

**Serie Técnica.
Informe Técnico No. 172**

Pochote

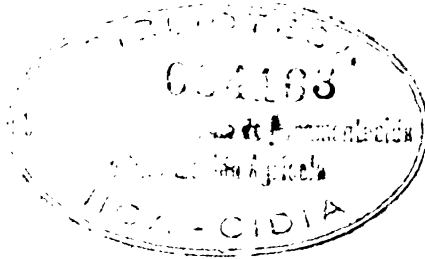
**(*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand
ESPECIE DE ARBOL DE USO MULTIPLE
EN AMERICA CENTRAL**

**Publicación Patrocinada por el
Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA),
CATIE-ROCAP (596-0117)**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA,
CATIE
Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido
Área de Producción Forestal y Agroforestal
Turrialba, Costa Rica, 1991**

CATIE
ST
IT-172

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



© 1990, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

ISBN 9977-57-098-1

634.973321

p739 Pochote: *Bombacopsis quinatum* Jacq. Dugand, especie de árbol de uso múltiple en América Central / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. -- Turrialba, C.R. : CATIE, 1991.

68 p. ; 23 cm. -- (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no. 172)

ISBN 9977-57-098-1

1. *Bombacopsis quinatum* - América Central
2. Árboles de uso múltiple - América Central
I. CATIE II. Título III. Serie

CONTENIDO

| | |
|----------------------------------|-----|
| PRESENTACION | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| INTRODUCCION | 1 |
| 1. BOTANICA Y ECOLOGIA | 3 |
| 2. ESTABLECIMIENTO | 15 |
| 3. MANEJO | 23 |
| BIBLIOGRAFIA | 36 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|---|----|
| 1. Plagas y enfermedades que afectan a <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand en América Central | 11 |
| 2. Características ambientales y de crecimiento de <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jack.) Dugand en algunos sitios de América Central en donde se ha introducido la especie. | 25 |
| 2A. Ejemplo del cálculo de índices de sitio a través del modelo de intercepto común (a común) para pochote en Costa Rica. | 27 |
| 3. Modelos de predicción indirecta de la calidad de sitio para <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand en Costa Rica. | 28 |

| | |
|--|----|
| 3A. Ejemplos de utilización de los modelos de predicción de la calidad de sitio para <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand en Costa Rica. | 29 |
| 4. Tabla de volumen de fuste sin corteza de <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand en Costa Rica. | 31 |
| 5. Serie de ecuaciones del modelo global para predecir el crecimiento y rendimiento de <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand en Costa Rica. | 32 |
| 6. Tabla preliminar de rendimiento de <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand para sitios medios y una densidad de plantación de 1600 árboles por hectárea en Costa Rica. | 33 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| 1. Características anatómicas de <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand (Tomado de Chaves y Chinchilla, 1988). | 6 |
| 2. Distribución natural de <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand (Tomado de Robyns, 1964; Record y Hess, 1943). | 8 |
| 3. Huerto semillero de <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand en Guanacaste, Costa Rica. | 12 |
| 4. Característica de la corteza del tallo de <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand. | 13 |
| 5. Reproducción de <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand en vivero, en Guanacaste, Costa Rica. | 17 |

| | | |
|----|---|----|
| 6. | Plantación de <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand en Guanacaste, Costa Rica. | 20 |
| 7. | Curvas de crecimiento en altura dominante de varios índices de sitio para <i>Bombacopsis quinatum</i> (Jacq.) Dugand en Costa Rica (Tomado de Navarro, 1987). | 26 |

PRESENTACION

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, en colaboración con las instituciones forestales de América Central, desarrollan, desde 1980, investigación silvicultural con especies de crecimiento rápido y propósito múltiple, con el objetivo de conocer el comportamiento y posibilidades de las mismas en la Región, para incorporarlas a los sistemas de finca de los pequeños y medianos agricultores. El Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (MADELEÑA) promueve la incorporación de estas especies dentro de los sistemas de finca de los pequeños y medianos agricultores de la Región. El propósito del Proyecto es aumentar los ingresos y mejorar el bienestar de las familias rurales, así como contribuir a disminuir el deterioro ambiental en América Central y Panamá, mediante un incremento significativo del cultivo de árboles de propósito múltiple, para la utilización en la propia finca y para la venta de productos forestales en los mercados locales.

El incremento del cultivo de estas especies dependerá del conocimiento que se tenga, a todo nivel, de la importancia de las mismas, formas de cultivo, métodos de manejo silvicultural de las plantaciones y combinaciones agroforestales establecidas con ellas. Consciente de la necesidad de este conocimiento, el Proyecto MADELEÑA inició la preparación de "Guías Silviculturales para el Cultivo de las Especies Seleccionadas". Este documento presenta las experiencias y conocimientos que hasta la fecha se tienen en América Central sobre el cultivo de Pochote (*Bombacopsis quinatum*) (Jacq.) Dugand, una especie de árbol de uso múltiple de gran importancia en la región.

El CATIE cumple así con el compromiso institucional de poner al servicio de los países miembros, los conocimientos generados por la investigación, contribuyendo de esta manera al desarrollo agropecuario acelerado y sostenido de la Región y al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de menores recursos. El Proyecto MADELEÑA pone a disposición de los agricultores, técnicos en extensión, técnicos forestales, autoridades del sector y reforestadores la presente guía para la producción y uso de *Bombacopsis quinatum* en América Central.

Rodolfo Salazar
Líder Proyecto
MADELEÑA

AGRADECIMIENTO

En primera instancia el Proyecto MADELEÑA agradece a los señores Eladio Chaves y William Fonseca, consultores, por la recolección y redacción de esta guía.

La información recolectada mediante la investigación silvicultural, que ha permitido la redacción de la presente guía, ha sido el producto de muchas instituciones y personas en América Central. En primer término es necesario reconocer la participación de las instituciones forestales nacionales: Dirección General Forestal (DGF) de Costa Rica, el Centro Nacional de Recursos Naturales (CENREN) de El Salvador, la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS), antiguo Instituto Nacional Forestal de Guatemala, la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR) de Honduras, la Dirección de Recursos Naturales y del Ambiente (DIRENA) de Nicaragua y el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENARE) de Panamá. En segunda instancia, se debe reconocer la labor de los técnicos nacionales de cada país, así como la de los agricultores e instituciones que con su trabajo y dedicación, permitieron establecer los ensayos para obtener la información presentada en esta guía. Por otro lado, es necesario aclarar que esta información es el compendio de la experiencia de todos los técnicos de los Proyectos LEÑA y MADELEÑA, durante más de nueve años de investigación. A todos ellos el Proyecto deja constancia de su agradecimiento.

**Proyecto MADELEÑA
CATIE**

INTRODUCCION

EL Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica, junto con las instituciones nacionales encargadas de administrar los recursos forestales de los países de América Central*, desde 1980 ha desarrollado investigación sobre la silvicultura, manejo y producción de especies de árboles de crecimiento rápido y uso múltiple (AUM).

Desde 1986, a través del Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple, más conocido como MADELEÑA, se han incrementado las actividades de manejo de las especies de AUM, para entregar a los técnicos nacionales, servicios de extensión forestal y agrícola, estudiantes, docentes de universidades y escuelas técnicas, así como a los agricultores, guías técnicas para estimular el cultivo y manejo de estas especies.

El objetivo de estas guías es dar a conocer a los interesados en América Central en particular, y al resto de la región tropical, en forma sencilla, clara y aplicable, a través de las instituciones nacionales y los servicios de extensión, la tecnología generada en torno al cultivo de cada una de las especies seleccionadas, para incorporar los árboles de uso múltiple a los sistemas de producción de las fincas de pequeños y medianos agricultores, así como de las comunidades rurales, de tal manera que contribuyan a elevar el nivel de vida de estos pobladores y a detener el deterioro ambiental de la región. Dichas guías permitirán, al extensionista, conducir el proceso de establecimiento de las especies en las fincas, al técnico forestal, identificar los sitios promisorios y los factores limitantes para el establecimiento de la especie; y a los planificadores, orientar sus decisiones sobre planes y proyectos de desarrollo forestal mediante la estimación de los rendimientos potenciales de las especies.

Este documento presenta los conocimientos que, hasta la fecha, se tienen en América Central sobre el cultivo de la especie *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand. Es el producto de la investigación realizada desde 1980 por el CATIE y las instituciones forestales nacionales de la región centroamericana, durante el desarrollo de los Proyectos Leña y Fuentes Alternas de Energía (LEÑA) y Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA).

* Para los efectos de este documento, América Central corresponde a los territorios de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, países miembros del CATIE en la región centroamericana.

Bombacopsis quinatum es una de las especies que se cultiva en las zonas bajas y húmedas de la región para la producción de madera, su cultivo se ha incrementado en los últimos años por su buen crecimiento inicial y por la calidad de la madera.

1. BOTANICA Y ECOLOGIA ✓

Bombacopsis quinatum (Jacq.) Dugand es una especie de la familia Bombacaceae, los árboles alcanzan hasta 30 m de altura y diámetros superiores a 100 cm. La especie es monoica y decidua; la madera es de gran calidad y de alta estabilidad dimensional.

Se distribuye en forma natural desde Honduras hasta Venezuela, desde el nivel del mar hasta 900 m, en lugares con una precipitación media anual entre 800 y 2200 mm, con una estación seca definida de tres a cinco meses y una temperatura de 20 a 27°C. Presenta un mejor desarrollo en sitios planos con suelos profundos, de textura franco a franco arcillosa y con buen drenaje.

La especie posee pocos factores limitantes, entre los que se mencionan los suelos poco profundos, compactados y de baja fertilidad natural, lo mismo que las pendientes pronunciadas y la excesiva humedad del suelo. Existen algunos patógenos, insectos y animales vertebrados que provocan daños sin llegar a constituirse como problemas serios.

Actualmente se desarrollan programas de mejoramiento genético de esta especie, en Venezuela, Colombia y Costa Rica.

Clasificación ✓

Bombacopsis quinatum, pertenece a la familia Bombacaceae. Fue descrita por Jacquin en 1760 como *Bombax quinatum*. En 1926, Pittier creó el género *Bombacopsis*, para incluir a las especies americanas que no se ajustaban a los géneros descritos. En 1938, Dugand consideró que la descripción del género *Bombax*, no se adaptaba para las especies americanas, por lo tanto, propuso el cambio del género a *Bombacopsis* y la especie a *quinatum*. En 1987, Stevens en una revisión del género, propuso el cambio de nombre a *Pochota quinata*, pero el consejo taxonómico no aceptó la propuesta por considerar que el nombre *Bombacopsis* era ampliamente conocido, de que existían áreas extensas de plantación y que el cambio de nombre podría confundir a los usuarios (Pittier, 1926; Dugand, 1938, 1943; Robyns, 1964; Stevens, 1987). En consecuencia, el nombre correcto hasta el momento es *Bombacopsis*

quinatum (Jacq.) Dugand y como sinónimos están: *Bombax quinatum* Jacq., *Bombax Nicoyensi* Pittier., *Pachira fendleri* Seem, *Pochota vulgaris* Ramírez-Goyena, *Bombacopsis Fendleri* (Seem) Pittier, *Bombacopsis Jaris* Pitt, *Bombacopsis sepium* Pitt*.

Comúnmente se conoce como: cedro espino (Honduras), pochote (Nicaragua, Costa Rica), cedro espinoso y ceiba (Panamá), ceiba, ceiba colorado, ceiba tolua (Colombia), ceiba colorado, ceiba espinosa y saqui-saqui (Venezuela) (Pittier, 1926; Standley, 1928; Robyns, 1964; Dugand, 1943).

