

**Serie Técnica.  
Informe Técnico N° 179**

**Teca**

***Tectona grandis* L.f. ESPECIE DE ARBOL  
DE USO MULTIPLE EN AMERICA  
CENTRAL**

**Eladio Chaves  
William Fonseca**

**Publicación patrocinada por el  
Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (Madeleña)  
CATIE/ROCAP (596-0117)**

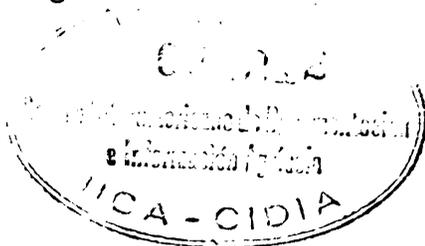
**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
CATIE**

**Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido  
Area de Producción Forestal y Agroforestal**

**Turrialba, Costa Rica, 1991**

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 el Caribe.

MADELEÑA es un proyecto de investigación, capacitación y diseminación 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.



© 1991, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

ISBN 9977-57-105-8

634.97388

C512 Chaves, Eladio

Teca (*Tectona grandis* L.f.) árbol de uso múltiple en América Central / Eladio Chaves, William Fonseca. -- Turrialba, C.R. : CATIE, 1991.

60 p. ; 23 cm. -- (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no. 179)

ISBN 9977-57-105-8

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

## CONTENIDO

PRESENTACION . . . . .	v
AGRADECIMIENTO . . . . .	vi
INTRODUCCION . . . . .	1
1. BOTANICA Y ECOLOGIA . . . . .	3
2. ESTABLECIMIENTO . . . . .	17
3. MANEJO . . . . .	25
BIBLIOGRAFIA . . . . .	39

## LISTA DE CUADROS

1. Plagas de insectos, animales vertebrados y patógenos, reportados en <i>Tectona grandis</i> L.f. en América Central. . . . .	14
2. Datos de crecimiento e incremento de <i>Tectona grandis</i> L.f. en diversos países, según diferentes autores. . . . .	26
3. Características ambientales y de crecimiento de <i>Tectona grandis</i> L.f. en algunos sitios de América Central, donde se ha ensayado la especie. . . . .	28
4. Tabla de volumen (en m <sup>3</sup> ), sin corteza hasta 8 cm de diámetro superior para teca ( <i>Tectona grandis</i> L.f.) en El Salvador . . . . .	33
5. Tabla preliminar de rendimiento para teca ( <i>Tectona grandis</i> L.f.) en Trinidad. . . . .	34

## LISTA DE FIGURAS

1. Características morfológicas de *Tectona grandis* L.f. . . . . 5
2. Distribución natural de *Tectona grandis* L.f. . . . . 7
3. Nótese la erosión del suelo provocada por *Tectona grandis* L.f. cuando es plantada en pendiente, sin control de escorrentía . . . . . 11
4. Germinación de semilla de *Tectona grandis* L.f. en bancal, Proyecto Forestal Bosques de Puerto Carrillo, Costa Rica. . . . . 20
5. Viveros de *Tectona grandis* L.f. en el Proyecto Forestal Bosques de Puerto Carrillo, Costa Rica. . . . . 20
6. Plantación de *Tectona grandis* L.f. de seis años de edad en Río Negro de Cóbano, Puntarenas, Costa Rica. . . . . 27
7. Altura promedio de *Tectona grandis* L.f. en relación con la edad, para distintos índices de sitio en el Páramo, Colombia. . . . . 31

## PRESENTACION

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, en colaboración con las instituciones forestales de América Central, desarrolla, 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 en los sistemas de finca de los pequeños y medianos agricultores. El Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (MADELEÑA) está promoviendo esta incorporación como una de las estrategias para mejorar la economía 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 la disminución del 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, de sus formas de cultivo, de los métodos de manejo silvicultural de las plantaciones y de las 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 la teca (*Tectona grandis* L.f.). 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 *Tectona grandis* L.f. en América Central.

**Rodolfo Salazar**  
**Líder Proyecto**  
**MADELEÑA**

## **AGRADECIMIENTO**

En primera instancia el Proyecto MADELEÑA agradece a los señores Eladio Chaves y William Fonseca, investigadores de la Universidad Nacional (Heredia, Costa Rica), y al Dr. Miguel Musálem por la recolección de la información y redacción de esta guía.

La investigación silvicultural que permitió la redacción de la presente guía, es el producto de la participación de muchas instituciones y personas en América Central. En este sentido se reconoce la participación de las instituciones forestales nacionales: Dirección General Forestal (DGF) de Costa Rica; el Centro de Recursos Naturales (CENREN) de El Salvador; la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS) 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 Renovables (INRENARE) de Panamá. También se reconoce la labor de los técnicos nacionales de cada país, así como a los agricultores e instituciones, que con su trabajo y dedicación, permitieron establecer los ensayos para obtener la información presentada en esta guía. Es importante aclarar que esta información es el compendio de la experiencia de todos los técnicos y personal de apoyo 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, a través de las instituciones nacionales y los servicios de extensión, en forma sencilla, clara y aplicable, 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. Las guías silviculturales 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 resume los conocimientos que, hasta la fecha, se tienen en América Central sobre el cultivo de la especie *Tectona grandis* L.f. 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 Cultivos de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA).

---

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

*Tectona grandis* L.f. es una de las especies que se cultiva en las zonas bajas y húmedas de la Región para la producción de leña, postes y madera para construcción rural. Las razones para este uso generalizado son: el crecimiento relativamente rápido, utilidad en la formación de cortinas rompevientos, cercas vivas y finalmente, por la calidad de la madera.

## 1. BOTANICA Y ECOLOGIA

Tectona grandis L.f. es originaria de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India. Se ha identificado a Trinidad y Tobago como el primer país del continente americano donde fue introducida la especie; de ahí, fue distribuida a otros países. En América Central, por conveniencia, se identifican dos procedencias: Tennascrim (Birmania) - Trinidad y Sri Lanka - Panamá.

En el área centroamericana, inicia la floración entre los cinco y los ocho años; a partir de esta fecha comienza a producir semilla fértil, la cual generalmente presenta latencia, por lo que requiere de tratamientos de escarificación.

Requiere de climas con una estación seca bien definida (3 a 5 meses), con temperaturas medias anuales entre 22 y 28°C, una precipitación media anual de 1250 a 2500 mm y altitudes entre los 0 y 1000 msnm.

Se adapta a gran variedad de suelos, pero prefiere los franco-arenosos o arcillosos, profundos, fértiles, bien drenados y con pH neutro o ácidos.

Entre los factores limitantes más importantes para la especie se consideran los suelos poco profundos, compactados o arcillosos, con bajo contenido de calcio o magnesio, con pendiente, mal drenaje y altitudes mayores a 1000 msnm.

La madera posee gran resistencia al ataque de hongos e insectos; por sus excelentes características, se considera como una de las más valiosas del mundo.

Es una especie muy resistente a plagas y enfermedades. Por su importancia se han realizado múltiples estudios de mejoramiento genético, para identificar el germoplasma ideal para cada zona de interés, principalmente en Asia.

## Nombres comunes

El nombre común más conocido, en la mayoría de los países donde se ha introducido esta especie, es teca. En la India, se le conoce como sagun, sagon, saguan, skhu, toak, shilp tru, Indian oak (Benthall, 1933).

## Descripción botánica y distribución de la especie

*Tectona grandis* L.f., es una especie latifoliada de la familia Verbenaceae.

En su lugar de origen el árbol grande, decídúo, puede alcanzar más de 50 m de altura y 2 m de diámetro (Benthall, 1933). En América Central, alcanza alturas superiores a los 30 m.

Es un árbol de fuste recto, con corteza áspera y delgada (12 mm), fisurada, de color café claro que se desprende en placas grandes y delgadas; sin olor o sabor característico.

Los árboles generalmente presentan dominancia apical, que se pierde con la madurez o cuando florece a temprana edad, dando una copa más amplia con ramas numerosas (Benthall, 1933; Streets, 1962).

Las hojas son opuestas, grandes, de 11 a 85 cm de largo y de 6 a 50 cm de ancho, con pecíolos gruesos, limbos membranáceos o subcoriáceos, nervios prominentes en ambas caras (López, 1977; Aristeguieta, 1973). Inflorescencia en panículas erectas terminales de 40 cm hasta 1,0 m de largo. Pedicelos de 1 a 4 mm de largo. Brácteas grandes foliáceas. Bractéolas numerosas, lineal-lanceoladas. Flores de cáliz campanulado, color amarillo verdoso, estilo blanco amarillento, más o menos pubescente con pelos ramificados, estigma blanco amarillento bifido. Ovario ovado o cónico, densamente pubescente, con cuatro celdas (Benthall, 1933; López, 1977; FAO, 1975).

El fruto es subgloboso, más o menos tetragono, aplanado; exocarpo delgado, algo carnoso cuando fresco y tomentoso; endocarpo grueso, óseo, corrugado con cuatro celdas que encierran generalmente una o dos semillas de 5 mm de largo (López, 1977; Aristeguieta, 1973; Little y Dixon, 1969) (Figura 1).

En la región de origen, la producción de semillas fértiles se presenta entre los 15 y los 20 años; sin embargo, en algunos casos se da una floración temprana entre los cinco y ocho años (FAO, 1975;

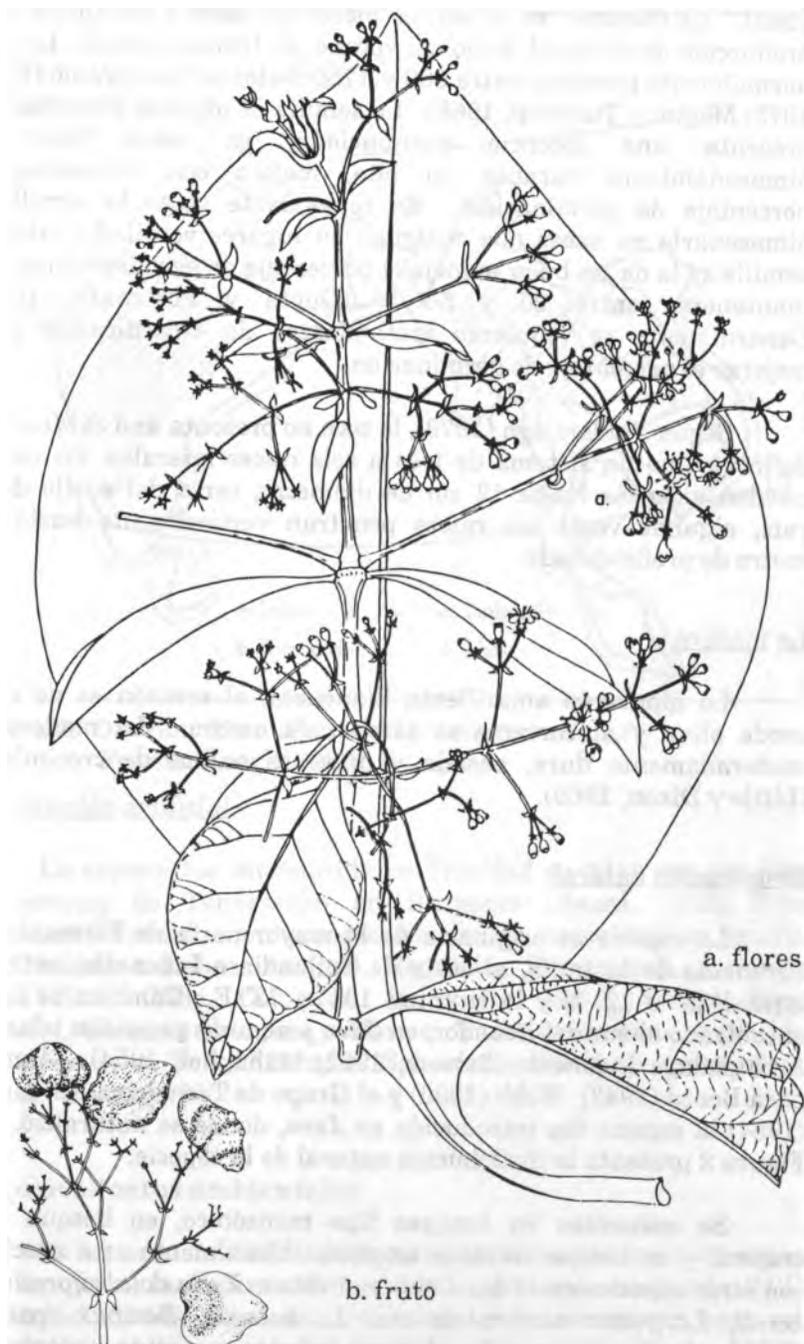


Figura 1. Características morfológicas de *Tectona grandis* L.f.

