

# *Tectona grandis* L. f. Teca

Verbenaceae Familia de las verbenas

Peter L. Weaver

*Tectona grandis* L. f., conocido comúnmente como teca o “teak” (en inglés), es un árbol caducifolio de tamaño grande, natural al Sudeste de Asia, en donde alcanza 45 m de altura y desarrolla un tronco con contrafuertes al llegar a la madurez. La teca, fuente de una de las maderas tropicales más valiosas y mejor conocidas, ha sido plantada extensamente para la producción de madera para la construcción naviera, muebles y carpintería en general. La literatura sobre la teca es voluminosa e incluye una bibliografía con 1,500 citas (79), libros sobre la silvicultura de la teca, el manejo de plantaciones (50), e investigaciones, particularmente en el Sudeste de Asia (138) y una guía silvicultural publicada en español (23). El “Indian Forester” contiene numerosos artículos sobre la teca comprendiendo un período de más de un siglo.

## HABITAT

### Area de Distribución Natural y de Naturalización

La teca (fig. 1) crece de manera natural desde la latitud 23° a la 10° N, aproximadamente, en el Sudeste de Asia, en un área que comprende la mayoría de la India peninsular, gran parte de Myanmar (conocida previamente como Burma) y partes de Laos y Tailandia (fig. 2) (35, 50, 71, 108, 121, 129).

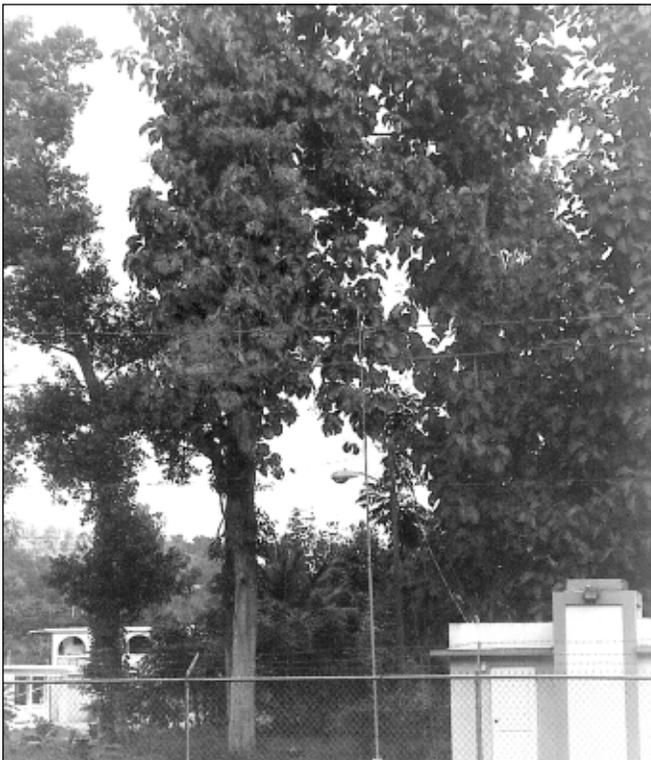


Figura 1.—Arbol de teca, *Tectona grandis*, plantado en Sabana, en el Bosque de Luquillo de Puerto Rico, 2 años después del Huracán Hugo.

Hace varios siglos fue introducida a Java y algunas de las islas menores del archipiélago de Indonesia (121, 138) y posteriormente a las Filipinas. Hoy en día la teca se ha naturalizado en estos países (8, 71), y plantaciones bien establecidas se extienden ahora desde la latitud 28° N a la 18° S. en el Sudeste de Asia, Australia, Africa y Latinoamérica (138).