Descripción de la especie ✓

Bombacopsis quinatum (Jacq.) Dugand, es una especie monoica, latifoliada, decídua, que puede alcanzar más de 30 m de altura y de 100 a 300 cm de diámetro. El fuste es recto con grandes gambas y numerosos agujones, aunque existen variaciones de troncos casi lisos; copa ancha y redondeada, con ramas más o menos horizontales (Robyns, 1964; Chaves y Chinchilla, 1988; Lamprecht, 1954).

La corteza externa es de color grisácea, internamente es rojiza o blancuzca; comúnmente presenta una corteza de 10 a 18 mm de grosor y rimosa (Robyns, 1964).

Las hojas son alternas, con estípulas, digitadamente compuestas; generalmente con cinco folíolos glabros; peciólulos de 2 a 8 mm de largo; lámina abovada u oblonga obovada, de 4 a 17 cm de largo y de 1,5 a 7,2 cm de ancho, subcoriáceas o cartáceas, con los bordes ligeramente curvados y nervios poco prominentes en ambos lados. Los peciolos son largos de 4 a 15 cm (Robyns, 1964) (Figura 1).

La especie pierde sus hojas a finales de noviembre y diciembre, su nuevo follaje aparece a mediados de mayo en la zona seca de Costa Rica (Chaves y Chinchilla, 1988).

Las flores aparecen en inflorescencias cimosas, hasta en flores solitarias de 7 a 11 cm de largo, el receptáculo generalmente es penta-glandular, cáliz campanulado o campanulado tubiforme,

* Aunque el género más ampliamente utilizado es *Bombacopsis quinatum*, múltiples estudios taxonómicos proponen a *Bombacopsis quinata* como el nombre correcto; no obstante, se utilizará *B. quinatum* para evitar confusiones.

pétalos lineales, sub-obtusos o sub-agudos de 7 a 11 cm de largo y de 6 a 10 mm de ancho, de color blanco a rosado, densamente pubescentes; estambres numerosos (más de 100) color blanco; el estigma sobresale ligeramente de las anteras. Esta estructura de la flor parece adaptada para evitar la autopolinización (Quijada, 1982).

Las flores abren generalmente entre 8 y 10 de la noche, cuando la temperatura baja a menos de 25°C; a la mañana siguiente, las flores tiran los pétalos y estambres, persistiendo el estilo, aún después de formado el fruto. La polinización la realizan murciélagos y mariposas nocturnas (Quijada, 1980; Araya, 1983).

El fruto es una cápsula oblongo ovoide, pentágona, truncado en el ápice, recto o ligeramente arqueado, aristas presentes, pero romas dehiscentes, de color café o marrón, semillas numerosas, de 4 a 5 mm de largo por 3 a 5 mm de ancho, cubiertas por fascículos lanosos color pardo, el número de semillas varía de 12 000 a 32 000/kg. La viabilidad de la semilla se pierde rápidamente si no se le da el manejo adecuado (Robyns, 1964; Finol, 1964; Lemckert, 1978; Quijada, 1980).

Presenta una raíz central bien definida (pivotante), de forma cónica, que alcanza entre 1,10 a 2,20 m de profundidad. Se ramifica en dos o tres raíces al llegar al extremo inferior. Cuando el horizonte superior es arcilloso, la raíz central presenta deformaciones tales como engrosamiento o torsiones, pero recupera su forma si encuentra condiciones favorables. Las raíces laterales son superficiales, se encuentran entre 10 y 30 cm de profundidad, con diámetros entre 1 y 11 cm (Saldarriaga, 1979).

La madera no posee olor ni sabor característico, es difícil de secar, liviana, fácil de trabajar y presenta propiedades mecánicas muy favorables (Tuk, 1975; Silverborg, *et al.*, 1970; Record y Hess, 1943).

Requerimientos ambientales ✓

El pochote se encuentra en forma natural desde Honduras hasta Venezuela, entre las latitudes 6°N y 14°N (Robyns, 1964; Pittier, 1926; Dugand, 1943). En Honduras, Nicaragua

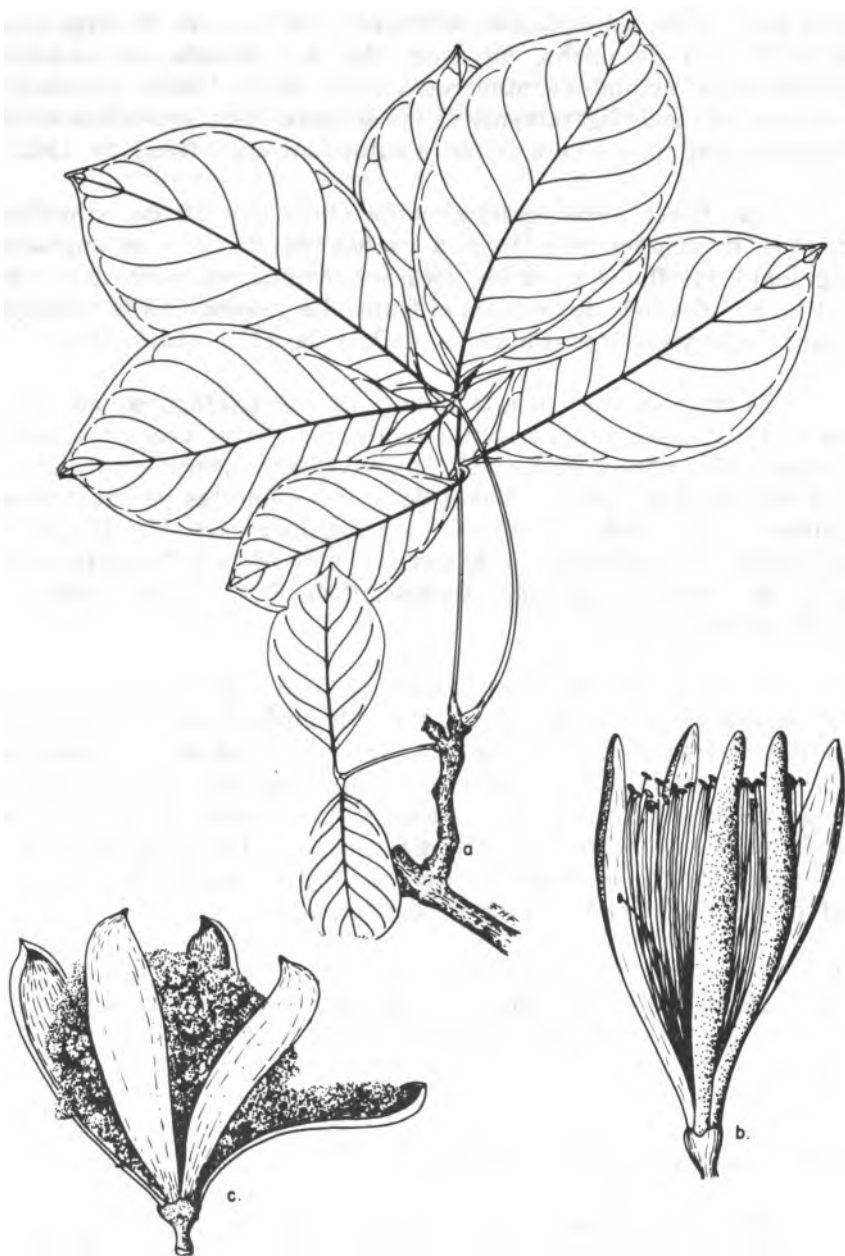


Figura 1. Características anatómicas de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand (Tomado de Chaves y Chinchilla, 1988).

y Costa Rica crece en la vertiente del pacífico en regiones con marcada estacionalidad; en Panamá se distribuye en la vertiente atlántica y pacífica. En Colombia se presenta en forma natural en la zona húmeda y seca de la costa caribe y en Venezuela en la costa atlántica y los llanos centro-occidentales (Robyns, 1964; Record y Hess, 1943) (Figura 2).

La especie se encuentra en bosques mezclados, en asociaciones con especies como: *Cedrela mexicana*, *Tabebuia* sp, *Enterolobium cyclocarpum*, *Bursera simarouba*, *Calycophyllum candidissimum*, *Lysiloma seemanii*, *Acacia costarricensis*, *A. farnesiana*, *Guazuma ulmifolia*, *Caesalpinea eriostachys* y muchas otras más (Chang, 1984; Morales y Whitmore, 1975).

En condiciones naturales, se le encuentra en sitios que van desde el nivel del mar hasta los 900 m de altitud, con temperatura media anual de 20 a 27°C y una precipitación que varía entre los 800 y 2200 mm por año, con una estación seca bien definida de tres a cinco meses (Saborío y Porras, 1979; Webb, 1980; Navarro, 1987). En Costa Rica se ha plantado en lugares con precipitaciones entre 2200 mm y 4600 mm por año (Navarro y Martínez, 1989).

En forma natural se le encuentra en suelos de textura arenosa, franco arenosa o arcillosa, de buen drenaje; los mayores crecimientos ocurren en suelos con alto contenido de arena en el horizonte superficial y con pH neutros o ácidos (Webb, 1980; Ladrach, 1984; Finol, 1964; Morales y Whitmore, 1975; Navarro y Martínez, 1989; Chang, 1984; Lamprecht, 1954).

El pochote se desarrolla mejor en suelos poco compactados, profundos, con fertilidad natural alta y en sitios planos y con buen drenaje (Navarro y Martínez, 1989; Camacho, 1981; Balbuena, 1980).

La pendiente es un factor limitante en zonas secas y de lluvias estacionales fuertes en donde ésta favorece el escurrimiento; en consecuencia, hay poca infiltración para proveer una reserva de humedad para las plantas. Los suelos arcillosos en los dos primeros horizontes, con alta pendiente y pH bajo, producen los menores incrementos (Navarro y Martínez, 1989).