1985). La floración se da en los meses de junio a setiembre y la producción de frutos al inicio del verano, de febrero a abril. La teca normalmente presenta entre 800 y 1780 frutos por kilogramo (FAO, 1975; Magini y Tulstrup, 1968). La semilla de algunas procedencias presenta una latencia pronunciada, en estos casos el almacenamiento durante un año, mejora con frecuencia el porcentaje de germinación. Es conveniente secar la semilla y almacenarla en sacos que cuelguen en lugares ventilados, si a la semilla se le da un buen manejo el porcentaje de germinación puede mantenerse entre 25 y 50 % (Gupta y Pattanath, 1975). Generalmente se requieren tratamientos de escarificación para mejorar el porcentaje de germinación.

- Según Saldarriaga (1979), la teca no presenta una raíz central definida sino un sistema de tres a seis raíces laterales, las cuales pueden alcanzar hasta 12 cm de diámetro, cerca del cuello de la raíz, algunas veces las raíces penetran verticalmente hasta un metro de profundidad.

### La madera

La albura es amarillenta blanquizca, el corazón es de color verde oliva y al cortarse se torna café oscuro. La madera es moderadamente dura, pesada y presenta anillos de crecimiento (Little y Dixon, 1969).

### Distribución natural

La especie es originaria de la mayor parte de Birmania, la Península de la India, al oeste de Tailandia e Indonesia, entre la latitud 25° a 12° N y la longitud 104° a 73° E. También se le ha encontrado al sur del Ecuador, en Java y algunas pequeñas islas del Archipiélago Indonesio (Streets, 1962; Mahaphol, 1954). Aunque para Beard (1943); Webb (1980) y el Grupo de Tecnología Apropriada (1984) la especie fue introducida en Java, donde se naturalizó. La Figura 2 presenta la distribución natural de la especie.

Se encuentra en bosques tipo monzónico, en bosque seco tropical y en bosque húmedo tropical. Usualmente está asociada con otras especies en el dosel superior como: *Xylia dolabriformis*, *X. kerrii*, *Largeostremia caluculata*, *L. balasoe*, *Bombax insigne*, *Terminalia tomentosa*. En el dosel inferior es común encontrarla con *Gmelina arborea*, *Vitex peduncularis*, *Dalbergia* sp; *Croton oblongifolius*, entre otras (Mahaphol, 1954; Streets, 1962).

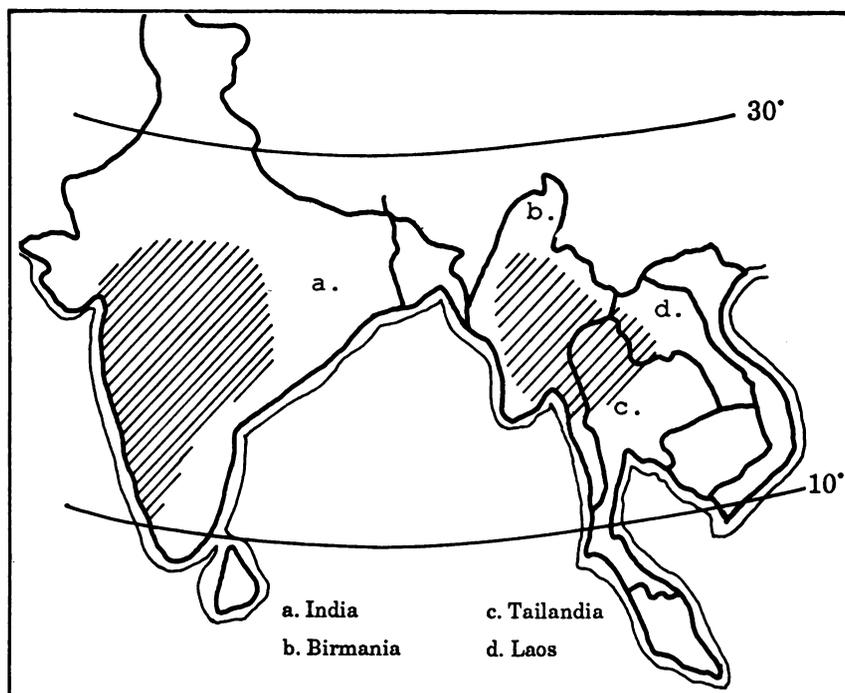


Figura 2. Distribución natural de *Tectona grandis* L.f.  
Fuente: Keogh, 1987.

### Distribución artificial

La especie fue introducida en Trinidad en 1913 con semillas procedentes de Tenasserim en Birmania (Beard, 1943). Esta procedencia ha sido ampliamente distribuida, exportándose semilla de Trinidad a Belice, Antigua, República Dominicana, Jamaica, Costa Rica, Cuba, Colombia, Venezuela, Haití, Puerto Rico, Ecuador, Guayana Francesa y México. También, se han establecido plantaciones en Brasil, Perú, El Salvador y Honduras, entre otros lugares (Keogh, 1980c).

### **Requerimientos ambientales**

En su área de distribución natural la especie crece en sitios con temperaturas entre 13°C y 35°C, con una media de 24°C (Mahaphol, 1954). Sin embargo, varios autores sugieren para un óptimo desarrollo, una temperatura media de 25°C (Flinta, 1960); asimismo, Rodríguez (1963), indica que el ámbito puede ser entre 40°C y 12,5°C.

La experiencia en América Central, recomienda sin embargo, considerar dos límites térmicos observados en Honduras (Salazar, 1973). El primero entre 25°C y 28°C clasificado como bueno y el segundo entre 20°C y 25°C clasificado como malo, porque fuera de esas condiciones la especie no prospera adecuadamente.

En general, se requiere una precipitación entre 1000 y 1800 mm/año (Flinta, 1960). Sin embargo, la experiencia en América Central indica que el rango varía entre 1250 y 2500 mm/año, con una estación seca bien definida de tres a cinco meses (CATIE, 1986; Webb, 1980; Bauer, 1982; FAO, 1975 y Bell, 1973). En Centro América se ha plantado en sitios cuya precipitación varía de 889 hasta 3689 mm/año; situación un tanto similar a la de su sitio de origen, donde la precipitación va de 760 a 5080 mm/año, (Rodríguez, 1963); aunque Watterson (1971), señala condiciones de clima monzónico.

Según Parry (1957), se requiere un mínimo de 1000 mm para producir madera y 760 mm/año para productos secundarios. En América Central, se debe tomar en cuenta que los sitios que se encuentran a nivel del mar, con precipitaciones mayores a los 3500 mm/año, no son adecuados para el desarrollo de la teca (CATIE, 1986).

Flinta (1960) y CATIE (1986), reportan que en la India, Birmania y Tailandia, crece desde el nivel del mar hasta los 1000 m. En Centro América se ha ensayado desde 0 m hasta 600 msnm.

La especie se adapta a gran diversidad de suelos, bien drenados, fértiles y profundos (Flinta, 1960; Salazar, 1973; FAO, 1975; Watterston, 1971; CATIE, 1986; Magini y Tulstrup, 1968 y Mahaphol, 1954).

Además, prefiere los suelos de textura franco-arenosos o arcillosos con pH neutro o ácido (Webb, 1980; Bauer, 1982 y García, 1978).

Rodríguez (1963), anota que la teca no se desarrolla bien en suelos pesados o arcillosos, lo que explica que los mejores bosques estén ubicados en colinas o regiones onduladas. También señala que en Venezuela las plantaciones han crecido bien en suelos arcillosos y que el factor limitante ha sido el drenaje.

Según Mahaphol (1954), en la India y Birmania se puede encontrar en seis tipos de bosque, basado en la clasificación de

Champion: en el bosque muy húmedo tropical siempre-verde, bosque tropical semi-siempre-verde, bosque tropical húmedo decídúo, bosque subtropical muy húmedo de colina, bosque tropical seco decídúo y bosque subtropical de pinos. En Centro América, se ha plantado en bosque húmedo subtropical, bosque seco subtropical, bosque húmedo subtropical (cálido), bosque muy seco subtropical, bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano tropical y bosque seco tropical, según la clasificación de Holdridge, con resultados diversos (CATIE, 1986).

### **Características de la madera**

La madera de teca es fina y dura, cualidad muy apreciada para diversos usos, es una madera que contiene sílice; con una densidad de 0,61 a 0,69; fácil de trabajar, secar y preservar; su durabilidad natural es buena y tiene buena estabilidad dimensional. No es corrosiva, tiene resistencia a las termitas, los hongos y a la intemperie. Tiene un aceite antiséptico que la hace muy resistente y la protege del ataque de diversos organismos. Por las características anteriores y por su belleza, se considera una de las especies más valiosas del mundo (Webb, 1980; Little y Dixon, 1969; Torres y Silverborg, 1972; Keogh, 1979; Universidad de Costa Rica, 1979; Grupo de Tecnología Apropiada, 1984).

Según Altuve (1986), la madera verde de teca, de siete años de edad, presenta una densidad de  $1,02 \text{ g/cm}^3$  y seca al horno de  $0,57 \text{ g/cm}^3$ ; a esta edad la madera es de color castaño amarillento, a veces dorado que luego se torna castaño oscuro.

Casas (1979), citado por Altuve (1986), usando postes verdes comprobó que la madera de teca responde mejor a un tratamiento de sulfato de cobre al 6%, seguido por borax al 7% con tres días de inmersión en cada una de las soluciones y un período de difusión de tres semanas.

Altuve (1986), señala también que la madera redonda de albura para postes y estantillos absorbe casi el 100% del preservante sin que en el duramen haya penetración. Señala además que el método más utilizado en Trinidad es la inmersión en baño caliente y frío, utilizando la creosota como preservante.

Peña, citado por Altuve (1986), indica que la madera seca rápido al aire y presenta pocas deformaciones. Además, anota que su comportamiento es bueno durante el secado tanto al aire como en estufa.

La madera proveniente de aclareos posee muchas tensiones que dificultan el aserrado. Es necesario aserrar las trozas eliminando dichas tensiones en forma equilibrada; para esto se remueven la costanera y tabla de un lado y posteriormente el lado opuesto, seguidamente los otros dos lados. El uso de sierras dobles reduce el tiempo de volteo de trozas para eliminar tensiones; asimismo, recomienda aserrar la madera en estado verde. Las piezas de albura removidas para disminuir tensiones deben ser de 2 cm a 2,5 cm de grosor para que al secar puedan enderezarse por efecto del peso de la pila (Altuve, 1986).

La madera de teca es usada en construcciones navales, puentes, muebles y carpintería en general, enchapado y contrachapado, madera para parquet (parqué) y duela utilizados en la fabricación de barriles para guardar productos químicos (Magini y Tulstrup, 1968; Little y Dixón, 1969; Flinta, 1960; CATIE, 1986; Webb, 1980; Parry, 1957; Peña, 1981 y Keogh, 1979).

### **Factores limitantes**

Los aspectos más importantes que se mencionan como factores limitantes, para el crecimiento de la especie son: los suelos poco profundos, el mal drenaje, suelos compactados y la textura arcillosa (CATIE, 1986; Watterston, 1971). También, los sitios bajos con alta precipitación o sin un período seco marcado de tres meses y mal drenaje (Laurie, 1975). Las áreas relativamente planas de colinas, con suelos compactados, duros, arcillosos o arcilloso limosos, así como los suelos planos con un estrato superficial de arena, han demostrado no ser aptos para la especie. Asimismo, los suelos lateríticos duros y arcillosos o los suelos profundos secos y arenosos. Por poseer hojas muy grandes que captan gran cantidad de agua de la precipitación, la especie puede provocar la erosión del suelo si se planta en sitios con pendiente sin utilizar algún sistema de control de escorrentía (Ross, 1959; Streets, 1962; Chaves, 1989) (Figura 3).

Mahaphol (1954) considera limitante para el desarrollo de la teca las altitudes mayores a 900 msnm. En cuanto a las condiciones químicas del suelo encontró que, el bajo contenido de calcio y magnesio, limitan el buen desarrollo de la especie.

También, se mencionan como factores limitantes la presencia de malezas y los incendios (CATIE, 1986). Keogh (1987) reporta como problema los matapalos, parásitos de la familia Loranthaceae, que infectan y dañan la copa de los árboles, pero en pocas ocasiones llegan a matar el árbol.



Figura 3. Nótese la erosión del suelo provocada por *Tectona grandis* L.f. cuando es plantada en pendiente, sin control de escorrentía.