Unas plantaciones de teca habían sido ya establecidas en la India en la década de 1840 (57). Antes del fin del siglo pasado, la mayoría de las plantaciones de teca fuera de su área de distribución natural estaban concentradas en Sri Lanka, Bangladesh y Paquistán (50, 130). A fines del siglo diecinueve las plantaciones de teca fueron extendidas a otras regiones tropicales y subtropicales (50, 121, 139). En 1965, estimados incompletos del área ocupada por plantaciones de teca eran de alrededor de 300,000 hectáreas, distribuidas de la manera siguiente (57): Africa del Oeste, 18,600 hectáreas; Africa del Este, 800 hectáreas; el Sur de Asia, 219,300 hectáreas; el Este y Sudeste de Asia, 40,800 hectáreas; Latinoamérica, 7,700 hectáreas; y el Cercano Oriente, 8,200 hectáreas.

La teca se introdujo por primera vez a la región del Caribe alrededor de 1880 a través de los Jardines Botánicos Reales en Trinidad, pero no se establecieron plantaciones en ese lugar hasta 1913 (16). Subsecuentemente, el área de las plantaciones aumentó de 4,700 hectáreas en 1958 (89) a 7,300 hectáreas en 1967 (98), a 8,500 hectáreas en 1972 y a 9,700 hectáreas en 1978 (57). Las plantaciones de teca en 1978 en el Neotrópico han sido estimadas como sigue: Belice, 30 hectáreas; Colombia, 560 hectáreas; Costa Rica, 300 hectáreas; Cuba, 200 hectáreas; El Salvador, 230 hectáreas; Nicaragua, 60 hectáreas; Venezuela, 560 hectáreas; Panamá, Honduras y otros países, 1,000 hectáreas.

La teca fue introducida a Puerto Rico desde Trinidad hace más de 50 años. Hoy en día existen aproximadamente 130 hectáreas de teca plantadas en varios sitios en Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos (135, 136).

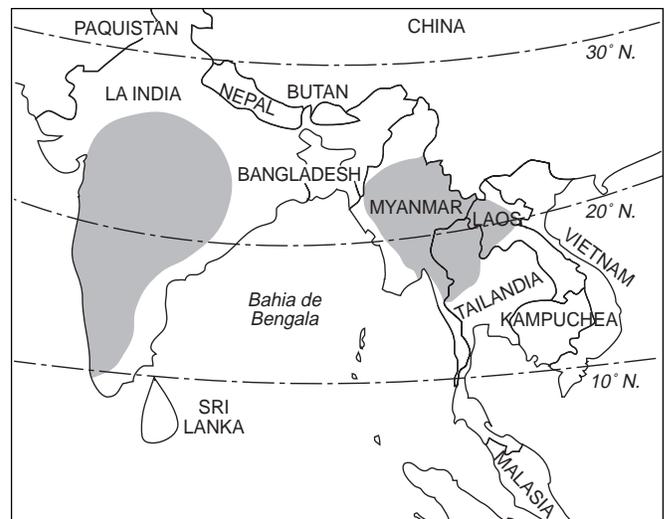


Figura 2.—Distribución natural de la teca, *Tectona grandis*, en Asia.

## Clima

La teca tolera una gran variedad de climas (121) pero crece mejor en condiciones tropicales moderadamente húmedas y calientes (50). Gran parte del área de distribución natural de la teca se caracteriza por climas de tipo monzonal, con una precipitación de entre 1300 y 2500 mm por año y una estación seca de 3 a 5 meses (109). La cantidad de lluvia óptima para la teca es de entre 1500 a 2000 mm por año, pero soporta precipitaciones tan bajas como de 500 mm y tan altas como de 5100 mm por año (50, 129). La teca es natural a las áreas secas, incluso bajo condiciones calientes y de sequía. Sin embargo, las condiciones de sequía prolongada en la India han matado tanto árboles como los brotes en los troncos cortados (108).

La teca tolera grandes variaciones de temperatura, que varían entre 2 y 48 °C (129). En la India, la teca es un componente común en los bosques clasificados como muy secos, secos, semi-húmedos, húmedos y muy húmedos. La precipitación anual en estas áreas, respectivamente, varían entre menos de 900 mm, 900 a 1270 mm, 1270 a 1650 mm, 1650 a 2540 mm, hasta más de 2540 mm (112). El clima óptimo para la teca, que se puede encontrar en la costa occidental de la India, posee una temperatura que varía entre 16 y 40 °C. La teca también se extiende a las áreas sujetas a heladas ligeras (50, 138).