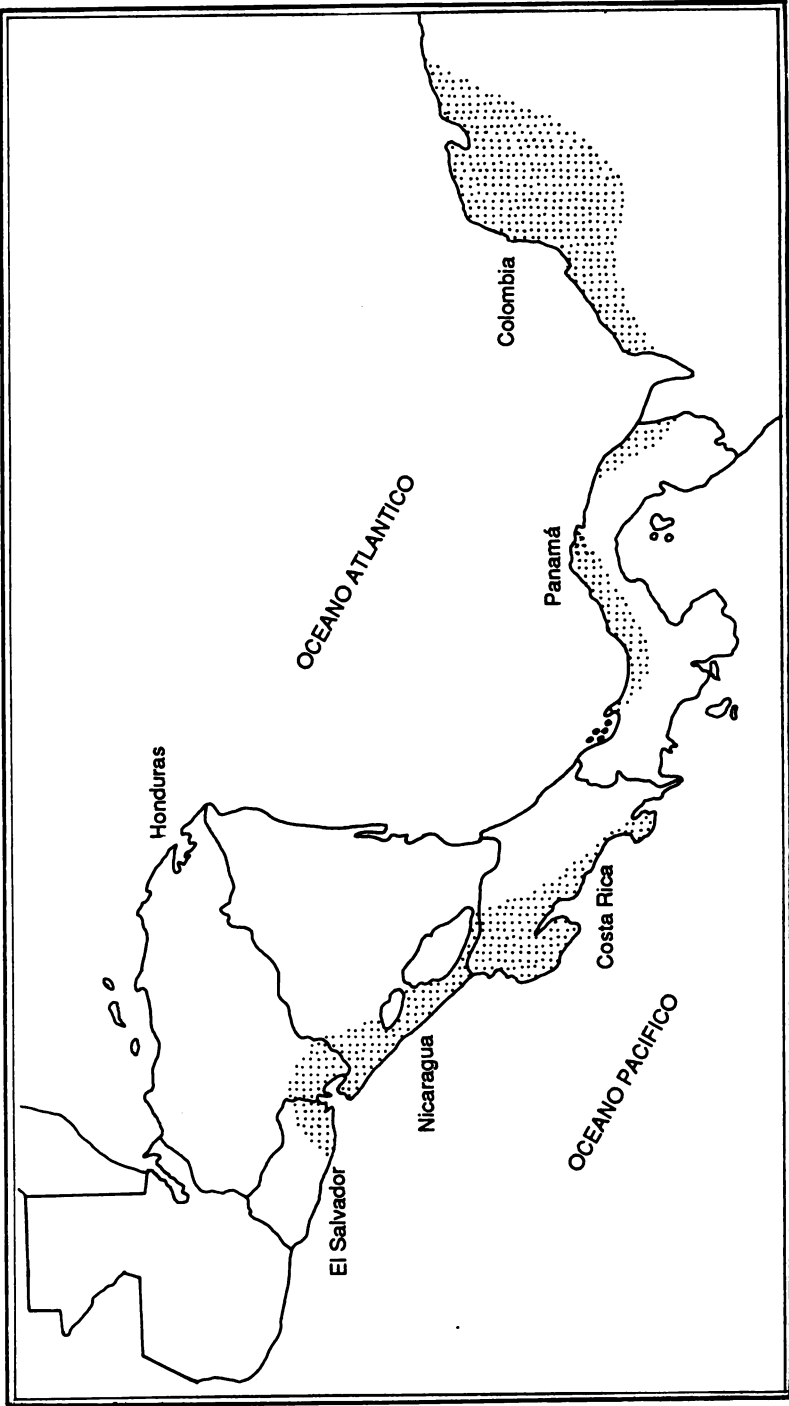


Figura 2. Distribución natural de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand (Tomado de Robyns, 1964; Record y Hess, 1943).

Con base en el sistema de clasificación de Holdridge, crece en el bosque seco tropical, bosque húmedo y muy húmedo tropical y bosque seco premontano (Saborío y Porras, 1979; Quijada, 1988; Morales y Whitmore, 1975; CATIE, 1986).

La madera del pochote presenta un color blanco o amarillo pálido en condición verde, en condición seca el color es pardo muy claro; presenta anillos de crecimiento diferenciados, sus límites están marcados por bandas oscuras regulares. Tiene grano recto y textura suave, posee una densidad de 0,38 a 0,43, es fácil de trabajar, difícil de secar, buena estabilidad dimensional y durabilidad natural. La madera se emplea en la construcción de muebles, molduras, forros y construcción en general (puertas y ventanas) (Vargas, 1972; Saborío y Porras, 1979; Webb, 1980; González, *et al.*, 1971; Tuk, 1975). Asimismo, Delgado (1977) reporta el uso de las ramas de pochote en la elaboración de tableros de excelente calidad. En Costa Rica se les utiliza también en la construcción de cercas vivas.

Entre los factores considerados como limitantes, para el crecimiento de la especie, están los suelos superficiales de baja fertilidad natural, compactados y arcillosos y las pendientes pronunciadas (Navarro y Martínez, 1989).

La falta de humedad en el suelo se considera como el principal factor limitante de la especie, de ahí que los mayores crecimientos se presenten en sitios planos (Navarro y Martínez, 1989; Kane 1989 b; 1989 c).

La falta de luz también se considera como factor limitante, principalmente a partir de los dos años de edad.

Plagas y enfermedades

La madera de pochote presenta alta resistencia natural a hongos de pudrición blanca y marrón. Se observó que el porcentaje de pérdida de la madera provocado por los hongos *Lenzites trabea*, *Polyporus sanguineus* y *Poliporus versicolor*, después de cuatro meses a 27°C y 75% de humedad relativa, fue de 0, 0,2 y 0,7%, respectivamente (Silverborg, *et al.*, 1970). Sin embargo, es muy susceptible al ataque de barrenadores y gorgojos (Weeb, 1980).

Los frutos son atacados por un pequeño insecto rojo (Coleoptero) que los destruye antes de la diseminación (Finol, 1964).

También, la larva del insecto *Arsenura armida* produce la defoliación del árbol. Estas larvas comen de noche, gregariamente y se mueven en fila india de un árbol a otro; durante el día, cuando la temperatura es alta permanecen en la parte baja alrededor del tronco, formando grupos compactos, frecuentemente de 30 a 40 larvas. Cuando la temperatura baja, se mueven hacia las ramas y consumen completamente las hojas iniciando con las más tiernas. Su control es efectivo aplicando Dipterex* 80, al 0,5% (500 g en 100 litros de agua) (Briceño y Ramírez, 1976).

En Guanacaste, Costa Rica, es frecuente observar las ardillas (*Sciurus variagatoides*) descortezando el tallo principal, lo que afecta el desarrollo y forma de los árboles (Chaves y Chinchilla, 1988). Otras plagas y enfermedades que atacan al pochote en América Central, reportadas por (CATIE, (1991)), se presentan en el Cuadro 1.

Mejoramiento genético ✓

La propagación de pochote mediante el enraizamiento de estacas, es el método más utilizado para establecer huertos semilleros; este sistema permite multiplicar los clones mejorados y establecer jardines clonales para conservar el germoplasma valioso (Kane, 1989 h; Quijada y Torres, 1972) (Figura 3).

Los estudios sobre esta materia demuestran que las estacas primarias son superiores en cuanto al porcentaje de ramets florecidos y fructificados, con respecto a estacas secundarias e injertos, se ha observado poca diferencia entre los dos últimos. Los clones cuyos ramets están distribuidos espacialmente muy cercanos entre sí fructifican menos, debido posiblemente a la presencia de un alto grado de autopolinización. También, se ha observado que las estacas florecen después de un año de establecidas, mientras otros métodos, como el injerto, tardan tres años o más (Quijada y Torres, 1972; Quijada, *et al.*, 1973).

Para establecer huertos, se sugiere el uso de estacas de 50 a 80 cm de largo y de 4 a 14 cm de diámetro (Araya, 1983; Miranda, 1986; Castillo y Bermúdez, 1987).

* El uso de nombres comerciales no implica recomendación alguna por parte del CATIE.

Cuadro 1. Plagas y enfermedades que afectan a *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en América Central.

| Plagas | Tipo de daño | Edad o tipo de planta afectada | Gravedad del daño |
|--|--|--------------------------------|-------------------|
| INSECTOS | | | |
| <i>Acheta assimilis</i> (Grillo) | Destrucción de plántulas | V | E |
| <i>Achyloides bursirus</i> | Defoliación | J | R |
| <i>Aepytus</i> sp. | Barrenamiento de médula | M | E |
| <i>Agrotis</i> sp. (Gusano cortador) | Destrucción de plántulas | V | C |
| <i>Aita</i> spp. (Zompopas) | Defoliación | V, J, M | C |
| <i>Caio championi</i> | Defoliación | M | R |
| <i>Elasmopalpus lignosellus</i> | Destrucción de plántulas | V | E |
| <i>Eulepidotis</i> sp. | Defoliación | J, M | E |
| <i>Lirimiris lignitecta</i> | Defoliación | J | R |
| <i>Mogena</i> sp. | Punción-succión | J, M | R |
| <i>Pantomorus strabo</i> | Defoliación | V, J, M | E |
| <i>Periphoba arcae</i> | Defoliación | M | R |
| <i>Phyllophaga</i> sp. (Joboto) | Destrucción de raíces | V, J | C |
| <i>Psylla</i> sp. | Punción-succión | V, J | E |
| <i>Schistocerca piceifrons</i> (Langosta) | Defoliación | J, M | E |
| <i>Vaquita</i> | Defoliación | J, M | R |
| <i>Steirastoma histrionicum</i> | Barreamiento de xilema y médula | J, M | C |
| | Mordisqueo de la corteza. | | |
| ANIMALES VERTEBRADOS | | | |
| <i>Alloutta palliata</i> (Mono congo) | Destrucción de plántulas. Consumo de follaje | V, M | R |
| <i>Ctenosaura similis</i> (Garrobo o iguana) | Destrucción de plántulas | V | R |
| <i>Odocoileus virginianus</i> | Destrucción de plántulas | V, J | E |
| <i>Orthogeomys cherri</i> | Destrucción de plántulas y árboles. | V, J, M | C |
| <i>Sigmodon hispidus</i> (Rata de caña) | Descortezamiento | V, J | C |
| <i>Sciurus variegatoides</i> (Ardilla) | Descortezamiento | M | E |
| <i>Cayassu tajacu</i> (Zafno) | Destrucción de plántulas | V, J | E |
| PATOGENOS | | | |
| <i>Colletotrichum dematium</i> | Tallo | V | C |
| <i>Cylindrocladium</i> sp. | Raíz, tallo | V | R |
| | Tallo | V | R |
| <i>Fusarium solani</i> | Raíz | V | E |
| | Tallo | V | E |
| <i>Phomopsis salmonica</i> | Tallo | V | E |
| <i>Rosellinia</i> sp. | Raíz | M | R |
| | Tallo | M | R |
| <i>Scytalidium</i> sp. | Tallo | V | R |
| <i>Verticillium</i> sp. | Tallo | V | R |

Edad o tipo de planta afectada

Gravedad del daño

S = semillas

V = plántulas o pseudoestacas en vivero

J = árboles jóvenes, menores de 3 años

E = problema esporádico, que ha demandado al menos una vez esfuerzos de combate.

C = problema crónico, presente en ciertos casos; casi siempre alcanza dimensiones de epidemia.

M = árboles mayores de 3 años

R = problema registrado, observado cuando menos una vez

Fuente: CATIE, (1991).



Figura 3. Huerto semillero de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en Guanacaste, Costa Rica.

En condiciones de sequía prolongada el pochote tiene una respuesta positiva a la floración, ya que se estimula el desarrollo de yemas florales y una mayor dispersión del polen y consecuentemente una mayor producción de semillas. También, se ha observado que la cantidad de lluvia entre marzo y abril afecta negativamente la cantidad de semillas fértiles por fruto y el número de frutos por ramet (Quijada, 1981).

Algunas recomendaciones para el establecimiento de huertos semilleros y acervo genético de la especie, según Quijada (1981) son:

- a) Utilizar un diseño totalmente aleatorio.
- b) Utilizar entre 15 y 25 clones con una buena selección, basada en compatibilidades generales.



Figura 4. Característica de la corteza del tallo de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand.

- c) Utilizar un mínimo de cinco ramets por clon y una relación de 2:1 entre el clon más frecuente y el menos frecuente, este balance disminuiría la posibilidad de obtener semilla con alto grado de consanguinidad.
- d) Utilizar un espaciamiento de 7,0 m x 7,0 m, para evitar el cierre temprano del dosel (que no favorece la dispersión del polen) y permite un mantenimiento mecanizado.

Los ensayos de progenies en *B. quinatum*, utilizados para determinar el potencial hereditario de los padres, han demostrado que existe alta heterogeneidad en el crecimiento en altura y presencia de agujones entre progenies y procedencias a edad temprana.

También, se ha observado después de 10 años, que los árboles provenientes de huertos semilleros y de estacas propagadas dentro del huerto, en su mayoría, no han manifestado presencia de agujones y los pocos que presentan tienen baja frecuencia. Esto parece indicar la presencia de alelos o combinaciones genéticas responsables de este fenómeno. La característica de formación temprana de agujones es probablemente un factor importante de supervivencia en el bosque natural, donde la especie es atacada frecuentemente por roedores y otros animales, que aprovechan el tallo tierno y succulento como alimento (Quijada, 1988).