### Plagas y enfermedades

La teca es considerada como muy resistente al ataque de hongos e insectos. Los ataques registrados en bosques naturales, plantación o madera en uso, han sido de poca importancia. No obstante, la madera joven no dura más de cinco años si está en contacto con el suelo, la albura es susceptible al ataque de hongos, básicamente de *Lyctus*, iniciándose el ataque después del primer año de instalada. (Torres y Silberberg, 1972; Chable, 1967; Altuve, 1986; Rodríguez, 1963; Carter, 1941).

Al comparar la resistencia de teca a los hongos *Ustilina deusta* Fr, *Polyporus versicolor* (Linn.) y *Lenzites trabea* (Pers.), se ha encontrado que la albura es poco resistente a los dos primeros, mientras que el duramen es altamente resistente, debido al contenido de extractivos que posee (Altuve, 1986; Torres y Silberberg, 1972).

Para Hoching y Jaffer (1972), la causa probable de la pudrición de las raíces de teca es el hongo *Helicobasidium compactum* (Boedijn), considerado como agente patógeno primario. Los árboles muertos presentan descomposición de las raíces y del cuello, que luego asciende por el tronco. La pudrición presenta un aspecto blanco y filamentoso, en algunos casos muestra zonas lineales negras.

La corteza sufre descomposición y queda reducida a una pulpa de color pardo con zonas blancas de micelio en forma de abanicos muy delgados.

En una fase avanzada de descomposición las raíces aparecen recubiertas por un tegumento delgado, quebradizo, costroso y de color negro, envuelto a veces por la capa externa, no descompuesta, de la epidermis radical semejante a una piel de cebolla.

El primer síntoma foliar de la presencia de la enfermedad, es un arrugamiento clorótico y traslúcido, que aparece cuando la pudrición del cuello de la raíz ha destruido más de las tres cuartas partes. Posteriormente, se presenta un amarillamiento y secado completo de las hojas, por último aparece la defoliación, provocando al final la caída de las hojas más jóvenes. Cuando no hay síntomas foliares, los árboles enfermos pueden ser identificados observando las galerías de las termitas en el tronco, en forma ascendente. Otra señal frecuente es la presencia de una masa afieltrada de tejido fungoso en la base del tronco. Esta masa es de color variable, desde casi negro en estado húmedo, hasta pardo morado o pardo canela en estado seco. Las masas recién desarrolladas son de color violeta pálido con orillas blancas.

Otro hongo que se ha aislado de árboles muertos de teca es el género *Stemphylium*, el cual causa la marchitez de los brotes terminales y avanza hacia abajo. También, el hongo *Armillaria mellea* es frecuente en zonas húmedas, cuando las condiciones le son propicias, produce la pudrición radical y hasta la muerte del árbol (FAO, 1975).

Interiano (1974), reporta el hongo *Colletotrichum*, el cual produce en el haz y en el envés de la hoja, bandas irregulares de color rojo, que se unen tomando un color pardo-negro y ocasionan la destrucción total de la hoja atacada.

En Costa Rica se han observado ataques de *Phyllophaga* sp., cuyas larvas cortan las raíces en bancales de vivero, para

controlarlo se ha utilizado un insecticida sistémico (Furadán)\* (CATIE, 1986). También, Bauer (1982) e Interiano (1974), reportan la defoliación causada por hormigas "zompopas" durante los primeros años; recomiendan la poda de las partes dañadas, ya que los tejidos meristemales no son atacados.

Keogh (1987), reportó como problema de epífitas, a varias especies de lorantáceas en plantaciones de teca en Trinidad, entre éstas *Phthirusa adunca*, *Phoradendron piperoides* y *Viscum sp.* Como medidas de control recomendó la poda y quema de las ramas afectadas, antes de que las epífitas fructifiquen. Los árboles fuertemente invadidos por el matapalo se deben cortar en los aclareos.

En Trinidad, la teca fue atacada por una larva de un escarabajo de la subfamilia Melolonthinae, la cual ocasionó daños a la semilla; también, se observó el ataque a árboles viejos por una amplia variedad de escarabajos de la corteza, aunque el ataque fue de importancia secundaria. Asimismo, se menciona el hongo *Plemotus commisciloilis* que ataca el corazón de la raíz principal, sobre todo cuando el árbol ha sido afectado por otra causa (Carter, 1941).

Chable (1967), reporta en Honduras la larva de un lepidóptero barrenador del tronco; ésta ha sido controlada rápidamente. Esta larva, aparentemente, se desarrolla de huevos depositados en puntos susceptibles del tallo, causados principalmente por heridas con machete al hacer las podas. El diámetro de la galería varía entre 95 mm a 127 mm y puede llegar hasta la médula; la entrada al túnel o galería es tapada con aserrín observándose a cierta distancia, aspecto que facilita su reconocimiento.

También hace referencia al ataque de las raíces por un roedor, que se alimenta de ellas durante los tres primeros años de la plantación. Muchas plantas mueren y otras resultan seriamente dañadas, volviéndose susceptibles a la acción de los vientos fuertes. El ataque se concentra en suelos poco profundos y durante la estación lluviosa, época en que la población del roedor aumenta.

Para Centro América, se mencionan varios insectos y enfermedades asociadas a la especie (CATIE, 1991) (Cuadro 1).

---

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

Cuadro 1. Plagas de insectos, animales vertebrados y patógenos, reportados en *Tectona grandis* L.f. en América Central.

Tipo de Plaga	Tipo de daño	Plantas afectadas	Gravedad del daño
<b>Insectos</b>			
<i>Neoclytus cacicus</i>	barrenamiento de xilema	J	E
<i>Phyllophaga</i> sp.	destrucción de raíces	V, J	C
<i>Plagiohammus spinipennis</i>	Barrenamiento de xilema y médula	J, M	C
<b>Animales Vertebrados</b>			
<i>Orthogeomys underwoodi</i> (Taltuza)	Destrucción de plántulas	V, J	R
<b>Patógenos</b>			
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Tallo	J, M	R
<i>Corynespora</i> sp.	Follaje	M	R
<i>Fusarium oxysporum</i>	Raíz y tallo	V, J	R

- V= plántulas o pseudoestacas en vivero  
 J= árboles jóvenes, menores de tres años  
 M= árboles mayores de tres años  
 E= problema esporádico, que ha demandado al menos una vez esfuerzos de combate  
 C= problema crónico, casi siempre presente, que en ciertos casos alcanza dimensiones epidémicas  
 R= problema registrado, observado al menos una vez.

Fuente: CATIE (1991).

## **Mejores procedencias**

En Java se compararon diversas procedencias (India, Birmania, Tailandia y Java). Las procedencias de la India presentaron mala forma y muchas ramas, las del norte de la India resultaron inferiores en cuanto al crecimiento en altura; las procedencias de Tailandia y Birmania fueron las mejores, e inmediatamente después, las de Java. Aunque la teca de India resultó de inferior calidad, en comparación con las otras procedencias, cuando se trata del cultivo en regiones fértiles y húmedas, puede resultar la más adecuada para el cultivo en zonas secas (Magini y Tulstrup, 1968).

En Sri Lanka, la semilla procedente de Tailandia ha producido árboles de mejor forma y fuste más recto que la semilla de la India, la cual ha dado árboles con numerosas ramas (Magini y Tulstrup, 1968).

En Trinidad, la teca fue importada por primera vez en 1913, de Tenasserim, de la baja Birmania. En 1915 y 1916, se hicieron nuevas importaciones, pero la germinación en ambos casos fue muy escasa. Por lo tanto, las plantaciones de Trinidad, proceden prácticamente de la primera importación. En 1930, se estableció en este país, un ensayo con semilla de Travancore, sur de la India, esta procedencia resultó inferior a la de Tenasserim, en cuanto a forma y crecimiento en altura; por lo tanto, de estas parcelas no se hicieron recolecciones de semilla. En los últimos años, las plantaciones en Trinidad se han hecho utilizando la semilla que producen los primeros rodales establecidos en 1913.

La floración temprana probará la bifurcación a baja altura del tronco, ésta es una característica genética de este material utilizado como fuente semillera (Mangini y Tulstrup, 1968 y FAO, 1985).

La calidad genética de la semilla mejoró gradualmente al eliminar, con los aclareos, los árboles mal formados y en 1960, se designaron los rodales semilleros después de un minucioso examen de todas las plantaciones mayores de 25 años. Ahora, los rodales han sido aclareados y se han dejado los mejores 200 ó 250 árboles/ha. De esta forma se ha mejorado la calidad genética de las áreas semilleras en Trinidad (FAO, 1985).

La procedencia derivada de Tennaserim - Trinidad es considerada como de gran importancia; para el trópico americano ha

sido distribuida ampliamente en México, América Central, el Caribe, Venezuela y Colombia. Otra fuente considerada de importancia, es la denominada Sri Lanka-Panamá. De esta procedencia derivada se ha enviado semilla a Honolulu, Ecuador, Brasil, Florida y Liberia, Costa Rica, Perú, México, El Salvador y Nicaragua (Keogh, 1980c).

## 2. ESTABLECIMIENTO

*Las semillas de teca poseen un porcentaje de germinación que varía entre 40 y 80%; además, requieren tratamientos de escarificación para acelerar y uniformizar la germinación. El tratamiento más utilizado es el secado y remojado alterno, hasta que inicie la germinación.*

*El trasplante se realiza en bancales o eras a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm, donde las plantas permanecen de cuatro a 12 meses, para obtener pseudoestacas de 1 a 2 cm de diámetro, 5 a 15 cm de tallo y 15 a 25 cm de raíz. Para mejorar el color y vigor de las plantas, se recomienda fertilizar con N, P, K, Ca, Mg y S (fórmula completa) utilizando 1,0 kg para cada 10 000 arbolitos en cada aplicación.*

*En plantación, la preparación del terreno y el control de malezas es vital, ya que la especie es exigente a la luz. También es sensible a la humedad y competencia por malezas, recomendándose al menos tres limpiezas el primer año, dos el segundo y una el tercero. La fertilización a nivel de plantación no puede recomendarse como una práctica rutinaria, debido a resultados contradictorios.*

*El espaciamiento para plantación tradicional ha variado entre 1,5 y 4,6 m en cuadro, siendo el de 3 x 3 m el más utilizado actualmente; mientras que para el sistema Taungya se usan espaciamientos mayores a los tres metros. La especie es utilizada también en sistemas agroforestales.*

### **Producción en vivero**

#### **Recolección de semillas**

En América Central la floración de *T. grandis* se produce de mayo a julio y los frutos se pueden recolectar con facilidad del árbol o del suelo entre julio y setiembre (CATIE, 1986).

Los frutos son de tamaño moderadamente grande, existiendo entre 800 y 2000 semillas/kg (Flinta, 1960; Webb, 1980; Lemckert, 1980 y Parry, 1957), pueden almacenarse en seco a 4°C y la viabilidad es de dos años (Flinta, 1960).

## Germinación de las semillas

Las semillas frescas presentan un porcentaje de germinación de 40 a 60 % (CATIE, 1986 y Flinta, 1960). Lemckert (1980), reporta de un 10 a 70 % y FAO (1985) menciona un 60 a 80 %. La germinación es epigea y comienza a los 10 ó 12 días después de la siembra, sin ningún tratamiento a la semilla (CATIE, 1986; Flinta, 1960 y FAO, 1985).

Como tratamiento de escarificación para acelerar y uniformizar la germinación, se ha empleado la inmersión de la semilla en agua por períodos de 24 a 72 horas, ó 24 a 48 horas y después se siembran. Otro tratamiento es la inmersión en agua con secado alterno, en períodos de 24 horas de inmersión y 24 horas de secado, repitiendo el proceso por una o dos semanas (CATIE, 1986). También se menciona la inmersión por la noche y el secado al sol (CATIE, 1986; Bauer, 1982; Trujillo, sf; FAO, 1977). Por su parte Lemckert (1980); FAO (1975) y Magini y Tulstrup (1968), citan el mojado y secado alterno por 15 días. Otros tratamientos según FAO (1975), son el remojo en ácido sulfúrico concentrado durante 20 a 30 minutos y el remojo alterno en agua fría y tibia por 24 horas.

Gupta y Pattanath (1975), estudiaron los factores que afectan el comportamiento de la germinación de las semillas de teca de procedencias Indias. Indican que las condiciones fisiológicas, en la forma de un desbalance de nutrientes, es una causa importante de la dormancia de la semilla. Observaron que la semilla que viene de áreas secas germina, en algunos casos, más fácilmente que la de sitios más húmedos. Además, mencionan que cuando se utilizó semilla fresca, el período de germinación fue de 26 a 31 días, en tanto que, un año después, el período se redujo entre 10 y 14 días.

