nota Técnica 25. 7 p.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES (IRENA). 1992a. Especies para reforestación: pochote. Servicio Forestal Nacional, Nota Técnica No. 8. 2p.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES IRENA. 1992b. Selección de especies arbóreas potenciales acorde con la ecología. Servicio Forestal Nacional, Nota Técnica 7. 18 p.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES (IRENA). 1992c. Melina. Nota Técnica 4, IRENA, Servicio Forestal Nacional, Silvicultura. 2p.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES (IRENA). 1992d. Teca. Servicio Forestal Nacional. Nota Técnica 9. 2 p.
- JACOBS, M R. 1938. Notes on pruning *Pinus radiata*, Part I. Observations on features which influence pruning. Australia Commonw. For.Bur.Bul 23 p.
- KADAMBI, K. 1972. Silviculture and management of teak. Bull 24, S F Austin State Univ, Nacogdoches, TX. 135 p.
- KAMIS, A.; ISMAIL, K. 1986. Growth response of *Gmelina arborea* Roxb. seedlings to N, P and K fertilizers on Bungor soil. Malayan Forester 49:4:357-360
- KANE, M; URUEÑA, H. 1991a. Efecto de la densidad de siembra y el método de cosecha en la producción de estacas de *Bombacopsis quinatum* en el área de reproducción clonal. Informe de Investigación No. 13, Monterrey Forestal Ltda., Cartagena, Colombia. 5 p.
- KANE, M; URUEÑA, H. 1991b. Hundimiento de trozas de *Bombacopsis quinatum* y *Gmelina arborea* de cinco años de edad. Informe de Investigación No. 12, Monterrey Forestal Ltda., Cartagena, Colombia. 5 p.
- KAOSA-ARD, A. 1981. Teak. *Tectona grandis*, its natural distribution and related factors. Nat. His. Bull. Siam Soc 29:55-74.
- KAUL, O. N.; GUPTA, A. C.; NEGI, J. D. S. 1972. Diagnosis of mineral deficiencies in teak (*Tectona grandis*) seedlings. Indian Forester 98:3:173-177.
- KEIDING, H.; WELLENDORF, H.; LAURIDSEN, E. B. 1986. Evaluation of an international series of teak provenance trials. DANIDA Forest Seed Centre, Denmark. 81 p.

-
-
- KEOGH, R. M. 1987. The care and mangement of teak (*Tectona grandis* L. f.) plantions; a practical field guide for foresters in the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. UNA, Heredia, C. R. 48 p.
- KEOGH, R. M. 1979. Does teak have a future in tropical America? *Unasylya* 32:126:13-19.
- KJAER, E. D.; LAURIDEN, E. B.; WELLENDORF, H. 1995. Second evaluation of an international series of Teak provenance trials. *Dannida Foresta Seed Centre. Dinamarca.* 118 p.
- KUMAR, A. 1992. Teak seed improvement-achievements and problems. *Indian Forester* 118:8:525-533.
- KUSHALAPPA, K. A. 1977. Teak plantations in Thailand. *Indian Forester* 103:5:323-328.
- KUSHALAPPA, K. A. 1985. Teak underplanting. *Malayan Forester* 18:4:159-161.
- LADRACH, W. 1987. Avances en las técnicas de manejo de plantaciones forestales, en el neotrópico. *In* Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. (1989, Guatemala). *Actas Reunión IUFRO*. Ed. por R. Salazar. Turrialba, C. R. CATIE. pp 7 - 25.
- LAMPRECHT, H. 1954. Saquisaqui. *Revista Forestal Venezolana* 1:6:37-38.
- LAURIDSEN, E B; WELLENDORF, H.; KEIDING, H. 1987. Evaluation of an international series of *Gmelina* provenance trials. *Danida Forest Tree Seed Centre, Humlebaek, Denmark.* 110 p.
- LEE, Y H. 1964. Timber tests - (yemane {*Gmelina arborea* Roxb.}). *Malayan Forester* 27:4:370-374.
- LEGA R, F. F. 1988. Estudio de la forma de *Gmelina arborea* (Roxb.), análisis de las plantaciones de Manila, Siquirres. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. UCR/CATIE. 146 p.
- LEON S., R. E. 1955. Estudio de algunas especies forestales tropicales con especial atención a su comportamiento en el vivero. Tesis, Mag.Sc. Turrialba, CR. IICA 179 p.
- LONGWOOD, 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. *USDA Forest Serv. Agri. Handbook* 207. Washington, D. C. 167 p.