2. ESTABLECIMIENTO ✓

La especie puede ser reproducida por semilla, estacas e injertos; la reproducción por semilla puede hacerse utilizando camas de germinación con trasplante a eras, o por siembra directa en bancal, en buen estado, presenta un 40 y 90% de germinación. En la reproducción por estacas, se utilizan tamaños entre 10 y 30 mm de grosor y 10 a 20 cm de largo, las estacas deben estar lignificadas, semi-lignificadas o suculentas, aunque las primeras presentan mayor capacidad de supervivencia. La densidad de plantas en bancal, ya sean semillas o estacas, es de 40 a 60/m². Debe utilizarse 110 kg/ha de N en cinco aplicaciones y 5 kg/ha de Cu en dos aplicaciones en los primeros dos meses.

Para establecer plantaciones, puede utilizarse pseudoestacas, plántones deshojados o estacas enraizadas, hasta un mes antes del inicio de las lluvias. El espaciamiento utilizado para plantación es de 3 m x 3 m.

El control de malezas es de mucha importancia, ya que la falta de humedad en el suelo es el principal factor limitante para la especie; deben combinarse los métodos mecánicos o manuales con el control químico para lograr una mayor efectividad.

En el bosque natural la especie se encuentra representada en el estrato superior e intermedio; en el estrato inferior, la regeneración es nula, debido posiblemente a la poca luz.

Producción en vivero ✓

Recolección de semillas

En Costa Rica, los frutos maduran en abril y deben ser cosechados del árbol antes de que se caigan. Para extraer la semilla, los frutos deben ser colocados al sol o a la sombra, para que pierdan humedad y se abran; posteriormente, en forma manual, se quita el algodón que las cubre. La viabilidad natural de las semillas dura cuatro meses, almacenadas con un 20% de humedad y 5°C puede conservarse por años (Chavarría y Quirós, 1986; Musálem, 1989; León, 1955).

B. quinatum produce abundante cosecha anual de semillas. El número de semillas varía entre 12 000 y 32 000/kg. Se logra una germinación entre 70-80% sin tratamiento pregerminativo. La germinación es epígea y ocurre entre una y cuatro semanas después de la siembra. A los ocho o 15 días después de la germinación, las plantitas deben ser trasplantadas del germinador al bancal, protegiéndolas con sombra durante los primeros 15 días.

La planta se desarrolla muy rápido en el vivero y posee una raíz principal muy robusta y pocas raíces secundarias (Morales y Whitmore, 1975; Weeb, 1980; Lemckert, 1978; Chang, 1984; Richmond, 1984; Chavarría y Quirós, 1986; Musálem, 1989; Ricardi *et al.*, 1979).

En la fase de vivero también puede utilizarse la siembra directa, depositando dos semillas por postura a un centímetro de profundidad y sin el uso de sombra temporal; esta práctica se ha venido utilizando con éxito en Guanacaste, Costa Rica.

Para la producción en pseudoestacas de seis meses o más, con un tamaño de 20 cm de raíz y 20 cm de tallo, la densidad varía entre 42 y 60 plantas/m² (15 x 15 cm a 13 x 13 cm), (Finol, 1964; Morales y Whitmore, 1975; Kane, 1989g; Weeb, 1980; Lemckert, 1978) (Figura 5).

El pochote también es fácil de reproducir por estacas. Es conveniente utilizar ramas entre 10-30 mm de diámetro y 10-20 cm de largo, pueden ser estacas lignificadas, semilignificadas o suculentas; asimismo, en este proceso es conveniente usar un 70% de sombra y riego por nebulización; además, se debe aplicar ácido indolbutírico en una concentración de 5000 ppm u otro producto para favorecer el enraizamiento.

Las estacas lignificadas presentan un mejor enraizamiento y más alta supervivencia que las semilignificadas y suculentas; no obstante, estas últimas pueden ser utilizadas con el propósito de aumentar el número de estacas disponibles para enraizar.

Las estacas se entierran 5 cm de profundidad y aproximadamente a los 25 días de enraizadas, se pasan a eras en una densidad de 40-50 estacas/m² (Kane, 1989e; 1989c; 1989h; 1989g; Quijada, *et al.*, 1973; Melchior *et al.*, 1972; Richmond, 1984). Se ha observado que las estacas con mayor diámetro y longitud, son las que presentan mayor capacidad para sobrevivir, mayor



Figura 5. Reproducción de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en vivero, en Guanacaste, Costa Rica.

crecimiento radicular y producen mejores brotes (Araya, 1983; Quijada, *et al.*, 1973; Melchior, *et al.*, 1972). Asimismo, Chavarría y Quirós (1986), recomiendan propagar estacas durante los meses de abril, diciembre y febrero, para obtener mayor supervivencia.

El uso de fitohormonas (ácido indolbutírico, rothone) no influye en el porcentaje de supervivencia de las estacas, pero sí aumenta el número y tamaño de raíces por estaca. También, el tipo de sustrato y la temperatura influyen en el enraizamiento y tamaño de las raíces (Melchior *et al.*, 1972).

La especie puede ser reproducida muy fácilmente por medio de injertos, lográndose hasta un 75% de éxito en patrones de un año y medio de edad y 60 cm de altura; se sugiere utilizar el injerto inglés con un corte liso en el patrón y púa (Melchior, *et al.*, 1971). Según Quijada y Gutiérrez (1971), el injerto se da sin mayores dificultades; sin embargo, ha sido negativo en cuanto a floración y fructificación después de varios años, ya que produce pocos frutos.

Para mejorar la calidad y el crecimiento de las plantas, Kane (1989h y 1989g) recomienda la aplicación de 117 kg N/ha (sulfato de

amonio) distribuido en cinco aplicaciones dentro de los primeros dos meses y 5 kg de cobre/ha (sulfato de cobre) en una o dos aplicaciones durante el mismo período.

El terreno para vivero debe ser preparado intensivamente; esto incluye, arado y rastrillado, construcción de bancales y desagües (Navarro y Martínez, 1989).

Para reducir los costos en el vivero, por concepto de riego, se recomienda realizar la siembra al iniciar las lluvias; así, al finalizar la época lluviosa, las plantas logran alcanzar 50 cm de altura y un diámetro en el cuello de la raíz de 2-3 cm, esto les permite soportar la estación seca, además, lignificar su tallo, haciéndolas más resistentes a las condiciones de campo abierto.

Establecimiento de la plantación ✓

El pochote puede ser plantado hasta tres semanas antes del inicio de las lluvias, obteniéndose una sobrevivencia excelente. La plantación temprana reduce la competencia por malezas durante la época inicial de establecimiento, facilita el cumplimiento temprano del programa de reforestación, dando mayor disponibilidad de tiempo para concluir otros programas de reforestación con especies que deben plantarse en época lluviosa; además, permite planificar adecuadamente el control de malezas (Kane, 1989g).

Para establecer plantaciones puras, se recomienda una preparación intensiva del suelo, eliminando la maleza en forma manual o mecanizada y posteriormente quemar las mismas; el arado y rastrillado cuando se considere necesario y las condiciones topográficas lo permitan. También, puede emplearse una preparación química en rodajas o en toda el área (Ladrach, 1984; Navarro y Martínez, 1989; CATIE, 1986).

Para establecer la plantación se utilizan pseudoestacas de 20 cm de raíz y 20 cm de tallo, plantones deshojados o estacas enraizadas. Las plantaciones hechas con estacas producen mayor ramificación, lo que puede aumentar los costos por efecto de poda; aunque se ha observado que estas plantaciones presentan un crecimiento inicial mayor (Kane, 1989i; 1989g; Navarro y Martínez, 1989; Richmond, 1984).

Se han utilizado espaciamientos desde 2 m x 2 m hasta 5 m x 5 m con combinaciones intermedias, el espaciamiento más

recomendable es el de 3 m x 3 m (Loján, 1968; Navarro y Martínez, 1989; CATIE, 1986). Un factor que favorece el establecimiento de los espaciamientos amplios, de 4 m x 5 m o 5 m x 5 m, es que se requieren menos aclareos y los productos de las intervenciones tienen mayor uso (Chaves y Chinchilla, 1988) (Figura 6).

La falta de humedad en el suelo, ha sido apuntada como el principal factor limitante para el pochote, de ahí la importancia de un adecuado programa para el control de malezas. Las experiencias que se tienen en este aspecto, han demostrado que la supervivencia no se ve afectada al aplicar un control físico (manual y/o mecanizado) o el método químico (herbicidas), o una combinación de ambos; en cambio, el incremento en altura ha resultado mayor hasta en un 48% cuando se hace un control químico (Kane, 1989b; 1989f).

Cuando se lleva a cabo el control físico, se recomienda realizar limpiezas con machete (manual) en la hilera de los árboles y con rastrillo (mecanizado) entre hileras, haciendo un promedio de 5-10 limpiezas manuales y 3-6 limpiezas mecanizadas, durante el primer año y de 2-7 limpiezas manuales y 2-4 mecanizadas el segundo año. El costo del control químico ha resultado ser más del doble de alto que el control manual-mecanizado; por lo tanto, se requiere de estudios para reducir el valor del mismo, haciendo aplicaciones restringidas y programadas. El uso de herbicidas como Roundup y Velpor* han mostrado gran efectividad en la eliminación de un amplio rango de malezas, tanto de gramíneas como especies de hoja ancha (Kane, 1989b; 1989f; Balbuena, 1980).

En general, para lograr un control efectivo de malezas, es necesario formular un plan integrado, el cual incluye la preparación del sitio y las aplicaciones de herbicida para reducir la competencia. La preparación mecánica (cuando es posible) del sitio para la plantación, reduce la población inicial de semillas y estolones viables, y continúa con la aplicación de herbicidas durante los primeros 15 meses después de plantado. Los herbicidas pos-emergentes deben aplicarse cuando las semillas hayan germinado y antes de que la maleza haya formado macoya o cepa y se inicie la producción de semillas (Kane, 1989b; 1989f).

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



Figura 6. Plantación de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en Guanacaste, Costa Rica.

Los estudios realizados en esta materia han demostrado que la aplicación de nitrógeno no tiene efecto significativo en la supervivencia, diámetro y altura (Kane, 1989a). Realmente son muy pocas las experiencias que existen al respecto; se considera necesario continuar trabajos sobre nutrición para llegar a obtener las respuestas necesarias.

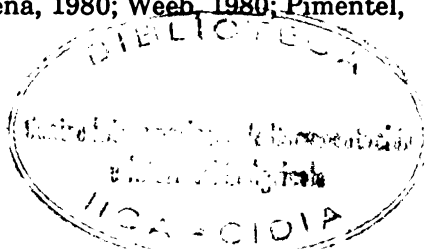
Regeneración natural ✓

La especie requiere de mucha luz luego de la germinación de la semilla, esto indica que bajo condiciones naturales la germinación puede ser mayor, pero si el dosel no es abierto en los primeros dos años, la regeneración muere. Quizás esto explica la pobre representación del pochote en el bosque natural (Morales y Whitmore, 1975; Lamprech, 1954; Petit, 1969).

Los estudios realizados en el bosque natural han demostrado que la especie se encuentra representada por árboles adultos, explotables que acumulan un volumen superior a los $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ y por árboles jóvenes, pero existe un reducido o nulo número de individuos de regeneración natural en el estrato inferior, que garantice la permanencia de la especie (Lamprecht, 1954; Finol, 1971; Párraga, 1974).