## Suelos y Topografía

La teca crece en áreas entre el nivel del mar, como en Java, hasta una altitud de 1,200 m en el centro de la India (121). Se establece sobre una variedad de suelos y formaciones geológicas (112, 113), pero el mejor crecimiento ocurre en suelos aluviales profundos, porosos, fértiles y bien drenados, con un pH neutral o ácido (23, 50, 109, 134). La teca tolera condiciones de suelo muy extremas, siempre que exista un drenaje adecuado (106). Los factores limitantes más importantes en cuanto a los suelos son la poca profundidad, las capas duras, las condiciones anegadas, los suelos compactados o arcillas densas con un bajo contenido de Ca o Mg (23, 121). Se ha demostrado también que la teca es sensible a las deficiencias de fosfatos (89). Las pendientes escarpadas, el drenaje pobre y las altitudes de más de 1,000 m también influyen en el crecimiento de una forma negativa.

La teca crece bien en piedra arenisca porosa, pero sufre achaparramiento en cuarcita o en piedra arenisca dura y metamórfica. Se le encuentra también en suelos de granito, esquistos y otras rocas metamórficas. Más aún, crece bien en suelos de piedra caliza en donde la roca se ha desintegrado para formar una marga profunda (108). El crecimiento es pobre sobre piedra caliza dura, en donde el suelo no es profundo.

En la India, la teca crece sobre terreno montañoso y ondulado. A pesar de que la topografía parece tener importancia principalmente por sus efectos sobre la profundidad del suelo y el drenaje (109), varios de los mejores rodales en terrenos montañosos de la India poseen los aspectos más templados del norte y el este (112). En Puerto Rico, la teca es una especie con gran potencial para pendientes cóncavas bajas y valles a poca altitud en regiones montañosas, y para valles estrechos y áreas hundidas en terreno kárstico (76). En Costa Rica el crecimiento de la teca se calificó como satisfactorio en un número de sitios previamente ocupados por matorrales secundarios o por cosechas anuales (39).

La teca requiere de suelos fértiles para su crecimiento óptimo (109), especialmente los suelos ricos en Ca (eso es, con más del 0.3 por ciento de Ca disponible para el intercambio) y

en Mg (138). Unas muestras de 40 de los árboles de teca de la mejor calidad, representativos de la edad y el diámetro obtenidos durante los primeros 15 años de crecimiento en plantaciones en la Reserva Forestal de Gambari en Nigeria, fueron analizados con respecto al contenido de N, P, K, Ca y Mg (96). La plantación con una biomasa seca sobre el terreno de 592 toneladas por hectárea contuvo, por hectárea, aproximadamente 2,980 kg de K; 2,228 kg de Ca; 1,788 kg de N; 447 kg de P y 377 kg de Mg. Los requisitos anuales mínimos de nutrientes a los 15 años de edad, en kilogramos por hectárea, fueron de 556 de K, 328 de N, 357 de Ca, 76 de P y 62 de Mg. La distribución de elementos, siguiendo tendencias similares en otros rodales, variaron de acuerdo a la edad del rodal. La cantidad relativa de elementos encontrada en el follaje disminuyó con la edad, mientras que aumentó en las ramas y los troncos. Estos requisitos de nutrientes son considerablemente mayores que aquellos requeridos para una plantación de pino en la misma área o en un bosque secundario de 40 años de edad en la República de Ghana (96), indicando que el uso de nutrientes es alto en la teca, comparado con otros tipos de bosque.

En Kerala, en la India, se compararon las características de los suelos bajo un bosque natural y en plantaciones de teca de 1, 15, 30, 60 y 120 años de edad (49). El contenido de materia orgánica en las plantaciones tuvo una correlación positiva con la edad del rodal. Los suelos bajo plantaciones de teca de menos de 30 años de edad tuvieron mayores densidades de masa y menor espacio poroso y capacidad de retención de agua que los suelos en plantaciones más viejas y los del bosque natural, indicando que las condiciones físicas habían sido alteradas por la deforestación y la siembra de teca en el pasado.