## Producción de plantas

Generalmente, en la producción de plantas, se usa el bancal de germinación; luego son repicadas al bancal de producción de pseudoestacas a un distanciamiento de 20 cm x 20 cm, o 15 cm x 20 cm, donde permanecen de cuatro a 12 meses, hasta que alcancen de 15 a 50 cm de alto, 3,5 cm de tocón y de 15 a 25 cm de raíz, dimensiones requeridas para llevarlas al sitio de plantación (Carter, 1941; Mahaphol, 1954; Parry, 1957; Flinta, 1960; Bauer, 1982; FAO, 1985 y CATIE, 1986). El trasplante o repique se hace cuando las plantitas posean dos hojas, es necesario colocar sombra durante los primeros 15 días (FAO, 1977). En la práctica se ha demostrado que

la mayor supervivencia al repique ocurre cuando las plantitas tienen raíces secundarias, que se da generalmente cuando aparecen de dos a cuatro hojas verdaderas (Figura 4).

Chable (1967), recomienda practicar la poda de la raíz en viveros, como una práctica para mejorar la calidad del arbolito antes de establecer la plantación.

La reproducción de la especie a través de injertos, es otra técnica utilizada, para este caso, los mejores resultados los ha dado el tipo de injerto de escudete (Chalmers, 1962). Flinta (1960), sugiere sumergir las ramas en una solución acuosa y de hormonas de ácido indolbutírico a razón de 0,2 mg/cm<sup>3</sup>.

### Fertilización en vivero

Una de las prácticas importantes en la producción de plantas en vivero es el uso de fertilizantes. Los resultados de los diferentes estudios demuestran que la aplicación de N, P y K mejora el color, vigor y el crecimiento de los arbolitos (Raets, 1964; Kaul, 1972; Nwoboshi, 1973, 1984; Maun, 1977; Hassan y Dey, 1979; Sundralingam, 1982) (Figura 5).

### **Establecimiento de la plantación**

El método más común para preparar el sitio de plantación es la chapea o eliminación de toda la vegetación. Si el terreno tiene pendiente se recomienda augmentar el espaciamiento de plantación, para evitar que el suelo se mantenga descubierto de vegetación y se provoque la erosión. También se recomienda hacer desagües a nivel, o plantar algún tipo de vegetación en curvas a nivel, con el objeto de reducir el proceso erosivo.

El espaciamiento utilizado dependerá, en gran medida, del tipo de producto que se quiera obtener, es decir, leña, carbón o madera para aserrío y de la pendiente del sitio. En este sentido, se reportan espaciamientos que van desde 1,5 m x 1,5 m hasta 3 m x 6 m, utilizando los de mayor densidad para obtener leña y carbón en sitios planos (Chable, 1967; Bell, 1973; Bauer, 1982; CATIE, 1986; FAO, 1977; Moore, sf; Hernández, 1984).

En la actualidad, al ocupar el valor de la madera de teca uno de los primeros lugares a nivel mundial, las plantaciones están



Figura 4. Germinación de semilla de *Tectona grandis* L.f. en bancal, Proyecto Forestal Bosques de Puerto Carrillo, Costa Rica.



Figura 5. Viveros de *Tectona grandis* L.f. en el Proyecto Forestal Bosques de Puerto Carrillo, Costa Rica.

siendo establecidas y manejadas principalmente para producir madera para aserrío, utilizando espaciamientos de 3,0 x 3,0 m, lo que favorece el establecimiento de un sotobosque para protección del suelo y evita la realización de raleos muy temprano, asimismo, baja los costos de establecimiento.

### Técnicas de plantación

En Trinidad, la teca fue plantada originalmente mezclada con otras especies, posteriormente, se decidió establecerla como plantación pura, ya que las otras especies fallaron o fueron dominadas por la teca (Bell, 1973). Generalmente, se usa la plantación pura, pues la teca es exigente en cuanto a la luz (Carter, 1941).

No se recomienda establecer plantaciones densas en terrenos de alta pendiente, debido a que la sombra elimina la vegetación del sotobosque; además, las hojas captan mucha agua durante las lluvias, la cual escurre a lo largo del fuste, favoreciendo la erosión por escorrentía superficial (CATIE, 1986).

Se recomienda el establecimiento de plantaciones por medio de seudoestacas y seleccionar, después de seis meses de plantado, el mejor rebrote (CATIE, 1986; Laurie, 1975). Para Marshall (1939), citado por Bell (1973), la plantación con seudoestacas de un año de edad producidas en vivero, da mejores resultados económicos que la siembra directa. Resultados similares, además de mayor crecimiento inicial, reporta Carter (1941) para Trinidad y Mahaphol (1954) en Tailandia.

### **Control de malezas**

La planta es sensible a la humedad y a la competencia por malezas, por lo que se recomienda un estricto control de las malezas durante las primeras etapas de crecimiento de la plantación (CATIE, 1986; Laurie, 1975; Raets, 1964). Las deshierbas deben limitarse a eliminar la maleza y lianas y permitir la formación de una cubierta baja de especies nativas leñosas, para proteger el suelo de la erosión y disminuir el peligro de incendios (Carter, 1941; Bell, 1973). Las limpiezas insuficientes causan supresión de la teca, produciendo deformaciones y un pobre desarrollo, se sugiere

realizar tres limpiezas durante el primer año, dos el segundo y al menos una el tercero (Mahaphol, 1954; Wadsworth, 1960; Raets, 1964; FAO, 1985; FAO, 1977).

La erosión del suelo es inevitable durante el primer año, como consecuencia de la preparación del terreno para la plantación; por lo tanto, se debe evitar la destrucción de la vegetación por medio de fuego o sombra excesiva. La fertilidad del suelo se restituye rápidamente una vez que se obtenga protección de la vegetación (Brooks, 1941).

En Trinidad, se introdujo la leguminosa *Flemingia strobilifera*, como cubierta del sotobosque; se observó que el crecimiento después de un año era muy rápido, pero afectaba también el crecimiento de la teca (Carter, 1941).

Según Laurie (1975), para la plantación de árboles de muchas especies, incluida la teca, la fertilidad del suelo tiene menos importancia que la profundidad y la disponibilidad de agua rara vez es un factor restrictivo. Resulta que muchas especies requieren, para su crecimiento, que el suelo sea profundo, bien drenado y rico en bases y la teca requiere de estas características. Esta especie no crece bien en suelos arcillosos, ni lateríticos o poco profundos y el más ligero grado de restricción del avenamiento la hace crecer achaparrada y poco sana. En ocasiones se le ha visto desarrollarse rápidamente, pero pronto detiene su crecimiento si las condiciones le son desfavorables. La fertilidad del suelo sí puede tener cierta importancia durante los primeros años posteriores a la plantación, en que puede resultar crítica la falta de ciertos elementos mayores. No obstante, es poco lo que se sabe acerca de la influencia de las deficiencias de estos elementos, en el crecimiento de la mayoría de las especies forestales, incluida la teca.

Se han llevado a cabo muchos experimentos con teca, sobre la aplicación de fertilizantes después de plantar, pero los resultados han sido contradictorios, esto se debe, quizá, a la variedad de suelos y procedencias utilizadas; lo cual hace difícil formular recomendaciones generales en cuanto a sitios y fertilizantes.

Algunos estudios demuestran que el nitrógeno (N) cuando se aplica acompañado de fósforo (P) provoca a menudo un aumento en el crecimiento, pero en algunas ocasiones parece reducirlo. En general, se consideran estos dos elementos como los más importantes para el crecimiento de la especie (Qhureshi y Yadav, 1967; Ojo y Jackson, 1974; Laurie, 1975; Rodríguez, *et al.*, 1985).

Además de estos elementos, se afirma que las plantas de teca parecen ser sensibles a la deficiencia de calcio (Ca); asimismo, se ha determinado que con el aprovechamiento, grandes cantidades de este elemento son removidas del sitio y que difícilmente puede ser restituido por la mineralización del mismo, lo que debe tomarse en cuenta al repoblar un sitio con esta especie (Laurie, 1975; Hase y Foelster, 1985).

### **Sistemas agroforestales**

En Tailandia y Trinidad se ha plantado teca utilizando el sistema Taungya (Flinta, 1960; FAO, 1985). Este sistema reduce los costos de plantación y favorece el crecimiento de los arbolitos (Mahaphol, 1954; Raets, 1964; Aguirre, 1963).

En Centro y Sur América, se ha cultivado desde bananas hasta cultivos alimenticios básicos, durante un período de dos o más años, al inicio del establecimiento de la plantación (Moore, sf; Raets, 1964; Chable, 1967; Cozzo, 1976). Los espaciamientos bajo este sistema han variado de los 2,0 x 2,0 m hasta 5,33 m x 5,33 m (Moore, sf; Raets, 1964; FAO, 1985).



Plantación joven de *Tectona grandis* L.f., establecida en Hojancha, Costa Rica.

### 3. MANEJO

*Existen diferencias marcadas en cuanto a crecimiento, como consecuencia de las diversas calidades de sitio, edad, densidad de plantación y manejo. En general, se reporta un crecimiento anual que varía entre 10 y 25 m<sup>3</sup>/ha/año.*

*La evaluación del índice de sitio se ha basado en la determinación directa, a través de diferentes tipos de altura. Se consideran sitios buenos los que tienen más de 18 m de altura promedio, a una edad base de 10 años. De las variables ambientales analizadas, la precipitación influye favorablemente en la calidad de sitio. En el cálculo de volumen y rendimiento, se ha utilizado principalmente, la altura y el dap para estimar el volumen con y sin corteza por calidad de sitio.*

*Para teca se han propuesto varios sistemas de aclareo basados en la altura total de los árboles, el índice de espaciamiento relativo de Hart (S %) y el área basal. En el primer caso se propone realizar el primer aclareo cuando los árboles alcancen ocho metros de altura, cortando en forma semimecánica el 50% de los árboles y la segunda intervención cuando la altura alcance los 15 m, dejando una densidad de 500 árboles/ha. Algunos autores han utilizado el índice de espaciamiento relativo de Hart (S %) para prescribir aclareos en un rango de 20 a 28%. Cuando se utiliza el área basal como criterio para realizar los aclareos, se deja que la plantación alcance 20 ó 25 m<sup>2</sup>/ha y se reduce de 14 a 17 m<sup>2</sup>/ha.*

*Generalmente, las podas son necesarias cuando se quiere madera libre de nudos, en estos casos se deben elegir los mejores árboles y podarlos hasta un tercio de la altura del árbol, aunque la teca, en densidades normales, presenta buena poda natural.*

*La especie regenera en forma aceptable cuando los frutos caen en un suelo libre de malezas; también, rebrota en forma vigorosa.*

## Crecimiento de la teca en diferentes sitios de América Central

En los primeros 30 años, se reporta una producción de 6 a 15 m<sup>3</sup>/ha/año, para sitios no muy pobres en regiones aptas. El crecimiento se ve reducido en sitios desfavorables; el poco aumento en diámetro se debe, aparentemente, a suelos pobres o a falta de raleos (Bauer, 1982; Webb, 1980) (Figura 6).

Para ilustrar la gran diversidad en crecimiento de la especie, en el Cuadro 2 se presenta, en forma resumida, la información sobre el crecimiento de teca en algunas regiones del mundo. El Cuadro 3 resume la información sobre crecimiento de teca en algunos sitios de América Central, elaborado con base en la información registrada en el Sistema MIRA\*. Para las edades de tres a cinco años, el incremento medio anual en altura varía entre 0,29 y 2,41 m, con 1,5 m/año como promedio, los incrementos en altura mayores a 2,0 m se encontraron en Costa Rica y Panamá. Los menores a 0,50 m se dieron en algunos sitios de El Salvador y Nicaragua; en ambos sitios, el factor que parece afectar el crecimiento es el número de meses con déficit hídrico que es de seis y ocho, respectivamente. Para edades entre cinco y 10 años, el incremento en altura varía de 1,06 a 3,21 m, con un promedio de 1,7 m. Las parcelas de mayor edad están en Guatemala con una edad de 39,8 años e incrementos medios en altura de 0,21 m a 0,51 m/año.

Cuadro 2. Datos de crecimiento e incremento de *Tectona grandis* L.f. en diversos países, según diferentes autores.