También se ha utilizado el pochote en plantaciones en líneas o enriquecimiento de bosque natural, donde las franjas son de seis o siete metros de ancho, con una separación entre líneas de 10 a 25 m y un distanciamiento entre plantas de 2 m x 2 m o 2,5 m x 2,5 m. En este sistema de plantación, la vegetación del piso inferior del bosque se corta en forma manual, extrayendo palmas y especies no comerciales; posteriormente, se hace una quema controlada. El control de malezas se efectúa manualmente, realizando tres limpiezas el primer año, dos el segundo; para el tercer año, se realiza una limpieza y una corta de liberación. En el cuarto y quinto año se repiten las labores del segundo y tercer año, respectivamente (Balbuena, 1980; Pimentel, 1982).

En este tipo de enriquecimiento ha existido un pobre crecimiento, debido posiblemente a una inadecuada disposición de luz, ya que como se ha indicado es una especie heliófila, aunque tolera sombra cuando joven (Balbuena, 1980; Weeb, 1980; Pimentel, 1982).



3. MANEJO

El pochote, bajo condiciones favorables de luz y suelo, es una especie de crecimiento lento, presenta incrementos medios anuales entre 1,0 cm y 2,5 cm en diámetro y de 1,0 m a 1,8 m en altura. Hay diferencias muy marcadas en cuanto a crecimiento, en donde, variables como el porcentaje de arcilla, pendiente, número de meses secos y la precipitación media anual, parecen determinar con mayor peso el índice de sitio.

Para el manejo de las plantaciones, se recomienda realizar el primer aclareo entre los seis y siete años, cuando el área basal se encuentre entre 22 y 25 m²/ha, extrayendo de 6 a 8 m²/ha. Para los próximos aclareos se sigue el mismo criterio, asimismo, la primera poda debe ejecutarse entre el cuarto y quinto año para facilitar el acceso, cortando las ramas hasta un tercio de la altura total del árbol y la segunda poda, después del primer aclareo, podando hasta la mitad de la altura del árbol.

Crecimiento en diferentes sitios

B. quinatum presenta gran variación en el crecimiento entre árboles de la misma edad, en un mismo sitio. Además, la especie presenta un período de crecimiento de seis meses (mayo-octubre) y un período de reposo también de seis meses (noviembre-abril). Se ha encontrado que el crecimiento en diámetro tiene una correlación positiva con la precipitación y la humedad relativa (Loján, 1967; 1968).

En condiciones favorables de luz y suelo la especie puede crecer más de un metro en altura por año (Finol, 1964). Chang (1984) reporta un incremento medio anual (IMA) de 0,9 cm y 1,6 m en dap y altura, respectivamente; mientras que para Navarro, el IMA en dap varía entre 1,5 a 2,5 cm y la altura entre 1,0 a 1,8 m.

Según Camacho (1981), el IMA promedio en plantaciones jóvenes menores de siete años es de 1,4 cm en dap, 0,8 m en altura y 2,03 m²/ha en área basal, con diferencias muy marcadas entre sitios a una misma edad.

Incrementos muy similares a los anteriores son reportados en la red de ensayos establecidos en Costa Rica y Panamá, por el

proyecto Madeleña (Cuadro 2). Esta información del Cuadro 2 proviene de 89 registros o parcelas del Sistema de Manejo de Recursos Arbóreos (MIRA) del Proyecto Madeleña de parcelas con una edad mayor a un año y supervivencia de más del 50%. Se observa que para edades inferiores a los 12 años, el IMA en altura varía desde 0,88 a 1,84 m y, para el dap, varía desde 1,59 a 3,12 cm, valores que indican un buen crecimiento de la especie.

Indice de sitio

Estimación directa

El índice de sitio se representa mediante la altura dominante de los árboles en un sitio, a una edad que se toma como base, de tal forma que los mayores índices representan los mejores sitios. La estimación directa del índice de sitio (IS) es una técnica que se utiliza para determinar la calidad del sitio donde crece una especie.

Navarro y Martínez (1989), utilizaron la altura mayor para crear un sistema de clasificación de sitios haciendo uso del modelo de Schumacher, por el método de intercepto común a una edad base de 10 años (Figura 7).

La ecuación desarrollada por Navarro (1987), para expresar el crecimiento promedio en altura mayor para pochote en Costa Rica es:

$$\text{Ln (h mayor)} = a + b/e^k$$

donde:

| | | |
|--------------|---|---|
| Ln (h mayor) | = | Logaritmo natural de la altura mayor |
| a,b | = | coeficientes de regresión (a= 6,1292 b= -5,3012) |
| k | = | una constante (0,199) |
| e | = | edad en años |

El modelo anterior es válido, para edades entre 1,3 y 40,5 años y para alturas mayores entre 2,7 y 22,9 metros.

Al aplicar el método de la curva guía con el intercepto común, se obtiene el par de ecuaciones para estimar el IS y h mayor (ver Cuadro 2A)

$$\text{Ln (IS)} = 6,129 + (\text{h mayor} - 6,129) (E/Eb)^{0,199}$$

$$\text{Ln (h mayor)} = 6,129 + (\text{IS} - 6,129) (Eb/E)^{0,199}$$

Cuadro 2. Características ambientales y de crecimiento de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en algunos sitios de América Central en donde se ha introducido la especie. 1/

| País | Sitio | Altitud (msnm) | IMA (°C) | PMA (mm) | Def. híd. | Zona de vida | Densidad inicial (Arb/ha) | Edad (años) | Sobrevivencia (%) | Diámetro | | Altura | |
|------|-------------------------------|----------------|----------|----------|-----------|--------------|---------------------------|-------------|-------------------|----------|--------------|--------|-------------|
| | | | | | | | | | | X (cm) | IMA (cm/año) | X (M) | IMA (M/año) |
| CR | Guápiles, Pococí, Limón | 70 | 24,7 | 4526 | - | bmh-T | 2500 | 10,0 | 53 | 16,5 | 1,6 | 11,8 | 1,1 |
| CR | Guápiles, Pococí, Limón | 300 | 25,9 | 3672 | - | bmh-P | 2500 | 11,3 | 54 | 18,1 | 1,6 | 13,2 | 1,1 |
| CR | Guácimo, Pococí, Limón | 26 | 26,9 | 3667 | - | bmh-T | 2500 | 9,5 | 49 | 18,2 | 1,9 | 15,8 | 1,6 |
| CR | Buenos Aires, Puntarenas | 200 | 24,7 | 4526 | - | bmh-T | 2500 | 10,3 | 32 | 26,2 | 2,5 | 18,2 | 1,7 |
| CR | Palmar Norte, Osa, Puntarenas | 240 | 24,7 | 4526 | - | bmh-T | 2500 | 10,3 | 46 | 20,3 | 1,9 | 17,2 | 1,6 |
| CR | Hojancha, Guanacaste | 370 | 27,2 | 2305 | 5 | bh-T | 1666 | 1,5 | 88 | - | - | 0,7 | 0,4 |
| CR | Esparza, Puntarenas | 208 | 26,5 | 2320 | - | bh-T | 2500 | 6,5 | 67 | 32,4 | 1,2 | 15,8 | 0,6 |
| CR | Nicoya, Guanacaste | 120 | 27,0 | 2223 | - | bh-T | 1600 | 7,4 | 72 | 19,0 | 2,5 | 12,8 | 1,7 |
| CR | Turrubares, Puntarenas | 224 | 26,0 | 2496 | - | bh-T | 2500 | 6,0 | 57 | 14,7 | 2,4 | 11,2 | 1,8 |
| CR | Sámara, Guanacaste | 300 | 27,0 | 2223 | - | bh-T | 1111 | 4,2 | 98 | 10,2 | 2,4 | 5,1 | 1,2 |
| CR | Hojancha, Guanacaste | 80 | 27,0 | 80 | - | bh-T | 1111 | 4,3 | 88 | 7,5 | 1,7 | 3,8 | 0,8 |
| CR | Hojancha, Guanacaste | 50 | 27,0 | 2223 | - | bh-T | 2500 | 3,2 | 94 | 8,1 | 2,4 | 4,1 | 1,2 |
| CR | Turrubares, San José | 300 | 27,5 | 1149 | 5 | bh-T | 2500 | 11,5 | 41 | 13,8 | 1,2 | 8,2 | 0,7 |
| CR | Turrubares, San José | 250 | 27,5 | 1149 | 5 | bh-T | 2500 | 4,3 | 65 | 13,5 | 3,1 | 8,1 | 1,8 |
| CR | CATIE, Turrialba, Cartago | 570 | 21,5 | 2641 | 5 | bmh-P | 400 | 40,3 | 100 | 52,3 | 1,3 | 22,9 | 0,5 |
| PA | Chupa, Macaracas, Los Santos | 80 | 27,3 | 1810 | 5 | be-T | 1600 | 17,5 | 59 | 20,0 | 1,1 | 16,8 | 0,9 |
| PA | Playa El Toro de Pedasí | 20 | 26,6 | 1325 | 5 | be-T | 1666 | 2,3 | 88 | 3,7 | 1,5 | 3,1 | 1,3 |
| PA | Playa El Toro de Pedasí | 20 | 26,6 | 1325 | 5 | be-T | 1666 | 2,3 | 92 | 4,6 | 1,9 | 3,7 | 1,5 |

Fuente: Sistema Mira, CATIE, 1990
1/ Promedios de crecimiento a nivel de tratamiento.

donde:

$\text{Ln}(\text{IS})$ = Logaritmo natural del índice de sitio
 $\text{Ln}(\text{h}_{\text{mayor}})$ = Logaritmo natural de la altura mayor
 E = Edad
 E_b = Edad base (10 años)

Para tener una idea del error que se puede esperar de la estimación del índice de sitio (IS), se calcularon estadísticas básicas a partir de las diferencias entre la altura dominante observada (Y_i) y la altura dominante estimada (P_i) para seis parcelas que ya habían alcanzado la edad base de 10 años.

Tamaño de muestra = 6
Promedio de las diferencias = 0,1066 m
Desviación estandar = 0,2977

Aunque las estadísticas indican un buen ajuste, para plantaciones cuya edad está lejos de la edad base seleccionada, mayor será el error esperado.

Estimación indirecta

Cuando se desea conocer la capacidad de un terreno, donde se sugiere plantar pochote, se utiliza el sistema de estimación indirecta, la cual toma en cuenta variables del sitio a plantar.

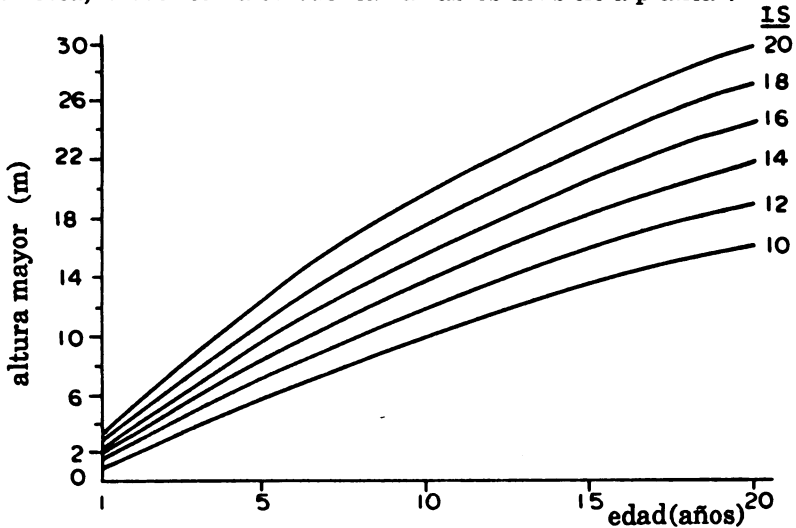


Figura 7. Curvas de crecimiento en altura dominante de varios índices de sitio para *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en Costa Rica (Tomado de Navarro, 1987).