La distribución de nutrientes en la teca ha sido el objeto de numerosas investigaciones. El porcentaje de nutrientes en las plántulas de teca de un año de edad disminuyó en el orden siguiente: N, Na, Ca, K y P (68). Las concentraciones de nutrientes fueron más altas en las hojas, disminuyendo en los tallos y las raíces.

La composición mineral en las plántulas aumentó de manera constante con la edad hasta que las hojas se volvieron amarillas a los 8 ó 9 meses, después de lo cual el N, P y K disminuyeron notablemente, y el Ca y Na disminuyeron ligeramente. La producción de materia seca y el contenido de nutrientes en la teca (Ca, Mg, P, K y N) por compartimiento arbóreo (hojas, ramitas, ramas, tronco, corteza y, en un caso, raíces) se establecieron para plantaciones de 20 y 38 años en la India (54, 92). Un estudio sobre árboles de teca bajo diferentes condiciones climáticas en Ghats Occidental en la India, mostró que los sitios con altas densidades de teca se caracterizaron por un mayor contenido de carbón orgánico y Ca intercambiable y una mayor capacidad para el intercambio de cationes que los sitios con menores densidades de teca (116).

Los cambios físicos y químicos en las propiedades del suelo después de la talar rasa, la tala en fajas y la tala selectiva fueron investigados en Tailandia (125). Los suelos en áreas de talar rasa se volvieron más erosionables que los suelos bajo otros sistemas de manejo. Más aún, la disponibilidad del agua, el contenido de materia orgánica y el contenido de K aumentaron proporcionalmente con la cantidad de dosel removida. El impacto potencial de la remoción de la teca en los plantaciones sobre la condición de nutrientes en los suelos aluviales jóvenes en los llanos venezolanos fue también estudiado (45). Los presupuestos de nutrientes calculados sugirieron que la pérdida de bases después de la remoción de los árboles llevaría a una reducción en la productividad de la teca en sitios altamente productivos situados lejos de ríos. Sin embargo, los suelos situados en posiciones topográficas bajas

cerca de ríos, podrían soportar una cosecha continua debido a que los nutrientes perdidos serían reemplazados por el agua subterránea (45).

### Cobertura Forestal Asociada

En la India se registraron 76 especies de árboles de acuerdo a región climática como socios de la teca (112). Estos variaron desde especies de *Acacia* y *Cassia* en las regiones de secas a semi-húmedas, hasta *Gmelina arborea* Linn. en las regiones semi-húmedas. Tres especies de *Stereospermum* se registraron para las regiones de semi-húmedas a húmedas, con varias especies de *Xylia* en las regiones muy húmedas. Cinco especies de *Terminalia* crecen junto con la teca en todas las regiones, y por lo menos dos de éstas son comunes en cada región. Unos bosques de teca mejor desarrollados crecen en las regiones más húmedas, mientras que en las áreas más secas la especie no alcanza gran tamaño (37).

En Myanmar la teca se encuentra asociada con seis tipos de bosque que van de bosques semi-siempreverdes tropicales y húmedos, pasando por bosques caducifolios húmedos bajos y altos, y por bosques caducifolios secos, hasta bosques muy secos tipo indiang y semi-indiang (108). *Michelia champaca* Linn., *Shorea assamica* Dyer., *Tetrameles nudiflora* R. Br., y especies de los géneros *Dipterocarpus*, *Cedrela*, *Dysoxylum* y *Eugenia* se encuentran entre los socios más comunes de la teca en los bosques semi-siempreverdes. En los bosques caducifolios, húmedos y mixtos bajos, la teca se encuentra asociada con numerosas especies, pero *Anogeissus acuminata* Wall., *Salmania malabarica* D. C., *Albizia procera* (Roxb.) Benth. y *Tetrameles nudiflora* R. Br. tienden a ocurrir como las especies dominantes. En los bosques caducifolios, húmedos y mixtos altos, la teca se encuentra más dispersa que en el tipo previamente mencionado y está asociada con *Xylia dolabriformis* Benth., *Terminalia tomentosa* W. & A., *T. belerica* Roxb., *T. pyrifolia* Kurz., *Homalium tomentosum* Benth. y *Gmelina arborea* Linn., entre otras.