Autor	País	Edad (años)	Espaciamiento (m)	Crecimiento Promedio	
				dap (cm)	h (m)
Cozzo, 1976	Argentina	16-17	2x3	14,15	16,0
Rodríguez, 1960	Venezuela	3,30	3x3 3x4,5x5		
Laurie, 1975	Sabana	6		8,9	
		10		14,0	
	Africana	15		20,3	
		20		25,4	
		25		31,8	
		30		35,6	
		40		45,7	
Pedroso, 1973	Brasil	9	1 x 1	9,0	9,3
Vargas y Klop, 1987	Colombia	5		14,5	16,0
		6		15,4	17,3

\* Manejo de Información Sobre Recursos Arbórcos

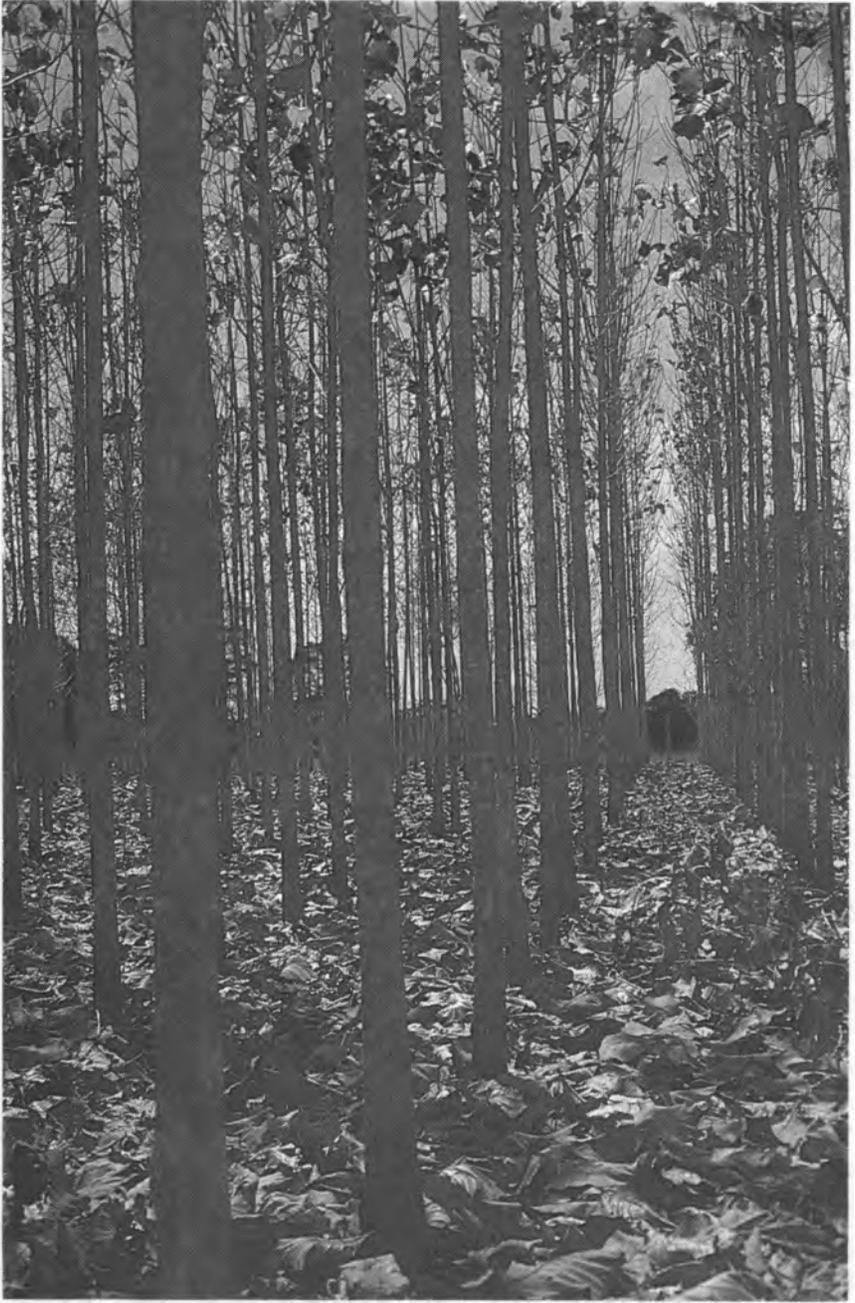


Figura 6. Plantación de *Tectona grandis* L.f. de seis años de edad en Río Negro de Cóbano, Puntarenas, Costa Rica.

Cuadro 3. Características ambientales y de crecimiento de *Tectona grandis* L.f. en algunos sitios de América Central, donde se ha ensayado la especie.

País	Sitio	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Def. hid.	Zona de vida	Densidad inicial	Edad meses	$\bar{x}$ (cm)	Diámetro IMA (cm/año)	$\bar{x}$ (m)	Altura IMA (m/año)
GT	Cuyotenango, Suchitopequez	200	26,0	3148	4	bh-ST	-	480	45,1	1,1	20,3	0,5
							555	92	16,1	2,1	10,5	1,3
							2500	92	19,2	2,5	12,1	1,5
							2500	15	-	-	1,7	1,3
							2500	20	-	-	0,5	0,3
HN	Agua Caliente, Choluteca	40	28,7	1381	6	bh-S	2500	20	-	-	0,5	0,3
HN	Monte Redondo, Choluteca	30	28,3	1972	6	bh-P	2500	20	-	-	0,5	0,3
HN	Santa Ana, Cortés	400	25,1	1891	3	bs-T	1600	103	11,3	1,3	11,1	1,2
HN	Cortés	160	25,1	1891	3	bh-T	2066	60	9,5	1,9	8,6	1,7
HN	La Cumbre, Atlántida	20	25,1	1891	3	bmh-P	1111	62	20,3	3,9	16,6	3,2
							1111	90	22,9	3,0	19,3	2,5
							1111	18	5,8	3,8	6,4	4,2
							4444	91	11,0	1,4	12,7	1,6
							2500	91	11,9	1,5	12,7	1,6
							1600	91	14,1	1,8	13,0	1,7
HN	Cortés El Balsamo	40	25,1	1891	3	bs-T	4444	72	8,3	1,3	10,0	1,7
HN	Yojoa, Cortés	40	26,3	1446	5	bs-T	2500	25	4,0	1,9	4,3	2,0
ES	La Tortolita, Sonsonate	600	24,2	1672	6	bh-ST	2500	43	5,0	1,4	3,9	1,1
							2500	43	6,1	1,7	5,2	1,4
							2500	43	5,6	1,5	4,5	1,2
							2500	43	5,2	1,4	4,6	1,3
							2500	43	6,0	1,6	5,3	1,4
							2500	43	6,1	1,7	5,2	1,4
							2500	-	-	-	0,4	0,0
ES	Miravalle, Sonsonate	20	26,9	1524	6	bh-ST	2500	33	6,1	2,2	5,8	2,1
ES	Sta. Lucía Orcoyo	85	26,4	2213	6	bh-ST	1600	42	6,7	1,9	5,5	1,5
							1600	26	4,6	2,1	4,4	2,0
							1600	42	8,8	2,5	7,3	2,0
							1600	23	4,8	2,5	5,6	2,9
ES	Taquillo, La Libertad	200	26,4	2004	6	bh-ST	1600	43	7,2	2,0	6,3	1,7
							1600	43	6,3	1,7	5,6	1,5
							1600	43	6,3	1,7	4,8	1,3
ES	La Libertad, Orcoyo	400	27,5	1149	5	bh-ST	2500	92	13,3	1,7	12,9	1,6
							2500	92	13,8	1,8	13,4	1,7
							2777	62	8,4	1,6	9,0	1,7
ES	El Angel, Nejapa	500	23,8	1674	6	bh-ST	1600	42	6,0	1,7	1,6	0,4
ES	San Alfonso, La Libertad	330	27,5	1149	5	bh-ST	1600	84	11,3	1,6	11,9	1,7
							1600	84	11,9	1,0	10,8	1,5
							1600	84	12,5	1,7	12,5	1,7

Cuadro 3. Continuación ...

País	Sitio	Altitud msnm	TMA (°C)	FMA (mm)	Def. híd.	Zona de vida	Densidad inicial	Edad meses	$\bar{x}$ (cm)	Diámetro IMA (cm/año)	$\bar{x}$ (m)	Altura IMA (m/año)
ES	Sn. Luis Opico	510	23,8	1753	6	bh-ST	1600	18	2,8	1,8	1,6	1,0
ES	Amayo, Parrichimalco	125	26,4	2213	6	bh-ST	1600	50	9,5	2,2	7,4	1,7
								72	12,5	2,0	10,6	1,7
ES	Fnc. Bolívar, Chatenango	400	23,8	1674	7	bh-ST	2500	5	-	-	0,7	0,0
ES	El Pedregal, La Paz	20	27,5	1149	5	bh-ST	1600	62	11,8	2,2	10,2	1,9
ES	Jupinco, La Paz	380	27,5	1149	5	bh-ST	1600	94	8,9	1,1	9,5	1,2
ES	Las Flores, La Paz	40	27,5	1149	5	bh-ST	2500	68	8,4	1,4	6,8	1,2
ES	La Paz	200	26,8	2213	6	bh-ST	2500	68	10,2	1,8	7,2	1,2
ES	San Vicente, Tecoluca	30	26,8	1792	6	bh-ST	2500	14	-	-	0,3	0,2
ES	El Pimental, La Paz	20	26,8	1737	6	bh-ST(c)	2500	0	-	-	0,6	0,0
ES	El Canal, Usulután	75	27,5	1149	5	bh-ST	2500	26	4,9	2,2	5,0	2,3
ES	Usulután, Jiquilisco	100	26,6	1925	6	bh-ST	2500	42	7,1	2,0	7,2	2,0
ES	Chirilagua, San Miguel	50	26,6	1714	6	bh-ST	2500	16	-	-	0,6	0,4
ES	Costiquina, Chinandega	98	29,3	1995	6	bh-T	2500	4	-	-	0,5	0,0
NI	Carretera a León, Managua	40	27,9	1623	5	be-T	1890	79	10,7	1,6	9,1	1,3
NI	Carretera, Panamericana Norte	50	29,1	1143	7	be-T	1600	67	13,4	2,4	11,3	2,0
NI	Tipitapa, Managua	70	27,7	1131	8	be-T	2500	68	7,1	1,2	7,2	1,2
NI	San Fco. Matagalpa	480	25,7	889	8	bms-PT	2500	57	2,5	0,5	2,6	0,5
CR	Hojancha, Guanacaste	370	27,2	2305	5	bh-T	1600	54	6,1	1,3	6,9	1,5
CR	Nandayure, Guanacaste	600	24,7	1868	5	bh-T	2500	54	-	-	1,3	0,2
CR	Carmona, Guanacaste	60	24,7	1868	5	bh-T	2500	14	-	-	0,5	0,4
CR	Hojancha, Guanacaste	440	27,2	2305	5	bh-T	2500	55	10,3	2,2	9,2	2,0
CR	Dola, San José	170	27,0	3689	4	bmh-MB	2500	48	7,8	1,9	8,2	2,0
PA	Veraguas	100	26,7	1975	5	bh-T	2500	55	9,5	2,0	9,9	2,1
PA	Sn. Francisco de Veraguas	60	26,7	2514	5	bh-T	2500	19	5,2	3,2	4,4	2,7
PA	Pese, Herrera	100	26,9	1569	5	bh-P	1111	13	-	-	0,1	0,1
PA	Chupampa, Herrera	100	26,9	1569	5	bh-P	1111	47	-	-	1,6	0,4
PA	Quebrada Ancha, Colón	80	27,3	1210	5	be-T	1600	29	5,9	2,4	4,5	1,8
PA	Macaracas, Los Santos	50	26,9	1145	6	bh-T	1111	15	-	-	0,5	0,4
PA	Las Tablas, Los Santos, PA	90	26,5	1682	5	bh-T	2500	118	21,6	2,2	19,6	1,9
PA	La Laja, Los Santos	20	27,4	1656	6	bh-T	2500	118	18,7	1,9	19,3	1,9
PA	El Casco, Los Santos	50	26,6	1162	5	be-T	1600	118	18,4	1,1	22,2	1,3
PA	Sabana Grande, Los Santos	50	26,6	1162	5	bh-T	1600	198	22,1	1,5	22,3	1,5
PA							833	172	16,0	1,0	16,9	2,0
PA							1111	192	16,0	1,0	16,9	2,0
PA							2500	52	9,0	2,0	8,9	2,0
PA							2500	61	6,1	1,2	5,2	1,0
PA							2500	42	9,0	2,5	8,4	2,4
PA							1111	29	7,1	2,9	7,6	3,1

Fuente: Sistema MIRA.