Cuadro 2A. Ejemplo del cálculo de índices de sitio a través del modelo de intercepto común (a común) para Pochote en Costa Rica.

Ecuación general de Schumacher (1939):

$$\text{Ln}(h_{\text{mayor}}) = a + b/e^k \quad (1)$$

Haciendo el índice de sitio igual a h_{mayor} para una edad base (e_0), donde a permanece constante y b se denota como b_i , pues cambia para cada parcela:

$$\text{Ln}(IS) = a + b_i/e_0^k \quad (2)$$

Despejando b_i de (2) se tiene:

$$b_i = (\text{Ln}(IS) - a) * e_0^k \quad (3)$$

Reemplazando (3) en (1) y despejando para IS , se tiene el modelo de intercepto común presentado en este documento:

$$\text{Ln}(IS) = a + (\text{Ln}(h_{\text{mayor}}) - a) (e/e_0)^k \quad (4)$$

Los valores calculados de a , b y k del modelo (1) para Pochote en Costa Rica fueron:

$$a = 6,1292$$

$$b = -5,3012$$

$$k = 0,199$$

Para la parcela 303 con 10,36 años y 19,7 m de altura mayor observada tenemos:

Modelo de intercepto común

$$\text{Ln}(IS) = 6,1292 + (\text{Ln } 19,7 - 6,1292) * (10,36/10)^{0,199}$$

$$\text{Ln}(IS) = 6,1292 + (2,9806 - 6,1292) * 1,0071$$

$$\text{Ln}(IS) = 2,9582$$

$$IS = 19,26 \text{ m es decir } h_{\text{mayor}} = 19,3 \text{ m}$$

Para desarrollar modelos de predicción del índice de sitio, se han utilizado una gran cantidad de variables edáficas, climáticas y topográficas de los sitios donde se ubican plantaciones de pochote. Los cuatro modelos desarrollados se presentan en el Cuadro 3. Los modelos 1 y 2, con mayor precisión, utilizan muchas variables, requiriendo incluso hasta muestreos de suelos y análisis de laboratorio un tanto complejos, por lo que su uso se limita a aplicaciones donde estas variables estén disponibles (Cuadro 3A). Los modelos 3 y 4, aunque con menor precisión estadística, utilizan un número menor de variables, por lo tanto, permiten también, con mayor rapidez y facilidad, la determinación del índice de sitio (Navarro y Martínez, 1989; Navarro, 1987).

Considerando que estos modelos de estimación indirecta del índice de sitio, fueron desarrollados con base en una muestra pequeña en 15 diferentes sitios, en relación con el gran número de variables analizadas, el ajuste alto encontrado podría deberse, más bien, a la muestra y no a la especie. Es importante tomar en cuenta este aspecto antes de aplicar estos modelos a otros sitios.

Determinación del volumen individual de los árboles

El cálculo del volumen de los árboles es de gran importancia para valorar la productividad y rentabilidad de las plantaciones forestales. Normalmente, se estima el volumen en función del dap y la altura total; por ser características fáciles de medir, Hughell (1990), con datos de altura, dap y volumen generados por análisis fustal, desarrolló una ecuación para estimar el volumen que incluye diámetros entre 2 y 40 cm y alturas entre 1 y 21 m (Cuadro 4). Para desarrollar el modelo utilizó 106 observaciones y obtuvo un coeficiente de determinación de 97%, el mismo queda representado de la siguiente forma:

$$\text{Ln}(v) = a + b \text{Ln}(d) + c \text{Ln}(h)$$

donde:

Ln = logaritmo natural

v = volumen total del fuste sin corteza (m^3 /árbol)

d y h = diámetro (cm) y altura (m)

a, b, c = coeficientes de regresión (a = -8,0758, b = 1,2678 y c = 0,9729).

Cuadro 3. Modelos de predicción indirecta de la calidad de sitio para *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en Costa Rica.

MODELO 1

$$IS = -349,3625 + 0,0542a - 8,3903ms + 0,5888A + 0,8008alt + 7,3848tma + 0,0138pma - 0,5746mh - 1,6597pen + 17,9164pH - 0,7059mo + 16,2667acex + 2,7324Ca$$

$R^2 = 98\%$ (ajustado) $R^2 = 99\%$ $F = 0,0001$

MODELO 2

$$IS = 150,0433 - 1,5641pHNaF + 7,1579pH - 0,0490alt - 1,6053tma + 0,0029pma - 1,8619mh - 2,7667ms - 0,1109pen - 0,8699A - 17,5397den - 0,2526CIC7 + 0,7316prof - 0,8483a$$

$R^2 = 91\%$ (ajustado) $R^2 = 99\%$ $F = 0,0001$

MODELO 3

$$IS = 16,4507 + 1,3157ms - 0,1057A$$

$R^2 = 62\%$ (ajustado) $R^2 = 67\%$ $F = 0,0001$

MODELO 4

$$IS = 8,5565 + 0,0015pma + 1,5969ms - 0,0839 pen$$

$R^2 = 50\%$ (ajustado) $R^2 = 60\%$ $F = 0,0001$

| | | |
|-------|---|--|
| IS | = | Indice de sitio a la edad base de 10 años |
| a | = | contenido de arena en porcentaje |
| ms | = | meses secos (precipitación entre 300 y 100 mm) |
| A | = | contenido de arcilla en porcentaje |
| alt | = | altitud (msnm) |
| tma | = | temperatura media anual(°C) |
| pma | = | precipitación media anual en mm |
| mh | = | meses húmedos(más de 100 mm de precipitación) |
| pen | = | pendiente en porcentaje |
| pH | = | pH en agua |
| mo | = | materia orgánica |
| acex | = | acidez extraíble (meq/100 g) |
| pHNaF | = | pH en Floruro de Sodio |
| den | = | densidad de partículas (g/ml) |
| CIC7 | = | Capacidad de Intercambio Catiónico a pH7 |
| prof | = | profundidad en cm |

Fuente: Navarro (1987).

Cuadro 3A. Ejemplos de utilización de los modelos de predicción de la calidad de sitio para *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en Costa Rica.

MODELO 1

$$R^2 = 98\% \text{ (ajustado)}$$

$$R^2 = 99\%$$

$$\text{IS} = -349,3265 + 0,0542 \text{ a} - 8,3903\text{ms} + 0,5888\text{A} + 0,0808 \text{ alt} + 7,3848\text{tma} + 0,0138\text{pma} - 0,5746\text{mh} - 1,6597\text{pen} + 17,9164\text{pH} - 0,7059\text{mo} + 16,2667\text{acex} + 2,7324\text{Ca}$$

Para las condiciones del sitio 303

$$\text{IS} = -349,3265 + 0,0542(49,6) - 8,3903(3) + 0,5888(18,2) + 0,0808(300) + 7,3848(25,9) + 0,0138(3672) - 0,5746(8) - 1,6597(2) + 17,9164(5,23) - 0,7059(4,29) + 16,2667(1,15) + 2,7324(4,62)$$

$$\text{IS} = 19,2 \text{ m}$$

MODELO 2

$$R^2 = 91\% \text{ (ajustado)}$$

$$R^2 = 99\%$$

$$\text{IS} = 150,0433 - 1,5641\text{pHNaF} + 7,1579\text{pH} - 0,0490\text{alt} - 1,6053\text{tma} + 0,0029\text{pma} - 1,8619\text{mh} - 2,7667\text{ms} - 0,1109\text{pen} - 0,8699\text{A} - 17,5397\text{den} - 0,2526\text{CIC}_7 + 0,7316\text{prof} - 0,7991\text{a}$$

Para el sitio 303

$$\text{IS} = 150,0433 - 1,5641(8,93) + 7,1579(5,6) - 0,0490(300) - 1,6053(25,9) + 0,0029(3672) - 1,8619(8) - 2,7667(3) - 0,1109(2) - 0,8699(12) - 17,5397(2,48) - 0,2526(36,2) + 0,7316(12) - 0,7991(42)$$

$$\text{IS} = 19,3 \text{ m}$$

MODELO 3

$$R^2 = 61\% \text{ (ajustado)}$$

$$R^2 = 67\%$$

$$\text{IS} = 16,4507 + 1,3157\text{ms} - 0,1057\text{A}$$

Para el sitio 303

$$\text{IS} = 16,4507 + 1,3157(3) - 0,1057(12)$$

$$\text{IS} = 19,1 \text{ m}$$

MODELO 4

$$R^2 = 50 \text{ (ajustado)}$$

$$R^2 = 60\%$$

$$\text{IS} = 8,5565 + 0,0015\text{pma} + 1,5969\text{ms} - 0,0839\text{pen}$$

Para el sitio 303

$$\text{IS} = 8,5565 + 0,0015(3672) + 1,5969(3) - 0,0839(2)$$

$$\text{IS} = 18,7 \text{ m}$$

Cuadro 4. Tabla de volumen de fuste sin corteza de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en Costa Rica.

| dap (cm) | Altura (m) | | | | | | | | | | |
|---|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| Volumen fuste sin corteza (m ³) | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0,001 | 0,003 | 0,004 | | | | | | | | |
| 4 | 0,004 | 0,007 | 0,010 | 0,014 | | | | | | | |
| 6 | 0,006 | 0,012 | 0,017 | 0,023 | 0,028 | | | | | | |
| 8 | 0,009 | 0,017 | 0,025 | 0,033 | 0,041 | 0,049 | 0,057 | | | | |
| 10 | 0,011 | 0,022 | 0,033 | 0,044 | 0,054 | 0,065 | 0,075 | 0,086 | | | |
| 12 | | 0,028 | 0,041 | 0,055 | 0,068 | 0,081 | 0,095 | 0,108 | 0,121 | 0,134 | 0,147 |
| 14 | | 0,034 | 0,050 | 0,067 | 0,083 | 0,099 | 0,115 | 0,131 | 0,147 | 0,163 | 0,179 |
| 16 | | | 0,060 | 0,079 | 0,098 | 0,117 | 0,136 | 0,155 | 0,174 | 0,193 | 0,212 |
| 18 | | | 0,069 | 0,092 | 0,114 | 0,136 | 0,158 | 0,180 | 0,202 | 0,224 | 0,246 |
| 20 | | | | 0,105 | 0,130 | 0,156 | 0,181 | 0,206 | 0,231 | 0,256 | 0,281 |
| 22 | | | | 0,118 | 0,147 | 0,176 | 0,204 | 0,232 | 0,261 | 0,289 | 0,317 |

$$\text{Ln}(vts) = a + b \cdot \text{Ln}(d) + c \cdot \text{Ln}(h)$$

$$a = -8,0758$$

$$b = 1,2678$$

$$c = 0,9729$$

$$R^2 = 97\%$$

$$n = 106$$

Fuente: Hughell (1990).

Tabla de rendimiento de plantaciones

Utilizando información de las parcelas de crecimiento establecidas en Costa Rica y Panamá y datos obtenidos a partir del análisis fustal, fueron formuladas diversas ecuaciones para describir el desarrollo de los diferentes parámetros de la masa forestal (número de árboles, altura, diámetro y volumen), con base también en el índice de sitio y la densidad de plantación. La incorporación de las ecuaciones en una hoja electrónica 123 permitió elaborar tablas preliminares de rendimiento para sitios promedio, bajo diferentes programas de aclareo (Hughell, 1990). Las ecuaciones seleccionadas se describen en el Cuadro 5 y la tabla de rendimiento en el Cuadro 6. Cabe mencionar que esta tabla se considera preliminar, ya que fue desarrollado con datos de un número reducido de plantaciones y el modelo todavía no ha sido validado.