En los bosques caducifolios y secos de Myanmar, la teca está asociada con muchas de las especies encontradas en los bosques húmedos, al igual que con *Shorea oblongifolia*, *Pentacme siamensis* Kurz., *Cassia fistula* L. y *Acacia catechu* Willd. En el bosque indiang la teca no alcanza gran tamaño y es de calidad inferior. Crece junto con *Dipterocarpus tuberculatus* Roxb. En bosques semi-indiang, la teca se encuentra usualmente suprimida y exhibe mala forma. Entre otras especies presentes están *P. siamensis* Kurz., *S. oblongifolia*, *D. tuberculatus*, *T. tomentosa*, *Lannea arandis* (Dennst.) Engl. y *Strychnos nux-blanda* A. W. Hill.

Los bosques más valiosos de teca en Tailandia se encuentran en su región norte (63). Los socios principales de la teca en este bosque caducifolio mixto y maduro incluyen a *Xylia kerrii* Craig. & Hutch., *Careya arborea* Roxb., *Diosypros mollis* Griff., *Nauclea orientalis* Linn. y *T. belerica* (35).

### CICLO VITAL

#### Reproducción y Crecimiento Inicial

**Flores y Fruto.**—Las flores monoicas aparecen en panículas erectas y ramificadas terminalmente, de 45 a 60 cm de largo y anchas (71, 138). Las flores perfectas, cubiertas de vellos finos, tienen un cáliz acampanado de color gris y con seis lóbulos. La corola blanquecina tiene forma de embudo, con un tubo corto y seis lóbulos extendidos. El tubo corolar

tiene insertos seis estambres. El pistilo contiene un ovario de cuatro células, un estilo delgado y un estigma de dos lóbulos.

En Tailandia, la primera florescencia de la teca ocurre de los 8 a 10 años de edad, con los períodos de florecimiento para inflorescencias individuales durante de 2 a 4 semanas (48). En la América Central, la florescencia ocurre normalmente entre junio y septiembre, y las frutas maduran de febrero a abril (19, 23). Las flores se abren unas pocas horas después de la salida del sol. El mejor período para la polinización es entre 11:30 a.m. y 1:00 p.m.

La teca es principalmente una especie de polinización cruzada. La incompatibilidad con sí misma es alta (17). Las frutas resultantes de la auto-polinización pueden ocurrir, pero su germinación es pobre comparada a la de las frutas resultantes de polinización cruzada. Dos especies de abejas de miel (Apidae: *Heriades parvula* y *Ceratina hieroglyphica*) han sido identificadas como polinizadores importantes.

La fruta, una drupa de color pardo claro y con vellos finos, tiene un endocarpo duro con cuatro semillas o menos, cada una de aproximadamente 0.6 cm de largo. En Puerto Rico, la teca florece de agosto hasta diciembre, con las frutas persistiendo a través de casi todo el año.

**Producción de Semillas y su Diseminación.**—En las plantaciones en Nigeria la producción de semillas en la teca comienza después del quinto año (121), al igual que en muchas otras regiones. Las recolecciones de semillas en Sri Lanka efectuadas entre 1961 y 1973 mostraron una fluctuación considerable: 4 años buenos y 4 años malos del total de 13 años en los que se hicieron recolecciones de semillas (90).