-
-
- MARSHALL, R. C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British Indies. Oxford Univ Press, London. 227 p.
- MARTINEZ H., H.A. 1981. Evaluación de ensayos de especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. UCR/CATIE. 200 p.
- MATHEW, G.; KOSKY, M. P.; MOHANDAS, K. 1987. Preliminary studies on insect visitors to teak (*Tectona grandis*) inflorescences in Kerela, Indian Forester. 113 p.
- MATHUR, J. B. L. 1973. Teak bibliography (1829 - 1970). Forest Research Institut, Dehra Dun, India. 320 p.
- MELCHIOR, G.H.; QUIJADA, R.M. 1972. Results of nine years trials on vegetative propagation of *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand by branch setts. *Silvae Genética* 21:5:164-66.
- MELCHIOR, G.H.; et al. 1971. Propagación agámica de saquisaquí (*Bombacopsis quinatum* Dugand) por injertos. *Revista Forestal Venezolana* 14:21:57-64.
- MILLER, A. D. 1969. Provisional yield tables for teak in Trinidad. Trinidad Govt Printery. 21 p.
- MISHRA, S. C. 1992a. Digestion of major leaf components by the teak defoliating lepidopterous larvae *Hyblaea puera* Cram. and *Eutectona machaeralis* Walk. *Indian Forester* 118:11:848-855.
- MISHRA, S. C. 1992b. Comparative natural resistance of different clones of *Tectona grandis* L. to teak skeletonizer *Eutectona machaeralis* Wlk. *Indian Forester* 118:4:274-278.
- MOSS, S. G. 1992. The germination of teak. *Indian Forester* 118:1-4.
- MURILLO G, O. 1991. Metodología para el control de calidad en plantaciones forestales. *Tecnología en Marcha* 11:1:19-29.
- MURILLO, G. O.; VALERIO, J. 1991. Melina (*Gmelina arborea* Roxb.): especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 181; Colección de Guías Silviculturales No. 10. 69 p.
- MUSALEM, M.A. ed. 1989. Memorias del I y II Curso Centroamericano de Silvicultura de plantaciones de especies de árboles de uso múltiple. CATIE (Informe Interno), Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (MADELEÑA), CATIE-ROCAP 596-0117, Turrialba, C.R. 682 p.

-
-
- MUZIOL, C; SANCHEZ, O. 1992. Manual técnico para el manejo de plantaciones forestales. Costa Rica. COSEFORMA. 24 p.
- NAUTIYAL, S.; et al. 1992. Rooting response of branch cuttings of teak (*Tectona grandis*) as influenced by growth hormones and position in crown. *Indian Forester* 118:2:112-121.
- NAVARRO, C. 1989. Análisis financiero del cultivo del pochote (*Bombacopsis quinatum*) en diferentes sitios de Costa Rica. *In* Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. (1989, Guatemala). Actas Reunión IUFRO. Ed. por R. Salazar. Turrialba, C. R. pp. 613-627.
- NAVARRO, C. 1988. Relación factores de sitio y crecimiento de *Bombacopsis quinatum* en Costa Rica. *Silvoenergía* (C. R.) No. 26: 1-4.
- NAVARRO, C. 1987. Evaluación del crecimiento y rendimiento de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en 14 sitios en Costa Rica. Índices de sitios y algunos aspectos financieros de la especie. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. UCR/CATIE. 136 p.
- NIKLES, D. G.; BURLEY, J.; BARNES, R. D., eds. 1978. Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees, vol II. Proc Workshop, Brisbane, Austral, April 1977. Dept For, CFI, Univ Oxford. 515 p.
- NOBLES, R. W.; BRISCOE, C. B. 1966. Mowing understory vegetation in a young teak plantation. Res Note ITF-9, USDA For Ser Inst of Trop For., Río Piedras, P. R. 2 p.
- NWAIGBO, L C. 1983. *Gmelina arborea* provenance trials. *Forestry Abstrac* 44:10:606-607.
- NWOBOSHI, L. C. 1984. Macronutrient deficiency symptoms in teak (*Tectona grandis* L. f.) Bull 6, Ibadan Nigeria, Dept. of Forest Management, Univ of Ibadan. 12 p.
- ORTIZ, E. 1987. Utilización del índice de densidad de rodal (IDR) en la planificación y ejecución de aclareos en plantaciones forestales con especies de uso múltiple. *In* Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. (1989, Guatemala) Actas Reunión IUFRO. Ed. por R. Salazar. Turrialba, C. R. CATIE pp. 329-349.
- PETIT, P. M. 1969. Resultados preliminares de unos estudios sobre la regeneración natural espontánea en el Bosque El Caimital. *Revista Forestal Venezolana* 12:18:9-21.