Esta tabla está confeccionada para un índice de sitio medio (15,5 m) con una edad base de 10 años y una densidad inicial de 1600 árboles/ha; presenta además, raleos a los 6, 14 y 22 años; en general, el incremento medio anual en volumen varía entre los 10,4 m³ y 15,0 m³/ha.

Aclareos

Con base en estudios de aclareo realizados en Guanacaste, Costa Rica, donde se han probado diferentes intensidades de corta (aclareo fuerte: dejando 14 m²/ha de área basal; aclareo moderado dejando 17 m²/ha; aclareo leve dejando 20 m²/ha) en plantaciones de cinco años de edad con densidades iniciales de 1600 árboles/ha; indican que se obtiene una mejora en la tasa de crecimiento en diámetro en un 13% cuando se aplica el aclareo fuerte (Chaves y Chinchilla, 1986).

Se recomienda realizar el primer aclareo entre los seis y siete años, cuando el área basal se encuentre entre los 22 y 25 m²/ha y cortar de 6 a 8 m²/ha. Para los aclareos posteriores se sugiere mantener el mismo criterio (Chaves y Chinchilla, en prensa). De acuerdo con estas recomendaciones, en plantaciones con 1600 árboles/ha, en el primer raleo se cortaría entre el 45 y 51% de los árboles, eliminando principalmente los árboles defectuosos y suprimidos. En el segundo aclareo se corta un 36% de los árboles; deben ser eliminados aquellos que interfieren con el desarrollo de los árboles escogidos para producción de madera.

Cuadro 5. Serie de ecuaciones del modelo global para predecir el crecimiento y rendimiento de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en Costa Rica.

| | | |
|----|---|------------|
| 1. | Volumen por árbol (m ³ /árbol) | |
| | $Ln(v) = a + b Ln(d) + c Ln(h)$ | |
| | donde: | |
| | a = -8,0758 | (0,0399)* |
| | b = 1,2678 | (0,0568) |
| | c = 0,9729 | (0,0772) |
| | n = 106 | |
| | R ² = 97% | |
| 2. | Número de árboles actuales (N/ha) | |
| | $NA = a * NI$ | |
| | donde: | |
| | a = 0,916 mortalidad promedio hasta el quinto año | |
| 3. | Diámetro (cm) | |
| | $D = a * (1 - exp(-b E))^c$ | |
| | donde: | |
| | a = 48,42 | (7,63)* |
| | b = 0,04107 | (0,0161) |
| | c = 0,8898 | (0,1048) |
| | n = 94 | |
| | R ² = 98% | |
| 4. | Altura media (h) | |
| | $h = a * (1 - exp(-b E))^c$ | |
| | donde: | |
| | a = 25,0 | |
| | b = 0,04296 | (0,00639)* |
| | c = 0,7513 | (0,0740) |
| | n = 95 | |
| | R ² = 76% | |

| | | |
|-------|---|---|
| exp | = | Función exponencial |
| Ln | = | logaritmo natural |
| IS | = | índice de sitio |
| E | = | edad actual (años) |
| D | = | diámetro geométrico a la altura de pecho (cm) |
| H | = | altura media (m) |
| v | = | volumen total del fuste sin corteza (m ³ /árbol) |
| d y h | = | diámetro (cm) y altura (m) |
| NA | = | Número de árboles actual |
| NI | = | Número de árboles inicial |

* Los valores en paréntesis son los errores estándares de los coeficientes.

Fuente: Hughell (1990)

Cuadro 6. Tabla preliminar de rendimiento de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand para sitios medios y una densidad de plantación de 1600 árboles por hectárea en Costa Rica.

| Edad (años) | Arboles remanentes | | | | | Arboles extraídos | | | | | V.Acum (m ³ /ha) | IMA (m ³ /ha) |
|----------------|--------------------|-------------|----------|---------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------|--------------------------------|-----------------------------|
| | N (N/ha) | dap (cm) | h (m) | G (m ² /ha) | V (m ³ /ha) | N (N/ha) | G (m ² /ha) | dap (cm) | V (m ³ /ha) | | | |
| 6 | 866 | 13,2 | 8,2 | 11,8 | 51,4 | 600 | 6,2 | 11,5 | 31,9 | 83,2 | 13,9 | |
| 10 | 866 | 18,4 | 11,3 | 23,0 | 114,6 | | | | | 146,5 | 14,7 | |
| 14 | 466 | 24,5 | 13,8 | 21,9 | 100,0 | 400 | 14,7 | 21,6 | 78,7 | 210,5 | 15,0 | |
| 18 | 466 | 27,2 | 15,7 | 27,0 | 138,9 | | | | | 249,4 | 13,9 | |
| 22 | 216 | 32,2 | 17,3 | 17,5 | 81,7 | 250 | 16,5 | 29,0 | 88,9 | 281,1 | 12,8 | |
| 26 | 216 | 33,3 | 18,6 | 18,8 | 97,9 | | | | | 297,3 | 11,4 | |
| 30 | 216 | 35,6 | 19,6 | 21,5 | 112,6 | | | | | 312,0 | 10,4 | |

N = número de árboles por hectárea (NA)

D = diámetro a la altura del pecho

h = altura media

G = área basal por hectárea

V = volumen comercial sin corteza

V.Acum = volumen acumulado (árboles remanentes más árboles extraídos)

IMA = Incremento medio anual en volumen

ICA = Incremento corriente anual en volumen

Fuente: Hughell (1990).

Podas

Debido a que esta especie desarrolla ramas grandes, se hace necesario realizar podas, principalmente cuando se utilizan espaciamientos mayores de tres metros en cuadro. Aunque con el manejo de la densidad los árboles eliminan las ramas bajas.

La primera poda se puede realizar entre el cuarto y quinto año, para facilitar las labores de acceso y mejorar la calidad de la madera. Esta poda no debe ser mayor de un tercio de la altura del árbol. La segunda poda se debe realizar después del aclareo, podando hasta la mitad de la altura del árbol.

Deshija

Debido a que muchas veces el pochote es plantado en seudoestaca, es imprescindible seleccionar el mejor rebrote para promover el desarrollo ortotrópico de la especie y evitar la ramificación. Este deshijado se hace en los primeros seis meses después de plantada la seudoestaca.

Para evitar la deshija, el pochote se está plantando en forma de "escoba", es decir, solamente con una poda de raíz. Las plantaciones en escoba se realizan en abril, antes del inicio de las lluvias y antes de que las yemas foliares hayan dejado su período de latencia, iniciado durante la sequía.

Este documento permitirá orientar el proceso de cultivo y manejo del pochote; no obstante, es importante anotar que es necesario continuar la investigación silvicultural con esta especie, para responder a una serie de interrogantes y ajustar los modelos de crecimiento y rendimiento.

BIBLIOGRAFIA

- ARAYA, M.V. 1983. Propagación vegetativa de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand (pochote), con miras al establecimiento directo de un jardín semillero. Tesis Lic. en Ciencias Forestales. Heredia, C.R., UNA, Escuela de Ciencias Ambientales. 87 p.
- BALBUENA, C.O. 1980. Evaluación de las plantaciones de la Unidad II de la Reserva Forestal de Ticoporo en los Llanos Occidentales de Venezuela. Tesis Mag. Sc. Mérida, Ven., Universidad Nacional de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 143 p.
- BOZA, L.M. 1966. Estudio sobre la viabilidad de seis especies forestales del bosque tropical húmedo. Tesis Ing. Agr. San José, C.R., UCR. 153 p.
- BRICEÑO, A.; RAMIREZ, J. 1976. *Arsenura armida*, una plaga potencial del saqui-saqui (*Bombacopsis quinatum*). Revista Forestal Venezolana (Ven.) No. 26:127-132.
- CAMACHO, P. 1981. Informe general del proyecto de ensayos de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales en Costa Rica. Cartago, C.R., ITCR. 287 p.
- *CASTILLO, O.; BERMUDEZ, F. 1987. Huerto semillero experimental de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand (Pochote). In Taller Nacional de Semillas y Viveros Forestales. (1., 1985, San José, C.R.). Ed. Freddy Rojas. Cartago, C.R., ITCR/CATIE. p. 70-94 pp.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Turrialba, C.R., CATIE. v.1, 691p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. Plagas y enfermedades en América Central: guía de campo. Turrialba, C.R., CATIE. 280 p.
- Sin publicar.

CHANG, T. B. Y. 1984. Comportamiento inicial de 23 especies forestales en suelos vertizoles y vérticos de una zona semi-árida en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 144 p.

*CHAVARRIA, M.I.; QUIROS, Q.L. 1986. Aspectos importantes para la planificación en viveros de dieciocho especies forestales nativas del pacífico seco, Costa Rica. San José, C.R., DGF. 46 p.

CHAVES, S.E.; CHINCHILLA, O. 1986. Ensayos de aclareos en plantaciones forestales. San José, C.R., DGF/CATIE. 11 p.

Presentado en: Congreso Forestal Nacional (1., 1986, San José, C.R.).

_____. 1988. Especies nativas, aptas para la reforestación. Guía Agropecuaria de Costa Rica (C.R.) 6 (12):29-32.

_____. 1990. Manejo de densidad en rodales de pochote (*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand) en las tierras bajas de Costa Rica. Revista Forestal Venezolana (Ven.) No. 32.

Sin publicar.

DELGADO, A.G. 1977. Utilización de la madera de ramas de saquisqui (*Bombacopsis quinatum*) en la fabricación de tableros de pajilla de madera y cemento. Revista Forestal Venezolana (Ven.) 17 (27): 115-121.

DUGAND, A. 1938. Sobre la denominación de tres bombacáceas de la costa caribe. Contribuciones a la historia natural colombiana (Col.) 1:1-6.

_____. 1943. Revalidación de *Bombax ceiba* L. como especie típica del género *Bombax* z. y descripción de *Pseudo bombax* Gen. Nov. Caldasia (Col.) 2: 47-68.

FINOL, H. 1964. Estudio silvicultural de algunas especies comerciales en el bosque universitario "El Caimital"- Estado Barinas. Revista Forestal Venezolana (Ven.) 7 (10-11): 17-64.

_____. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Revista Forestal Venezolana (Ven.) 14 (21): 29-42.

_____. 1976. Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques Venezolanos. *Revista Forestal Venezolana* (Ven.) 26: 17-44.

GONZALEZ, M.E.; SLOOTEN, H. J. VAN DER; RICHTER; H.G. 1971. Maderas latinoamericanas. VII. *Calophyllum brasiliense*, *Cauratari panamensis*, *Dendropohax arboreum* y *Bombacopsis sessilis*. Turrialba (C.R.) 21 (4):466-477.

HOLDRIDGE, L.; POVEDA, L. 1975. Árboles de Costa Rica. San José, C.R., Centro Científico Tropical. 546 p.

HUECK, H.; LAMPRECHT, H. 1959. Estudios Morfológicos y ecológicos sobre la germinación en la Primera Juventud de unas especies forestales en Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación (Ven.). Boletín No. 3. p. 1-22.

*HUGHELL, D. 1990. Modelo preliminar de rendimiento para pochote (*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand) en Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 10 p. (mimeografiado).

KANE, M. 1989a. Aumento del crecimiento de *Bombacopsis quinatum* con la incorporación al suelo de residuos de la producción de tableros de aglomerados. Monterrey Forestal (Col.). Informe de Investigación No. 6. 7 p.