Las frutas de la teca, normalmente entre 800 y 1,780 por kilogramo (23), caen bajo los árboles, pero pueden ser arrastradas cuesta abajo en terreno escarpado (129). En Tailandia, las semillas provenientes de huertos promediaron 2,060 por kilogramo y tuvieron un diámetro promedio de 12 mm (63). Las semillas recolectadas en rodales naturales de teca, muchas de ellas más pequeñas que las semillas de huerto, promediaron 2,450 por kilogramo. Aproximadamente un tercio de las frutas recolectadas en Tailandia se encontraron vacías, un 30 por ciento tuvo sólo una semilla, otro 30 por ciento tuvo dos semillas y un 5 por ciento tuvo de tres a cuatro semillas. En contraste, el experimento cooperativo de origen de semillas (seed origin cooperative experiment) en la India mostró que el tamaño de semilla promedió entre 11.2 y 15.7 mm, con 1,190 a 2,640 semillas por kilogramo (124). Las semillas de teca procedentes de lugares más húmedos fueron más grandes que aquellas de los lugares más secos. En Bangladesh, 10,000 frutas recolectadas fueron clasificadas por peso y tamaño. Los resultados de los experimentos mostraron que el tamaño de la fruta fue el factor principal para determinar el éxito en la germinación, más que nada porque las frutas de mayor tamaño tuvieron más semillas (6, 7).

En Tailandia, se recogen las semillas en marzo o abril y se remueve el cáliz (63). Las semillas son normalmente secadas y almacenadas en sacos de yute en cuartos bien ventilados en donde permanecen viables por un período de 2 años. Sin embargo, la alta humedad atmosférica, así como el alto contenido de humedad en las semillas, acortan la vida de almacenamiento de las semillas. La germinación después de 1 año promedió aproximadamente el 15 por ciento.

La germinación es epigea y frecuentemente empieza de 10 a 12 días después de la siembra (23, 129). En Puerto Rico, las semillas comenzaron a germinar 3 semanas después de plantadas (75). En la India, la germinación de las semillas frescas empezó de los 26 a los 31 días, mientras que las semillas de 1 año de edad germinaron en 10 a 14 días (42).

Los porcentajes de germinación varían considerablemente,

con valores reportados de entre el 10 y 80 por ciento (23). En Puerto Rico, la viabilidad de las semillas de teca mejoró con el almacenamiento bajo condiciones ambientales (75). Unos estudios usando cuatro lotes de 100 semillas cada uno mostraron que el 0.5, 3.0, 2.0 y 17 por ciento germinaron cuando sembradas frescas, a los 3 meses, a los 6 meses y después de 1 año, respectivamente. En otro experimento usando 200 semillas, la germinación fue del 0.5 por ciento después de 3 meses, y del 15.0 por ciento después de 6 meses. Se intentó también germinar diez semillas después de 5 años en almacenamiento bajo condiciones ambientales, pero ninguna de ellas germinó.<sup>1</sup> En la India, las tasas de germinación promediaron entre el 12 y 46 por ciento y se relacionaron aparentemente más con la calidad de la semilla que con el tamaño o peso (124). Los árboles de menos de 30 años de edad produjeron semillas de menor viabilidad que los árboles de mayor edad.

Unos trabajos experimentales en la India mostraron que las semillas sobre la superficie del terreno no germinaron con éxito porque la radícula se secó o fue comida por insectos o aves antes de penetrar el suelo (129). Las semillas sembradas al vuelo y cubiertas ligeramente sobre suelo previamente quemado y aflojado con un azadón rindieron las mejores tasas de germinación (129). En otro estudio en la India, numerosas especies fungales se identificaron durante el secado natural de las frutas de teca (28). Pruebas subsecuentes revelaron que *Scytalidium* sp. descompone el epicarpio de la teca en un período de 21 días, y que lotes de semillas sujetos a dicho tratamiento germinaron mejor que con otros tratamientos.