-
-
- QUIJADA R. M. 1988. Variación de progenies de polinización libre de saquisaqui (*Bombacopsis quinatum* Dugand) en la reserva forestal de Caparo, Barinas, Venezuela, a los 21 meses de edad. *Revista Forestal Venezolana* 22:30:7-20.
- QUIJADA R. M. 1980. Floración, producción de semillas y polinización artificial en *Bombacopsis quinatum* en Venezuela. *FAO Montes* 20, pp. 288-290.
- QUIJADA R. M.; GUTIERREZ, V. 1971. Estudios sobre la propagación vegetativa de especies forestales venezolanas. *Revista Forestal Venezolana* 14:21:43-55.
- QUINLAN, M M. 1984. Mulches from two tropical tree species *Erythrina poeppigiana* (Walpers) OF Cook and *Gmelina arborea* Rox. as nitrogen sources in the production of maize (*Zea mays* L.) Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. UCR/CATIE. 74 p.
- RAWAT, M. S; et al. 1992. Variation studies in the model teak seed orchard, New Forest, Dehra Dun. *Indian Forester* 118:1:60-65.
- REINEKE, L H. 1933. Perfecting a stand-density index for even aged forest. *Jour Agri Research* 46:7:627-37.
- RICHMOND, A. 1984. Estudio de cuatro métodos de propagación de cinco especies forestales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. UCR/CATIE. 110 p.
- RODRIGUEZ M. A. 1963. El cultivo de teca en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 6:8-9-49-72.
- RODRIGUEZ N. I.; et al. 1985. El pochote. DGF, CR Doc de Trabajo 20. 13 p.
- ROJAS V., M. 1993. Desarrollo de un sistema preliminar de clasificación de sitios para teca (*Tectona grandis*), melina (*Gmelina arborea*) y pochote (*Bombacopsis quinatum*) aplicable en la zona Chorotega, Guanacaste, Costa Rica. Depto. de Ing. Forestal, ITCR. 110 p.
- ROXBURGH, Dr. 1892. (Quoted in MOSS, S G. 1992. The germination of teak. *Indian Forester* 118:4).
- RYAN, P. A. 1982. The management of Burmese teak forests. *Commonw For Rev* 61:2:115-120.
- SALAZAR, R. 1987. Efecto de la poda en el crecimiento y forma de *Gmelina arborea* en Costa Rica. *In* Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. (1989, Guatemala) *Actas Reunión IUFRO*, Ed. por R. Salazar. Turrialba, C. R. CATIE. pp 221-231.

-
-
- SALAZAR, R. 1973. Zonificación ecológica de *Pinus caribaea* var *hondurensis* Barr. y Golf. y *Tectona grandis* Linn. para Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. UCR/CATIE. 123 p.
- SALAZAR, R.; BARQUERO, E; RODRIGUEZ, E. 1990. Establecimiento de rodales semilleros de *Gmelina arborea* Roxb. en Costa Rica. Silvoenergía (C. R.) No.32 1-4
- SALAZAR, R; PALMER, H J. 1985. Tablas de volumen para *Gmelina arborea* Roxb. en Manila de Siquirres, Costa Rica. Turrialba 35:4:425-433.
- SALAZAR, R.; ALBERTIN, W. 1974. Requerimientos edáficos y climáticos para *Tectona grandis*. Turrialba 24:1:66-71.
- SANDOVAL, C. H.; MARTINEZ H., H. A. 1989. Producción de leña y biomasa de *Gmelina arborea* en una plantación de nueve años, en Cortés, Honduras. Silvoenergía (C. R.) No. 28 1-4.
- SANDRASEGARAN, K. 1969. A general volume table for *Tectona grandis* Linn. f. (Teak) grown in northwest Malaya. Malayan Forester 32:2:187-199.
- SANDRASEGARAN, K. 1966. A local volume table for yemani (*Gmelina arborea* Roxb.) Malayan Forester 29:2:97-101.
- SANDUM, A K I; SRIVASTAVA, P B L; DORAISINGAM, M. 1986. Trials on rooting of cuttings of *Gmelina arborea*. III. Effect of source, hormone treatment, media and frequency of misting. Malayan Forester 49:4:332-340
- SANTANDER F., C. 1988. Evaluación preliminar de los recursos forestales de CR. CASAF Ltd. Serie Técnica. Informe Técnico 12-88/89. pp 54-72.
- SANTANDER, C; PEÑA, M. 1990. Resultados preliminares de la introducción de *Gmelina arborea* Roxb. en tres regiones de Costa Rica. *In* Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. (1989, Guatemala) Actas Reunión IUFRO. Ed. por R. Salazar. Turrialba, C. R. CATIE. pp 173-184.
- SINGH, P. 1981. Total tree volume table for *Tectona grandis*. Indian Forester 107:10:112-140.
- TAN, K C. 1986. Effects of disturbance and burning during land preparation on the rates of growth of two fast-growing tree species. Malayan Forester 49:4:382-394.