_____. 1989b. Control de malezas por la aplicación de herbicidas pre y post-emergentes en plantaciones de *Bombacopsis quinatum*. Monterrey Forestal (Col.). Informe de investigación No. 4. 13 p.

_____. 1989c. Densidad de siembra para estacas enraizadas de *Bombacopsis quinatum* en el vivero. Monterrey Forestal (Col.). Informe de Investigación No. 2. 8 p.

_____. 1989d. Ecuaciones de volumen y peso verde para árboles de *Bombacopsis quinatum*. Monterrey Forestal (Col.). Informe de Investigación No. 8. 7 p.

_____. 1989e. Efecto de la posición de la estaca en la plántula, la longitud de la estaca y el nivel de sombra en el enraizamiento de estacas suculentas de *Bombacopsis quinatum*. Monterrey Forestal (Col.). Informe de Investigación No. 1. 7 p.

- KANE, M. 1989f. Efecto del control químico de malezas en el crecimiento de *Bombacopsis quinatum* durante los primeros quince meses de plantación. Monterrey Forestal (Col.). Informe de Investigación No. 9. 8 p.
- _____. 1989g. La supervivencia y el crecimiento inicial son buenos para *Bombacopsis quinatum* plantado antes de la estación lluviosa. Monterrey Forestal (Col.). Informe de Investigación No. 7. 8 p.
- _____. 1989h. Sistema de enraizamiento en el vivero de estacas semi-lignificadas de *Bombacopsis quinatum*. Monterrey Forestal (Col.). Informe de Investigación No. 5. 11 p.
- _____. 1989i. Supervivencia, altura y forma de plantaciones juveniles de *Bombacopsis quinatum* de origen de semilla y de estacas enraizadas. Monterrey Forestal (Col.). Informe de Investigación No. 3. 5 p.
- LADRACH, E. W. 1984. Preparación de sitio en la costa del Caribe con *Gmelina arborea*, *Bombacopsis quinatum* y *Cassia siamea*. Cartón de Colombia (Col.). Informe de Investigación No. 99.9 p.
- LAMPRECHT, H. 1954. Saquisaqui. Boletín Ingeniería Forestal (Ven.) No. 6:37-38.
- LEMCKERT, J. D. 1978. Instalación y Manejo de Viveros Forestales. San José, C.R., UNED. 105 p. (Serie Educación Ambiental no. 2)
- LEON S., R.E. 1955. Estudio de algunas especies forestales tropicales con especial atención en su comportamiento en el vivero. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 178 p.
- LOJAN, L. 1965. Aspectos del crecimiento diamétrico quinquenal de algunos árboles tropicales. Turrialba (C.R.) 15 (3): 231-237.
- _____. 1967. Periodicidad del clima y del crecimiento de especies forestales en Turrialba, Costa Rica. Turrialba (C.R.) 17(1): 71-83.
- _____. 1968. Algunas relaciones entre crecimiento y área foliar de *Bombacopsis quinatum*. Turrialba (C.R.) 18 (2): 155-162.

- MELCHIOR, H. G.; CARROZ, R.; GUTIERREZ, V.; TORRES, G. 1971. Propagación agámica de saquisaqui (*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand) por injertos. *Revista Forestal Venezolana* (Ven.) 14(21): 57-64.
- MELCHIOR, H. G.; CARROZ, R.; GUTIERREZ, V.; TORRES, G. 1972. La propagación vegetativa de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand (saqui-saqui) por estacas de epicótilos. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación (Ven.). Boletín No.39-40. p. 53-61.
- MIRANDA, C. R. 1986. Enraizamiento de estacas de pochote (*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand) en diferentes épocas del año. Tesis Lic. en Ciencias Forestales. Heredia, C.R., UNA, Escuela de Ciencias Ambientales. 135 p.
- MORALES, R.; WHITMORE, J. L. 1975. Apuntes ecológicos y silviculturales sobre *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand: una revisión bibliográfica. s.n.t. 17 p.
- ✕ MUSALEM, M. A. 1989. Características sobresalientes de la biología, recolección, procesamiento y tratamiento de las semillas de las 14 especies prioritarias de AUM del proyecto MADELEÑA. In *Curso Centroamericano de silvicultura de plantaciones de especies de árboles de uso múltiple* (1., 1987, Siguatepeque, Hond.; 2., 1988, Liberia, C.R.). Memorias. Ed. Miguel Musálem. Turrialba, C.R., CATIE. v. 1, p. 201-289.
- * NAVARRO P., C. 1987. Evaluación del crecimiento y rendimiento de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en 14 sitios en Costa Rica: índices de sitio y algunos aspectos financieros de la especie. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 136 p.
- _____. 1989. Análisis financiero del cultivo del pochote (*Bombacopsis quinatum*) en diferentes sitios en Costa Rica. In *Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple*. (1989, Guatemala). Actas reunión IUFRO. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, C.R., CATIE. p. 613-628.
- ✕ NAVARRO P., C., MARTINEZ H., H. A. 1989. El pochote (*Bombacopsis quinatum*) en Costa Rica: Guía silvicultural para el establecimiento en plantaciones. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 142. 44 p.

- ORTIZ C., L. F. 1984. Crecimiento inicial de 18 especies forestales con diseño de espaciamiento nelder en tres localidades de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 138 p.
- PARRAGA, O.J. 1971. Comparación de dos métodos de evaluación forestal y sugerencias para la ordenación de un bosque seco tropical, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 205 p.
- PETIT, P. M. 1969. Resultados preliminares de unos estudios sobre la regeneración natural espontánea en el bosque "El Caimital". Revista Forestal Venezolana (Ven.) 12 (18): 9-21.
- PIMENTEL, P. N. 1982. Determinación de la productividad actual y comparación del comportamiento de las especies establecidas en plantación bajo el Método Caparo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Tesis Mag. Sc. Mérida, Ven., Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 60 p.
- PITTIER, M. 1926. Manual de plantas usuales de Venezuela. Caracas, Ven., Litografía del Comercio. 458 p.
- QUIJADA, R. M.; GUTIERREZ, V. 1971. Estudios sobre la propagación vegetativa de especies forestales venezolanas. Revista Forestal Venezolana (Ven.) 14(21): 43-55.
- QUIJADA, R.M.; TORRES, G. 1972. Resultados preliminares de la variación en hábitos de floración y fructificación de clones de saquisaqui (*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand. Revista Forestal Venezolana (Ven.) 15 (22): 37-52.
- QUIJADA, R.M.; SALINAS, J.; GUTIERREZ, Y. 1973. Propagación de *Bombacopsis quinatum* por estaquillas secundarias. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación (Ven.). Boletín No.43. p.29-37.
- QUIJADA, R. M. 1980. Floración, producción de semillas y polinización artificial en *Bombacopsis quinatum* en Venezuela. Estudios FAO: MONTES no. 20. p. 288-290.
- QUIJADA, R.M. 1981. Análisis cuantitativo comparativo de jardines clonales balanceados de saquisaqui (*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand. Trabajo de ascenso. Mérida, Ven., Universidad de los Andes, Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales. 95 p.

- QUIJADA, R.M. 1982. Establecimiento de huertos semilleros en Venezuela. Trabajo de ascenso. Mérida, Ven., Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. s.p.
- _____. 1988. Variación de progenies de polinización libre de saquisaqui (*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand) en la reserva forestal de Caparo, Barinas, Venezuela, a los 21 meses de edad. *Revista Forestal Venezolana* (Ven.) 22 (30): 7-20.
- RECORD, S. J.; HESS, R. W. 1943. *Timber of The New World*. New Haven, Conn., EE.UU., Yale Univ. Press. 640 p.
- RICARDI, M.; TORRES, E.; HERNANDEZ, C.; QUINTERO, R. 1979. Morfología de plántulas de árboles venezolanos. *Revista Forestal Venezolana* (Ven.) 27:15-56.
- RICHMOND, A. 1984. Estudio de cuatro métodos de propagación de cinco especies forestales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 109 p.
- ROBYNS, A. 1964. *Flora of Panama*. Pt. VI. Family 116. Bombacaceae. *Ann. Missouri. Bot. Gard.* (EE.UU.) 51: 37-68.
- RODRIGUEZ S., J. R. 1965. Consideraciones sobre la producción de pulpa para papel a partir de maderas de especies latifoliadas venezolanas. *Revista Forestal Venezolana* (Ven.) 8 (12-13): 19-37.
- SABORIO, S. F.; PORRAS, S. G. 1979. Características de algunas especies forestales producidas bajo el programa de reforestación. San José, C.R., DGF. 9 p.
- SALDARRIAGA, J. 1979. Estudio del sistema radicular de cuatro especies plantadas en la selva decidua del banco de la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela. Tesis Mag. Sc. Mérida, Ven., Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 120 p.
- SILVERBORG, S. B.; MAYORGA, L. D.; CONEJOS, J. 1970. Durabilidad relativa de algunas maderas venezolanas. *Revista Forestal Venezolana* (Ven.) 13 (19-20): 61-72.

- STANDLEY, P. G. 1928. Flora of the Panama Canal Zone. Contributions from the United States National Herbarium. v.27, 416 p.
- STEVENS, D. 1987. On the indentity and recognition of the genus Pochote Ramírez Goyena (Bombacaceae). Taxon (Holanda) 36: 458-464.
- TUK, J. B. 1975. Investigación para la sustitución de la madera de Pochote (*Bombacopsis* sp.) en la fabricación de encofrados. Turrialba, C.R., CATIE. 11 p.
- VARGAS C., M. J. 1972. Datos sobre algunas maderas de Costa Rica. s.n.t. 4 p.
- WEEB, B. D. 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. London, G.B., Overseas Development Administration. 275 p.

PERSONAL TECNICO DEL CATIE/PROYECTO MADELEÑA *

JEFATURA

Rodolfo Salazar, Ph.D.
Douglas Asch, Sr.

Líder Regional
Administración

SILVICULTURA

Miguel Musálem, Ph.D.
David Hughell, M.Sc.
William Vásquez, M.Sc.
Luis Ugalde, Ph.D.

Silvicultor Principal
Modelación
Silvicultura
Manejo de Información

SOCIOECONOMIA

Thomas McKenzie, M.Sc.
Dean Current, M.Sc.

Economista Principal
Socioeconomía/Manejo de
Información

Carlos Reiche, M.Sc.
Manuel Gómez, M.Sc.

Economía
Economista Asistente

EXTENSION

Carlos Rivas, M.Sc.
Ana Loaiza, Bch.

Extensionista Principal
Diseño Gráfico

PAISES

GUATEMALA

Carlos Figueroa, M.Sc.
Eberto de León, Lic.

Coordinador Nacional
Economía

HONDURAS

Rolando Ordóñez, Das.
Juan Pastora, Lic.

Coordinador Nacional
Economía

EL SALVADOR

Hugo Zambrana, M.Sc.
Modesto Juárez, M.Sc.

Coordinador Nacional
Economía

COSTA RICA

Carlos Navarro, M.Sc.
Fabián Salas, Ing.

Coordinador Nacional
Economía

PANAMA

Blás Morán, Ing.
Rafael Tirado, Lic.
Sebastián Sutherland, Das.

Coordinador Nacional
Economía
Silvicultura

* Madeleña es un proyecto de investigación, capacitación y disseminación del cultivo de árboles de uso múltiple en América Central y Panamá. Es financiado por AID/ROCAP, y ejecutado por INRENARE de Panamá, DGF de Costa Rica, COHDEFOR de Honduras, CENREN de El Salvador, DIGEBOS de Guatemala con la coordinación regional del CATIE