El tratamiento de las semillas de teca para promover la germinación no se consideró necesario en Trinidad (69), mientras que en Tailandia las semillas se remojan en agua corriente por 3 días antes de la siembra (63). Pretratamientos de semillas usando seis combinaciones de baño y secado indicaron que el baño en agua estacionaria por 48 horas seguido por baño y secado alternos en ciclos de 12 horas por 4 días, rindieron los mejores resultados en la germinación (90). Otros ciclos de baño y secado por períodos variados han sido mencionados (23). Las temperaturas altas, ya sea en procesos para chamuscar o en baños en agua a 85 °C, redujeron la germinación (90). En la América Central, la escarificación se consideró como útil en acelerar la germinación y hacerla más uniforme (23).

**Desarrollo de las Plántulas.**—La regeneración artificial de la teca se puede efectuar mediante la siembra directa de semillas, la plantación en bolsas o la plantación de tocones (22). La siembra directa de semillas, el método más antiguo, se caracteriza por una alta mortalidad y un crecimiento lento. La plantación en bolsas produce plántulas con un sistema radical apropiado en un corto período de tiempo. La plantación de tocones ofrece varias ventajas. Los tocones se pueden producir cuando se necesiten y se pueden transportar a distancias considerables sin perder su viabilidad. Más aún, se pueden plantar con mayor facilidad y rapidez, y el crecimiento subsecuente es más rápido y vigoroso.

Unas semillas recolectadas en Madhya Pradesh, en la India, se sembraron en 15 diferentes medios, usando substratos puros de tierra negra, arena y aserrín, a la misma vez que varias mezclas de los mismos (142). Después de 6 meses, el crecimiento fue mejor en la tierra negra pura que en cualquier

otro substrato. Las plántulas de teca en la India, abonadas con N-P-K y plantadas en un vivero, alcanzaron un tamaño transplantable después de 4 meses, al alcanzar un diámetro basal de 4.7 cm y una altura de 42 cm (128).

Unas plántulas de teca en la India se abonaron por 8 meses con soluciones de nutrientes deficientes en uno de los macronutrientes, ya sea N, P, K, Ca, Mg o S (53). Los síntomas de deficiencias para esos macronutrientes fueron:

- N- crecimiento achaparrado, hojas más pequeñas de lo normal y clorosis; las hojas de mayor edad delgadas y transparentes, uniformemente cloróticas y cayendo prematuramente; las hojas jóvenes con clorosis inter-venosa, progresando de los márgenes hacia la vena central; vástagos muy restringidos, de color verde amarillo con internudos cortos y delgados y sin ramificaciones; yemas laterales aparentes; sistema radical pobremente desarrollado con una raíz pivotante delgada y larga y con pocas raíces laterales.
- P- márgenes foliares de aspecto quemado, clorosis inter-venosa y parches necróticos en las hojas más viejas; hojas jóvenes de color verde claro y con clorosis marginal y superficie arrugada; vástagos gruesos y verdes, sin ramificaciones y con crecimiento restringido; raíz pivotante corta y gruesa, con raíces laterales.
- K- clorosis inter-venosa y márgenes foliares de aspecto quemado; hojas jóvenes con una superficie arrugada y márgenes encorvados hacia arriba; vástagos de color verde y gruesos, con mejor crecimiento que el visto en otras deficiencias, pero con marchitamiento del renuevo y ramificación basal cerca del final del período de estudio; sistema radical bien desarrollado, con una raíz pivotante gruesa y con numerosas raíces laterales.
- Ca- follaje de color verde pálido y con clorosis inter-venosa; hojas jóvenes con las puntas encorvadas y manchas de color pardo rojizo; hojas viejas con los márgenes encorvados y de aspecto quemado, y defoliación prematura; vástagos con una sola ramificación basal; raíz pivotante gruesa y con pocas raíces laterales.
- Mg- los síntomas aparecieron en una etapa tardía; follaje de color verde oscuro con marcada clorosis inter-venosa y necrosis apareciendo primero en las hojas jóvenes y después en las hojas más viejas; vástagos con crecimiento restringido, internudos cortos y con un poco de ramificación; sistema radical con desarrollo pobre, una raíz pivotante larga y pocas raíces laterales.
- S- follaje amarillo verdusco con una clorosis marcada, encorvamiento de los márgenes y defoliación prematura; vástagos con crecimiento inicial normal pero restringido posteriormente, con una sola ramificación lateral; raíz pivotante larga y gruesa, con pocas raíces laterales,

Un estudio similar de plántulas y tocones de teca efectuado en Nigeria incluyó una clave visual para las deficiencias nutricionales de las plántulas (95).