-
-
- TAN, K C; N JONES. 1982. Fast growing hardwood plantations on logged-over forest sites in Sabah. *Malayan Forester* 45:4:558-575.
- TANG, R I E; ONG, S H. 1982. Wood density of *Gmelina arborea* in Sabah. *Malayan Forester* 45(4):583-595.
- TARIEL, J. 1966. Teak in the Ivory Coast. *Bois et Forest des Tropiques* 107:27-47.
- TOTEY, N. G; BHOWMIK, A. K; KHATRI, P. K., et al. 1986. Growth of teak seedlings in a nursery. *Indian Forester* 112:9:792-800.
- TROUP, R. S. 1932. Exotic forest trees in the British empire. Clarendon Press, Oxford. 259 p.
- TROUP, R. S. 1921. The silviculture of Indian trees, Vol 2. Clarendon Press, Oxford. pp 337-783.
- UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. UNESCO. 1978. Tropical forest ecosystems. UNESCO Natural resources research No. XIV. Unesco/UNEP/FAO, Paris, FR. 683 p.
- URUEÑA, H. 1992. Production and management of *Bombacopsis quinatum* (red ceiba) seed. snt. 5 p.
- URUEÑA, H. 1991a. Diferentes sistemas de polinización manual en *Bombacopsis quinatum*. Informe de Investigación 14, Monterrey Forestal Ltda., Cartagena, Col. 7 p.
- URUEÑA, H. 1991b. Efecto de diferentes densidades de siembra, espaciamento y calidad de semilla en el desarrollo de plántulas de *Bombacopsis quinatum* en el vivero. Informe de Investigación 11, Monterrey Forestal Ltda., Cartagena, Col. 7 p.
- URUEÑA, H. 1991c. Siete años de manejo del huerto semillero clonal de *Bombacopsis quinatum* de primera generación. Informe de Investigación 10, Monterrey Forestal Ltda., Cartagena, Col. 5 p.
- VALLEJO, A. 1991. Influencia del estrato en el enraizamiento de estacas de *Bombacopsis quinatum* de primera generación. Informe de Investigación 15, Monterrey Forestal Ltda., Cartagena, Col. 5 p.
- VALERIO G, J. 1986. Evaluación de nueve procedencias de *Gmelina arborea* (Roxb) en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. UCR/CATIE. 92 p.