Teca tiene un crecimiento inicial bastante rápido, pero éste baja después de ocho o 10 años. En Costa Rica, las plantaciones de cinco años presentan un IMA en altura que varía desde 2,62 m a 3,06 m y, a los nueve años, un IMA entre 1,83 m a 2,24 m. Estas diferencias son marcadas entre sitios, debido principalmente a la cantidad de calcio, capacidad de intercambio catiónico, profundidad y textura del suelo (Chaves, 1989).

## **Indice de sitio**

Es común utilizar el índice de sitio, como una expresión de la calidad del sitio para una especie dada, entendiéndose por este término, la capacidad de un sitio para producir bosque u otro tipo de vegetación, en un tiempo dado, como consecuencia de la interacción entre factores climáticos, edáficos, topográficos y bióticos.

Entre los métodos más utilizados con especies forestales para evaluar la calidad de sitio, está en primer lugar la estimación directa, la cual considera principalmente la altura de los árboles; en segundo lugar la estimación indirecta, la cual toma en cuenta el clima, factores fisiográficos y aspectos edáficos.

### Estimación directa del índice de sitio

Se han utilizado tres definiciones de altura para determinar el índice de sitio: altura dominante considerada como el promedio de los 100 árboles más altos y bien distribuidos por hectárea, altura promedio de los codominantes y dominantes y altura máxima, definida como la altura promedio de los 100 árboles más gruesos y bien distribuidos por hectárea. A cada una de estas definiciones se les apunta ventajas y desventajas; sin embargo, se coincide en utilizar la altura dominante, ya que ésta no se ve afectada por la densidad del rodal.

Existen varios trabajos sobre la clasificación de sitio para teca (FAO, 1977; Keogh, 1980b; Luke, 1981; Torres, 1982; Umaña, 1983; Stearns, sf.) entre los que destaca el de Henao (1982), desarrollado en Colombia, éste se recomienda para calificar los sitios de América Central.

Henao (1982), dispuso de información sólo de la altura promedio de los árboles y no de los árboles dominantes, que es la información que se utiliza comúnmente en estos modelos. Además,

el ámbito de los datos abarca solamente hasta los 25 años de edad, lo que restringe su uso a estas edades.

Para la construcción de las curvas se utilizó el método de la curva guía, quedando la ecuación de la siguiente forma:

$$\text{Log } h = \text{log IS} - b * (1/E_b - 1/E) \quad (1)$$

Donde:

- Log = Logaritmo base 10
- h = Altura promedio (m)
- IS = Índice de sitio (m)
- E<sub>b</sub> = Edad base (10 años)
- E = Edad de la plantación (años)

La Figura 7 muestra los índices de sitio superior, medio e inferior y los límites entre ambos.

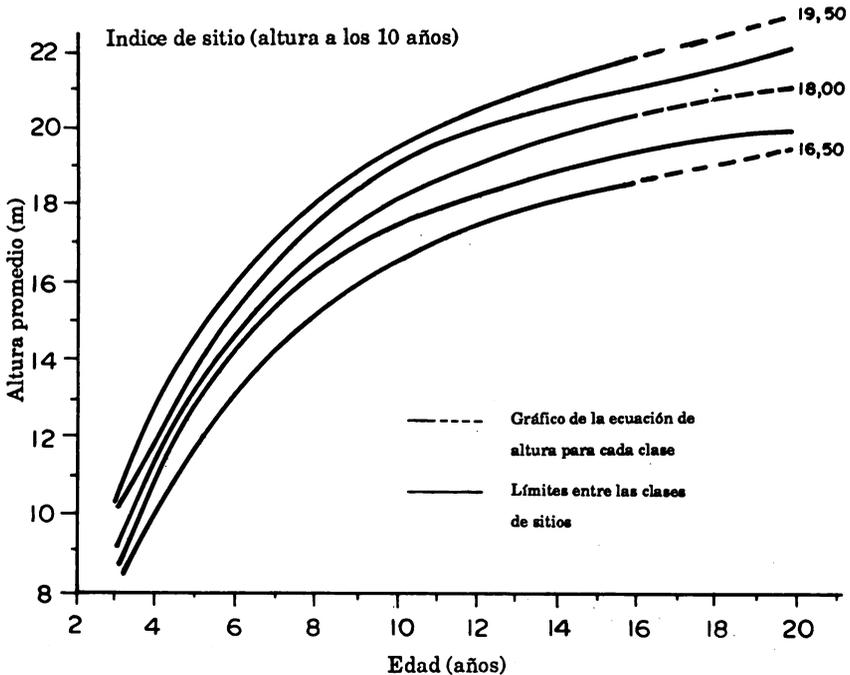


Figura 7. Altura promedio de *Tectona grandis* L.f. en relación con la edad, para distintos índices de sitio en el Páramo, Colombia (Henao, 1982).

## Estimación indirecta del índice de sitio

Al respecto se cuenta con poca información; sin embargo, dentro de los factores ambientales, la precipitación parece definir en gran medida el crecimiento de la especie, produciéndose los mayores incrementos en sitios donde ésta varía entre 2500 a 3000 mm/año, incrementos menores se dan por debajo de 2000 mm/año. También se ha encontrado que los sitios más ricos se ubican por debajo de los 100 msnm, aunque no se sugiere ninguna correlación entre altitud y calidad de sitio, además, la teca bajo condiciones adecuadas de temperatura y precipitación, puede crecer en altitudes mayores a los 600 msnm (Forest Research Institute, citado por Torres, 1982).

## Estimación del volumen y del rendimiento

Se ha demostrado que existen varias similitudes en el crecimiento en altura de la teca, en la región del Caribe, América Central, Colombia y Venezuela; además, estas similitudes pueden extenderse también al crecimiento en volumen.

Basado en lo anterior, Keogh (1979), utiliza tres fórmulas de volumen provenientes de a) El Salvador, b) Trinidad y c) Jamaica y las alturas del cuadro de clasificación de sitios, para calcular el volumen total por unidad de área a través del tiempo.

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad V &= 3,394 (h) - 0,344 (h^2) - 62,78 \\ \text{b)} \quad V &= 72,2 - 14,22 (h) + 0,86 (h^2) \\ \text{c)} \quad V &= 0,5031 + 0,3889 (h^2) - 0,08989 (h) \end{aligned}$$

donde:

$$\begin{aligned} V &= \text{volumen sin corteza (m}^3\text{/ha)} \\ h &= \text{altura promedio en metros de los árboles} \\ &\quad \text{dominantes.} \end{aligned}$$

Para la estimación del volumen de árboles individuales, Keogh (1987), menciona las siguientes ecuaciones, una para Costa Rica y otra para El Salvador, respectivamente:

$$\begin{aligned} V &= 0,0359 + 0,000022 (D^2h) \\ \text{Ambito (D)} &= 18 - 53 \text{ cm} \\ \text{Error estándar} &= 0,0139 \\ \\ V &= -0,0111 + 0,000025 (D^2h) \\ \text{Ambito (D)} &= 10 - 44 \text{ cm} \\ \text{Error estándar} &= 0,0118 \end{aligned}$$

Donde:

- V= volumen sin corteza en m<sup>3</sup>, desde 0,3 m de altura hasta 8 cm de diámetro menor  
 D= diámetro a 1,3 m con corteza en cm  
 h= altura total del árbol en metros

El Cuadro 4 corresponde a la tabla de volumen generada con la ecuación para El Salvador, donde se utilizan diámetros desde 10 cm.

Los estudios sobre tablas de rendimiento para teca son muy escasos, destacándose principalmente el trabajo de Miller (1969), para Trinidad, el de El Salvador (FAO, 1977) y el de Henao (1982). Basado en estos trabajos, se reporta que hay mucha similitud entre el crecimiento y el rendimiento de la especie en El Salvador, Jamaica y Trinidad.

Cuadro 4. Tabla de volumen (en m<sup>3</sup>), sin corteza hasta 8 cm de diámetro superior para teca (*Tectona grandis* L.f.) en El Salvador.

dap (cm)	Altura (m)									
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
10	0,02									
12	0,03									
14	0,05	0,06								
16	0,07	0,08	0,09							
18	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15					
20	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23			
22	0,13	0,16	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30		
24		0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,42
26			0,26	0,29	0,33	0,36	0,39	0,43	0,46	0,50
28			0,30	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58
30				0,39	0,44	0,48	0,53	0,57	0,62	0,66
32					0,50	0,55	0,60	0,65	0,71	0,76
34					0,57	0,62	0,68	0,74	0,80	0,86
36						0,70	0,77	0,83	0,90	0,96
38							0,86	0,93	1,00	1,07
40							0,95	1,03	1,11	1,19
42								1,14	1,22	1,31
44									1,34	1,44

$$V = 0,111 + 0,000025 (D^2h)$$

Fuente: Keogh (1987).

En el Cuadro 5 se presenta la tabla de Miller (1969) tomada de Keogh (1987).

Cuadro 5. Tabla preliminar de rendimiento para teca (*Tectona grandis* L.f.) en Trinidad.

Rodal principal										Raleo				Producción Total				Incremento					
Edad	No. de árboles	H (m)	DAP (cm)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Vsc (m <sup>3</sup> /ha)	Vsc (m <sup>3</sup> /ha)	No. de árboles	DAP (cm)	DAP (cm)	Vsc (m <sup>3</sup> /ha)	Vsc (m <sup>3</sup> /ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Vsc (m <sup>3</sup> /ha)	Vsc (m <sup>3</sup> /ha)	ICA (m <sup>2</sup> /ha)	ICA (m <sup>2</sup> /ha)	ICA (m <sup>3</sup> /ha/año)	ICA (m <sup>3</sup> /ha/año)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)	
0	2196	8	9	6	9	9	9	(1208)	6	9	9	9	11	11	18	18	3,6	3,6	6	6	6	6	
C	3	988	16	17	12	53	27	494	14	27	23	23	23	23	89	89	3,2	3,2	18	18	13	13	
L	7	494	20	24	14	85	47	111	20	35	32	32	32	156	156	1,6	1,6	13	13	11	11	12	12
A	12	269	22	32	14	107	87	67	34	57	36	36	44	298	298	0,8	0,8	9	9	6	6	11	11
S	18	185	23	40	15	126	110	42	43	57	43	43	51	365	365	0,6	0,6	6	6	4	4	10	10
E	26	118	25	49	15	135	110	-	-	-	-	-	55	413	413	0,4	0,4	4	4	3	3	8	8
I	50	76	26	56	19	183	159	-	-	-	-	-	59	456	456	0,3	0,3	3	3	2	2	7	7
	65	76	26	62	23	226	201	-	-	-	-	-	62	479	479	0,2	0,2	2	2	2	2	6	6
	80	76	27	65	26	249	224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	0	2196	8	9	7	13	9	(1208)	6	9	9	9	11	11	22	22	2,7	2,7	6	6	6	6	
L	3,5	988	15	17	12	51	27	494	14	29	23	23	23	89	89	2,5	2,5	13	13	10	10	10	10
A	9	494	18	24	13	83	39	198	20	35	32	32	32	156	156	1,0	1,0	9	9	9	9	9	9
S	17	296	20	31	14	99	74	111	27	41	5	5	38	214	214	0,8	0,8	7	7	8	8	8	8
E	25	185	22	39	14	113	74	67	34	49	27	27	44	276	276	0,6	0,6	6	6	9	9	9	9
II	36	118	23	45	19	159	120	-	-	-	-	-	49	322	322	0,3	0,3	3	3	3	3	6	6
	50	118	23	49	22	191	152	-	-	-	-	-	53	354	354	0,2	0,2	2	2	2	2	5	5
	65	118	23	51	24	211	173	-	-	-	-	-	55	374	374	0,1	0,1	1	1	1	1	5	5
	80	118	23	51	24	211	173	-	-	-	-	-	55	374	374	0,1	0,1	1	1	1	1	5	5
C	0	2196	8	10	7	16	11	(1208)	7	11	11	11	12	12	27	27	2,6	2,6	6	6	6	6	
L	4,5	988	13	17	11	46	28	494	14	28	23	23	23	85	85	1,5	1,5	8	8	7	7	7	7
A	12	494	16	24	13	71	39	198	20	28	32	32	32	138	138	0,9	0,9	6	6	7	7	7	7
S	21	296	16	24	13	71	39	111	27	40	4	4	38	188	188	0,6	0,6	5	5	5	5	6	6
E	31	185	18	31	14	90	65	65	-	-	-	-	44	251	251	0,4	0,4	3	3	3	3	5	5
III	50	185	20	37	20	144	105	-	-	-	-	-	47	272	272	0,1	0,1	1	1	1	1	4	4
	65	185	20	40	22	165	105	-	-	-	-	-	47	272	272	0,1	0,1	1	1	1	1	4	4
	80	185	20	40	24	176	116	-	-	-	-	-	48	283	283	0,1	0,1	1	1	1	1	4	4

H= Altura promedio del rodal en metros  
AB= Area basal en m<sup>2</sup>/ha

Vsc= Volumen sin corteza hasta 8 y 23 cm  
ICA= Incremento corriente anual

IMA= Incremento medio anual  
Fuente: Miller (1969), citado por Keogh (1987).

## Aclareos

*T. grandis* L.f. es una especie que exige mucha luz, por lo que el aclareo temprano y regular es necesario (FAO, 1975). Según Miller (1969), el aclareo consistió en reducir las plantaciones establecidas en Trinidad, de una densidad inicial de 3000 árboles por hectárea a 1480, 740, 250, 200, 100 y 75 árboles/ha, a las edades de 5, 10, 15, 20, 30, 40 y 50 años, respectivamente. Debido al rápido crecimiento de la teca en los primeros 10 años se crearon rodales jóvenes muy densos, lo cual produjo probablemente dos efectos graves:

- 1) Las copas de los árboles han estado muy suprimidas, dejándolos aparentemente, incapaces de responder a los aclareos posteriores.
- 2) La sombra eliminó el sotobosque que contenía especies siempre verdes, lo cual sumado a los fuegos, provocó una severa erosión superficial. Este investigador propuso entonces una densidad inicial de 1600 a 2200 árboles/ha, con el primer aclareo para todas las categorías de calidad de sitio, cuando la altura media del rodal alcance ocho metros. Esta altura se alcanzó de 3 a 4,5 años. El segundo aclareo se propuso cuando el área basal de la plantación llegue a 15 m<sup>2</sup>/ha. Los aclareos siguientes se aplicarían una vez que el área basal alcance 15,8 m<sup>2</sup>/ha. Asimismo, recomienda un régimen de aclareos por área basal, manteniendo la plantación entre 14 y 15 m<sup>2</sup>/ha, sin importar la edad.

Henao (1982), en un estudio de rendimientos y rentabilidad en plantaciones de teca de 16 años, bajo distintos sistemas de manejo en Colombia, calculó ingresos y costos de plantación y mantenimiento. Determinó el sistema óptimo de manejo en cuanto a rotación y aclareos, por medio del procedimiento de la renta del suelo y la tasa interna de retorno. Los resultados indican la preferencia de turnos cortos, menores de 30 años y el manejo de la plantación basado en el control del área basal en una cifra cercana a los 20 m<sup>2</sup>/ha, con aclareos cada cinco años.

Keogh (1979), propone un sistema de raleo común para la región de América Central, Venezuela, Colombia y el Caribe, basado en el sistema propuesto por Miller (1969) para Trinidad. Con un espaciamiento inicial de 2,0 m x 2,5 m (2000 árboles/ha), recomienda raleos intensos en los años en que la especie crece

rápídamente. Los dos primeros raleos se realizan en forma semi-mecánica (cortando un árbol de por medio en cada fila) extrayendo en cada fila la mitad de los árboles; los raleos siguientes se realizan de acuerdo con el área basal.

Es importante anotar que es necesario realizar más trabajos de investigación silvicultural, para responder en forma más clara algunas de las interrogantes sobre el cultivo y manejo de la especie en América Central.

El primer raleo debe realizarse cuando los árboles alcanzan una altura media de 8 m. La edad de ejecución de este raleo varía entre tres y seis años, dependiendo del sitio. La segunda intervención se realiza cuando la altura media de los árboles haya alcanzado 15 m (aproximadamente entre siete y 12 años de edad), bajando la densidad a 500 árboles/ha.

En estos raleos debe aplicarse un criterio adecuado de selección para dejar los árboles mejor formados. En los raleos posteriores recomienda dejar que el área basal en pie llegue a 20 ó 21 m<sup>2</sup>/ha, para bajarla a 14 ó 15 m<sup>2</sup>/ha.

Bell (1973), reporta que en Trinidad, en una plantación establecida a 1,8 m x 1,8 m, se realizó el primer aclareo a los cinco años, dejando 1500 árboles/ha. A esta edad la altura promedio era de 14 m y el dap de 10,2 cm. El segundo raleo a los nueve años redujo la densidad a 750 árboles/ha; con una altura promedio de los árboles dominantes de 19 m y un dap de 16,9 cm.

Torres (1982), propone un sistema de aclareos partiendo de una densidad inicial de 1600 árboles/ha, pues pretende mantener un incremento elevado en el área basal. En la calidad de sitio I se realiza el aclareo cuando el área basal llegue a 25 m<sup>2</sup>/ha, la cual se alcanzaría aproximadamente en seis años y se extraerá un 28 % del área basal, para reducirla a 18 m<sup>2</sup>, dejando una densidad de 900 árboles/ha. En la calidad de sitio II el aclareo se realiza cuando el área basal llegue a 22 m<sup>2</sup>/ha, que se alcanzaría a los 6,5 años para reducirla luego a 16 m<sup>2</sup>/ha. Para los rodales densos no aclareados de calidad I, el rango de máximo incremento anual porcentual en área basal, se alcanza cuando la misma está entre 19 m<sup>2</sup>/ha (28 %), 20 m<sup>2</sup>/ha (12 %) y 22 m<sup>2</sup>/ha (14 %). Si no se tiene mercado para los productos pequeños provenientes de aclareos, recomienda utilizar una densidad menor de 1100 árboles/ha, en este caso el aclareo se haría cuando el área basal alcance, 24 m<sup>2</sup>/ha a los ocho años, para reducirla a 17 m<sup>2</sup>/ha, en la calidad de sitio I y en la calidad de sitio

II, cuando el área basal alcance  $24 \text{ m}^2/\text{ha}$  a la misma edad anterior para reducirla a  $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

Chaves y Chinchilla (1986), han evaluado en Costa Rica ensayos de aclareo y rendimiento en teca, utilizando un área basal de 15, 17, 19, y  $21 \text{ m}^2/\text{ha}$ , más un testigo (sin raleo). El aclareo tuvo un efecto positivo; el incremento medio anual mejoró en forma considerable, presentando los mayores incrementos en diámetro y área basal, las parcelas que recibieron un aclareo más fuerte ( $15$  y  $17 \text{ m}^2/\text{ha}$ ). Recomiendan realizar un primer raleo a los seis años de edad, cuando la plantación alcance un área basal de  $21 \text{ m}^2/\text{ha}$ , eliminando un área basal de  $6 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

## Podas

Con el fin de mejorar la calidad de las trozas e incrementar la homogeneidad de los árboles, Briscoe y Nobles (1969), aconsejan realizar la poda temprana en teca. A menudo, la poda de las ramas frondosas es seguida por el desarrollo de ramas adventicias y renuevos de cepa. Al realizar podas en plantaciones de 1,0; 2,9 y 4,8 años, hasta una altura de 3 m (30 a 40% de la altura total), el 40% de los árboles produjo ramas adventicias, el 28% de los árboles del rodal ramificó y sólo el 60% de los árboles dentro del rodal, sin árboles contiguos, ramificó de nuevo. La mayor cantidad de ramas adventicias se desarrolla en los cortes de la poda o junto a éstos. Asimismo, los renuevos de cepa disminuyeron al hacer la poda. Los árboles podados en agosto ramificaron menos que los podados en mayo y febrero.

Según Raets (1964), los árboles de teca destinados a la elaboración de chapas, no deben tener nudos en un radio de 6 a 7 cm a partir de la médula; para tal efecto, la poda debe ejecutarse antes de que los árboles posean un diámetro mayor de 10 cm. Recomienda también realizar la poda al caer las hojas, podando sólo los árboles prometedores (no se podan los árboles mal formados, ni aquellos que tengan una altura inferior a dos terceras partes de la altura mayor), el largo de la copa no debe exceder a la mitad de la altura total del árbol; además, no se corta más de una tercera parte de la copa y se cortan sólo las ramas que el árbol no puede eliminar por si mismo.



Postes de Teca (*Tectona grandis* L.f.) para construcción rural, obtenidos del primer aclareo de un rodal de aproximadamente cinco años en Hojancha, Costa Rica.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, C.A. 1963. Estudio silvicultural y económico del sistema taungya en condiciones de Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., IICA. 105 p.
- ALTUVE, L.F. 1986. Estudio tecnológico exploratorio y promocional de la teca de aclareos (*Tectona grandis*). Universidad de los Andes (Ven.). Cuadernos Comodato ULA-MARNR. no. 11. 83 p.
- ARISTEGUIETA, L. 1973. Familias y géneros de los árboles de Venezuela. Caracas, Ven., Instituto Botánico. 845 p.
- ASIDIADO, F.; NASTOR, M. 1960. Analysis of data on growth study of teak (*Tectona grandis*) in Bahol Reforestation Project, Colonia, Carmen, Bahol. Philippine Journal of Forestry (Filipinas) 16 (3-4): 183-193.
- BAUER, J. 1982. Especies con potencial para la reforestación en Honduras; resúmenes. Tegucigalpa, Hond., COHDEFOR-CATIE. 42 p.
- \_\_\_\_\_; CALIX, J. s.f. Ensayos de comportamiento de especies, resultados preliminares, proyecto "Ordenación Integrada de Cuencas Hidrográficas". Hond., COHDEFOR-PNUD-FAO-HON\77\006. 5 p.
- BEARD, J. 1943. The importance of race in teak, *Tectona grandis* L. Caribbean Forester (P.R.) 4(3):135-139.
- BELL, T. 1973. Erosión de las plantaciones de teca en Trinidad. Boletín Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación (Ven.) 44-45:3-14.
- BENTHALL, A.P. 1933. The trees of Calcuta and its neighbourhood. Calcuta, India, Thacker Spink. 450 p.
- BETANCES, D.M. 1986. Estimación del volumen a partir del área basal en las plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.), Reserva Forestal de Caparo. Tesis Mag. Sc. Merida, Ven., Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 51 p.

- BRISCOE, C. B.; IBARRA, P. 1971. Increasing growth of established teak. Río Piedras, P.R. Institute of Tropical Forestry. 7 p.
- BRISCOE, C. B.; NOBLES, R. W. 1969. Efectos de la poda de teca (*Tectona grandis*). Boletín Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación (Ven.) 29:29-34.
- BROOKS, R. L. 1941. Notes on pure teak plantations in Trinidad. Caribbean Forester (P.R.) 3(1):25-28.
- CARTER, C.J. 1941. The formation of teak plantations in Trinidad with the assistance of peasant contractors. Caribbean Forester (P.R.) 2 (4):147-153.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 86. 220 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central. guía de campo. Turrialba, C.R., CATIE. 280 p.
- CHABLE, A.C. 1967. Reforestation in the republic of Honduras, Central America. Ceiba (Hond.) 13(2):1-56.
- CHALMERS, W.S. 1962. The breeding of pine and teak in Trinidad; some early observations. Caribbean Forester (P.R.) 23(2):100-111.
- CHAVES, S.E. 1989 . Factores limitantes en el crecimiento de teca (*Tectona grandis* L.f.) en la zona de Puntarenas, Costa Rica. Guía Agropecuaria (C.R.) 7(14):64-66.
- CHAVES, S.E.; CHINCHILLA, M.O. 1986. Ensayos de aclareo en plantaciones de *Tectona grandis* L.f. en Cóbano de Puntarenas, Costa Rica. Ciencias Ambientales (C.R.) 7 p.
- COZZO, D. 1976. Tecnología de la reforestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, Arg., Hemisferio Sur. 610 p.
- FLINTA, M.C. 1960. Prácticas de plantación forestal en América Latina. FAO. Montes no. 13; FAO. Cuadernos de Fomento Forestal no. 15. 499 p.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1977. Elaboración de una tabla de volumen y un estudio de incremento para teca (*Tectona grandis*) en el Salvador. FAO. FO.DP ELS/73/004. Documento de Trabajo no. 14. 53 p.
- \_\_\_\_\_. 1975. Catálogo de semillas forestales. Roma, Italia. 283 p.
- \_\_\_\_\_. 1985. Ordenación forestal de los trópicos para uso múltiple e intensivo, estudio de ejemplos de: India, Africa, América Latina y el Caribe. FAO. Montes no. 55. 180 p.
- GARCIA, J.R. 1973. La aplicación de cortas intermedias en parcelas de *Tectona grandis* ubicadas en Araure-Acarigua. Revista Forestal Venezolana (Ven.) 16(23):67-82.
- \_\_\_\_\_. 1978. Evaluación preliminar de la plantación experimental con espacios forestales en las sabanas de la Estación Irel. Barrancas, Estado de Barinas-Venezuela. Revista Forestal Venezuela (Ven.) 18(28):97-139.
- GOMEZ, C.D.A. 1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 166 p.
- GONZALEZ, M.R. 1975. Plantaciones de teca en Guanacaste y Quepos, Costa Rica. San José, C.R., D.G.F. 7 p.
- \_\_\_\_\_; TAYMES, A. 1981. Estudio de pino, *Gmelina* y *Tectona* en la propagación de incendios forestales. Panamá. Ministerio de Desarrollo Agrario. Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables. Servicio Forestal. Boletín Técnico, Sección de Silvicultura y Ordenamiento. 6 p.
- GRUPO TECNOLOGIA APROPIADA. 1984. Arboles para leña y madera combinados con cultivos anuales. Panamá, Pan., GTA-RENARE/CATIE. 24 p.
- GUPTA, B.N.; PATTANATH, P.G. 1975. Factors affecting germination behavior of teak seeds of eighteen Indian origins. Indian Forester (India) 101(10):584-586.
- HASE, H.; FOELSTER, A. 1985. Impact of plantation forestry with teak (*Tectona grandis*) on the nutrient status of young alluvial soils in west Venezuela. Forest Ecology and Management (Holanda) 6(1):33-57.