-
-
- VASQUEZ, C., W; UGALDE A., L A. 1995. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Informe final, Convenio de Cooperación Proyecto Forestal Chorotega (IDA/FAO), Proy. Madeleña-3 (CATIE), Turrialba, C. R. 84 p.
- VEILLON, J P. 1985. El crecimiento de algunos bosques naturales de Venezuela en relación con los parámetros del medio ambiente. *Revista Forestal Venezolana* 19:29:5-106.
- VOORHOEVE, A G.; SCHULZ, J P. 1968. La necesidad de parcelas permanentes de clareo y rendimiento en plantaciones forestales. Instituto Latinoamericano de Investigación y Capacitación. (Venez.) No. 27/28:3-17.
- WADSWORTH, F H; et al. 1960. Records of forest plantation growth in Mexico, the West Indies, and Central and South America. *Caribbean Forester* 21 Supplement. IITF, Río Piedras, P.R. pp 7-8.
- WADSWORTH, F. H.; HUCKENPAHLER, B. J.; EHELEBE, C. F. 1955. Curso corto de Dasonomía Tropical celebrado en 1955 y las potencialidades de Puerto Rico para futuros entrenamientos. Centro de Investigaciones Forestales Tropicales, Servicio Forestal, Depto. de Agric de EE UU. 19 p.
- WEAVER, P. L. 1993. *Tectona grandis* L. f., SO-ITF-SM-64. USDA FS International Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, P. R. 18 p.
- WEBB, D.B. 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. Spanish transl. of Trop. for Paper 15, CFI. Overseas Development Administration, London, England. 275 p.
- WEBB, D B; WOOD, P J; SMITH, J P; HENMAN, G S. 1984. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Trop for Papers No. 15, 2nd ed revised, CFI. 256 p.
- WELKER, J C. 1983. Equações padroes de rendimento, volume do povoamento. Operações Florestais, Planejamento, Companhia Florestal Monte Dourado. snt.
- WESTVELD, R H. 1949. Applied silviculture in the United States, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 590 p.
- WHITE, K J. 1991. Teak, some aspects of research and development. RAPA Publ: 1991/17. FAO Regional Office for Asia & the Pacific (RAPA), Bangkok, Thailand. 70 p.
- WHITMORE, J L; MORALES, R. s.f. Noteworth characteristics of *Bombacopsis quinatum* Dugand. Turrialba, C. R. CATIE. 10 p.

-
-
- WILLIAMS, M W. 1981. Decision-making in forest management. Research Studies Press, Chichester, G. B. 143 p.
- WOESSNER, R A; MCNABB, K L. 1979. Large scale production of *Gmelina arborea* Roxb. seed - a case study. Commonw For Rev 58:2:117-121.
- YADAV, J. P. 1992. Pre-treatment of teak seed. Indian Forester 118:4:260-264.
- YEON, F B C; et al. 1966. Growth and yield of Yemane, *Gmelina arborea* Roxb. Malaysian Forester 29:3:140-153.

PERSONAL TECNICO DEL CATIE/PROYECTO MADELEÑA-3*

JEFATURA

Philip Cannon, Ph.D.	Líder Regional
Douglas Asch, Sr.	Asistente Administrativo
Glenn Galloway, Ph.D.	ATP, Proyecto1/PROCAFOR

SILVICULTURA

William Vásquez, M.Sc.	Silvicultor
Luis Ugalde, Ph.D.	Manejo de Información

SOCIOECONOMIA

Manuel Gómez, M.Sc.	Economista
---------------------	------------

EXTENSION

Carlos Rivas, M.Sc.	Extensionista Principal
Ana Loaiza, Bch.	Diseñadora Gráfica
Elí Rodríguez, Bch.	Editor

Personal técnico en los países de la Región

GUATEMALA

Rolando Zanotti, Ing.	Coordinador Nacional
-----------------------	----------------------

HONDURAS

Mario Vallejo, Lic.	Coordinador Nacional
---------------------	----------------------

EL SALVADOR

Modesto Juárez, M.Sc.	Coordinador Nacional
-----------------------	----------------------

NICARAGUA

Augusto Otárola, M.Sc.	Coordinador Nacional
------------------------	----------------------

COSTA RICA

Fabián Salas, Lic.	Coordinador Nacional
--------------------	----------------------

PANAMA

Blás Morán, Ing.	Coordinador Nacional
------------------	----------------------

* Madeleña-3 es un proyecto de investigación, capacitación y disseminación del cultivo de árboles de uso múltiple en América Central. Es financiado por la misión USAID/G-CAP/RENARM y FINNIDA/PROCAFOR/Proyecto 1 y ejecutado por INRENARE de Panamá, DGF de Costa Rica, COHDEFOR de Honduras, CENTA y CENREN de El Salvador, DIGEBOS de Guatemala y MARENA de Nicaragua, con la coordinación regional del CATIE.

Publicación patrocinada por el Proyecto Diseminación del Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (MADELEÑA-3), financiado por USAID/G-CAP/RENARM y FINNIDA/PROCAFOR-Proyecto 1.

Responsable: Carlos Rivas A.
Edición: Elí Rodríguez
Diseño y diagramación: Ana Loaiza
Revisión de bibliografía: Marcela Gil

Edición de 1000 ejemplares
Se terminó de imprimir en el mes de diciembre, 1995.