- HASSAN, M.N.; DEY, N.B. 1979. Studies on the nutritional requirements of forest trees optimum NPK doses tead seedlings. Chittagang, Bangladesh, For. Rev. Inst. 6 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 (Col.) 2(1-2):1-78.
- HERNANDEZ, A. 1984. 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. R.Salazar. Turrialba, C.R., CATIE. p. 305-311.
- HOCKING, D.; JAFFER, A.A. 1967. Observaciones de campo sobre la pudrición radical de la teca en Tanzania. Boletín Fitosanitario (Italia) 15(1):10-14.
- INTERIANO, J.D. 1974. Problemas que afectan la teca en El Salvador. San Salvador, Salv., Ministerio de Agricultura y Ganadería. 13 p.
- KAUL, O.N. 1972. Diagnosis of mineral deficiencias in teak (*Tectona grandis*) seedlings. Indian Forester (India) 98(3):173-177.
- KEOGH, R.M. 1979. El futuro de la teca en América Tropical; estudio sobre *Tectona grandis* en el Caribe, Centroamérica, Venezuela y Colombia. Unasylya (Italia) 31(126):13-19.
- \_\_\_\_\_. 1980a. Teca (*Tectona grandis* Linn.f.), crecimiento del volumen y prácticas de raleo en el Caribe, Centro América, Venezuela y Colombia. In Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones (1980, Río Piedras, P.R.). Actas. Redactadas por J.L. Whitmore. Río Piedras, P.R., Instituto Nacional Forestal. p. 62-75.
- \_\_\_\_\_. 1980b. Teca (*Tectona grandis* Linn.f.), cuadro provisional de la clasificación de sitios para el Caribe, Centro América, Venezuela y Colombia. In Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones (1980, Río Piedras, P.R.). Actas. Redactadas por J.L. Whitmore. Río Piedras, P.R., Instituto Nacional Forestal. p. 76-90.

- KEOGH, R.M. 1980c. Teca (*Tectona grandis* Linn.f.), procedencias del Caribe, Centro América, Venezuela y Colombia. In Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones (1980, Río Piedras, P.R.). Actas. Redactadas por J.L. Whitmore. Río Piedras, P.R., Instituto Nacional Forestal. p. 356-372.
- \_\_\_\_\_. 1987. The care and management of teak (*Tectona grandis* L.f.) plantations. Heredia, C.R., UNA, Escuela de Ciencias Ambientales. 48 p.
- LAURIE, M.J. 1975. Prácticas de plantación de árboles en la sabana africana. FAO: Cuadernos de Fomento Forestal no. 19. 203 p.
- LEMCKERT, J.D. 1980. Instalación y manejo de viveros forestales. San José, C.R., EUNED. 105 p. (Serie Educación Ambiental no. 2)
- LITTLE, E.L.; DIXON, R. 1969. Arboles comunes de la Provincia de Esmeraldas: estudio de preinversión para el desarrollo forestal noroccidente. Informe Final. Roma, Italia, FAO. v.4, 53 p.
- LOPEZ, P.S. 1977. Flora de Venezuela Verbenaceae. Merida, Ven., Talleres Gráficos Universitarios. 654 p.
- LOWE, R.G. 1976. Teak (*Tectona grandis* Linn. f.) thinning experiment in Nigeria. Commonwealth Forestry Review (G.B) 55(3):189-202.
- LUKE, R. 1981. Clasificación preliminar de calidad de sitio para plantaciones jóvenes de teca (*Tectona grandis* L.f.) en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Merida, Ven., Universidad de los Andes, Instituto de Silvicultura. 24 p.
- MAGINI, E.; TULSTRUP, N.P. 1968. Notas sobre semillas forestales. FAO. Cuaderno de Fomento Forestal no. 5. 370 p.
- MAHAPHOL, S. 1954. Teak in Thailand. Tailandia. Ministry of Agriculture. Royal Forest Department. no. R.16. 30 p.
- MAUN, M.N. 1977. Survival and growth of four reforestation species applied with slow-release tablet fertilizer. Philippines Silvatrop 2(3):219-222.

- MILLER, A.D. 1969. Provisional yield tables for teak in Trinidad. Tri., Government Printery. 21 p.
- MOORE, D. s.f. The formation of teak (*Tectona grandis*) plantations by the group planting systems. In World Forestry Congress (6., 1966, Madrid, España). Proceedings. s.n.t. p. 2530-2534.
- NWOBOSHI, L. 1984. Growth and nutrient requirements in a teak plantation age series in Nigeria; nutrient accumulation and minimum annual requirements. Forest Science (EE.UU.) 30(1):35-40.
- NWOBOSHI, L. 1973. The effects of potassium supply on growth and nutrient composition of teak (*Tectona grandis*) seedlings. s.l., Colloquium International Potash Institute Akidjan. 513 p.
- OJO, G.; JACKSON, J.K. 1974. The use of fertilizer in forestry in the drier tropics. In FAO/IUFRO International Symposium on Forest Fertilization (1974, Paris, France). s.l., Collage International Sur L'Utilization des Engrais en Forest. 14 p.
- PANAMA. INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES; CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (PAN.). 1987. Resultados preliminares del raleo de tres especies forestales en Cemento, Panamá. Pan. 15 p.
- PARRY, M.S. 1957. Métodos de plantación de bosques en Africa Tropical. FAO. Cuaderno de Fomento Forestal no. 8. 334 p.
- PEDROSO, L.M. 1973. Informacoes sobre o actual comportamento de especies exóticas na regio do medio Amazonas. Brasil Florestal (Bra.) 4(16):64-68. •
- PEÑA, M. 1981. La teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica. DGF (C.R.). Informe Divulgativo no. 34. 18 p.
- PUERTO RICO. U.S. FOREST SERVICE. TROPICAL FOREST RESEARCH CENTER. 1955. Fifteenth annual report. The Caribbean Forester (P.R.) 16(1-2):1-11.
- QHURESHI, I.N.; YADAV, J. 1967. Use of fertilizers and manures in forestry. Indian Forester (India) 93:777-791.

- RAETS, G.H. 1964. Informe preliminar acerca del cultivo de *Tectona grandis* L.f. en la estación de Barinitas, Venezuela. Boletín Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación (Ven.) (14):29-40.
- RODRIGUEZ, D; FONSECA, W.; MORA, F. 1985. Ensayos de fertilización en *Tectona grandis* en la región de Guanacaste, Costa Rica. Heredia, C.R., UNA, Escuela de Ciencias Ambientales. 57 p.
- RODRIGUEZ, M.A. 1963. El cultivo de la teca (*Tectona grandis*) en Venezuela: informe general y resultados preliminares de algunos ensayos de crecimiento. Revista Forestal Venezolana (Ven.) 6(8-9):49-72.
- ROMERO, A.; TAPIA, E.; DUCREAU, S. 1980. Desarrollo forestal de Panamá. Evaluación de ensayos y selección de especies para reforestación en Panamá. FAO. UNDP/FAO/PAN/79/003. Documento de Trabajo no. 9. 166 p.
- ROSS, P. 1959. Teak in Trinidad. Economic Botany (EE.UU.) 13(1):3-40.
- Sin publicar.
- SALAZAR F., R. 1973. Zonificación ecológica de *Pinus caribaea* var *Hondurensis* y *Tectona grandis* para Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 123 p.
- SALDARRIAGA, J.G. 1979. Estudio del sistema radicular de cuatro especies plantadas en la selva decidua de banco de la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela. Tesis Mag.Sc. Mérida, Ven., Universidad de los Andes, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. 120 p.
- SARLIN, P. 1977. Primer aclareo en plantaciones de teca. Mérida, Ven., Universidad de los Andes, Escuela de Investigación Forestal. 32 p.
- SAVORY, B.M. 1962. Borom deficiency in Eucalyptus in Northern Rhodesia. Emp. For. Rev. (G.B) 41:118-126.
- STEARNS, F.K. s.f. Site index curves for teak (*Tectona grandis* L.) in the limestone hill region of Puerto Rico. P.R., A.W. Mellon Foundation. 47 p.

- STREETS, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, G.B., Clarendon Press. 750 p.
- SUNDRALINGAM, P. 1982. Some preliminary on the fertilizer requeriments of teak. The Malaysian Forester (Malasia) 45(3):361-366.
- TORRES, L. 1972. Durabilidad relativa de la teca (*Tectona grandis*) procedente de una plantación de la región de Barrinitas, Estado Barinas, Venezuela. Mérida, Ven., Universidad de los Andes, Laboratorio Nacional de Productos Forestales. 14 p.
- \_\_\_\_\_; SILVERBORG, S. 1972. Estudio sobre la durabilidad natural de la teca (*Tectona grandis* L.f.) mediante ensayos acelerados de "soil-blocks" en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales en Mérida, Venezuela. Boletín Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación (Ven.) 41-42:63-70.
- TORRES, L. A. 1982. Influencia del sitio y la espesura en el crecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en Caparo, Venezuela. Mérida, Ven., Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 67p.
- TRUJILLO, N. s.f. Información básica y tratamientos pregerminativos en semillas forestales. Col., Ministerio de Agricultura, Subgerencia de Bosques, División de Fomento Forestal. 29 p.
- UGALDE A., L. A. 1990. Resumen de crecimiento de las especies prioritarias del Proyecto MADELEÑA en América Central. (Informe Interno). Turrialba, C.R., CATIE. 7 p.
- UMAÑA, T.J. 1983. Estudio preliminar sobre calidad de sitio en las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) ubicadas en la unidad II de la Reserva Forestal de Ticoporo, Estado de Barinas, Venezuela. Tesis Mag. Sc. Mérida, Ven., Universidad de Los Andes, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. 55 p.
- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. LABORATORIO DE PRODUCTOS FORESTALES. 1979. Propiedades y uso de la madera de teca (*Tectona grandis* L.) creciendo en Quepos, Costa Rica. San José, C.R. 8 p.

- VARGAS, R.; KLOP, A. 1987. Algunas especies forestales para la reforestación en Urabá, Colombia. CONIF. Serie Técnica no. 21. 39 p.
- VOLKART, C.; CANO, R.G. 1982. Comportamiento de especies forestales de interés para leña en ensayos y plantaciones en Honduras. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 29. 26 p.
- WADSWORTH, F. H. 1960. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales y Centro y Sur América. Caribbean Forester (P.R.) 21 (Suplemento). p. irr.
- WATTERSTON, K.G. 1971. Growth of teak under different edaphic conditions in Lancetilla Valley, Honduras. Turrialba (C.R.) 21(2):222-225.
- WEBB, B.D. 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. Londres, G.B., Overseas Development Administration. 275 p.
- WIDEMA, W.J. 1966. An information on teak growth in Nicaragua. Turrialba (C.R.) 16(4):387-389.
- ZASOSKI, R.J. 1979. Principles of forest soil fertility in proceeding. Forest Fertilization Conference. EE.UU., University of Whashington, College of Forest Resources. 9 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.  
Elí Rodríguez, Lic.

Extensionista Principal  
Diseño Gráfico  
Editor

## PAISES

### GUATEMALA

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

Coordinador Nacional  
Economía

### HONDURAS

Rolando Ordóñez, Das.

Coordinador Nacional

### 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.

Coordinador Nacional

---

\* 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.