Unos estudios preliminares de aplicaciones de N-P-K a las plántulas en la India mostraron que altos niveles de N y K, conjuntamente con niveles bajos de P, rindieron un buen crecimiento en altura y acumulación de peso en seco total en las plántulas y comparados con otros tratamientos (12). Unas dosis mayores de P tuvieron muy poco efecto adicional sobre el crecimiento. La mayor disponibilidad de N y P incrementó la absorción de N, P, Ca y Mg, comparado con la baja disponibilidad de estos nutrientes.

<sup>1</sup>Servicio Forestal de los Estados Unidos. [s.f.] Información inédita. Archivado en: Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Río Piedras, PR 00928-5000.

En Bangladesh, todas las combinaciones posibles de N, P y K (0, 250 o 500 mg por planta) se aplicaron cada mes a plántulas de teca empezando a las 6 semanas y extendiéndose por 1 año (46). Se proveyeron también micronutrientes. Basándose en mediciones y en la condición de las plántulas, se determinó que el mejor crecimiento se obtuvo con una dosis de N-P-K de 250 mg por planta.

En la América Central, las plántulas se transplantan a almácigos con una separación de 20 por 20 cm, y se dejan allí por 1 año (23). Una fórmula de abono completa (compuesta de N, P, K, Ca, Mg y S) aplicada a una tasa de 1 kg por cada 10,000 plántulas se usa para mejorar el color y el vigor de las plántulas. Los tocones se cortan cuando la plántulas tienen de 1 a 2 cm de diámetro y entre 5 y 15 cm de altura, con raíces de 15 a 25 cm de largo.

En Tailandia, las semillas se siembran a 10 cm de cada una y se cubren con aserrín o tierra antes de la llegada de las lluvias de abril (63). En el mes de enero o febrero siguiente, se seleccionan las plántulas para obtener los tocones. Las plántulas se pueden entonces remover de los almácigos del vivero, podar inmediatamente y almacenar por un par de meses, o se puede esperar a la llegada del mes de abril. Las plantas para tocones con un diámetro basal de entre 1.0 y 2.0 cm rindieron el mejor crecimiento en altura y diámetro adecuados para postes vivos en Bangladesh, y tuvieron las tasas más altas de supervivencia para las clases de tamaño sujetas a prueba, que variaron entre 0.5 cm a más de 2.0 cm (70).

Una técnica diferente para resolver el problema de retrasos laborales asociados con las actividades agrícolas al principio de la estación lluviosa se sometió a prueba en la India (22). Los tocones se colocaron en bolsas de polietileno llenas de tierra y se dejaron crecer por 6 semanas para plantarlas luego en el campo con todo y el terrón. El índice de mortalidad para los tocones preretoñados fue menor y el crecimiento fue más rápido que para los tocones ordinarios. Se concluyó que las plantas preretoñadas se beneficiaron de su crecimiento avanzado y sus raíces pre-establecidas, y esta ventaja se extendió al siguiente año.

**Reproducción Vegetativa.**—Los troncos de teca rebrotan al ser cortados o dañados, y el crecimiento inicial es rápido (108). La teca también desarrolla una copa vigorosa al ser desmochada, pero no forma verdaderos vástagos radicales (129). El período menos activo para el rebrote de los troncos, reportado de la India, ocurre entre el inicio de la actividad vegetativa hasta muy poco después del desarrollo pleno del follaje (108, 129). Los brotes epicórmicos y el rebrote de los troncos pueden ocurrir hasta 3 años después de que los incendios hayan arrasado un área (89).

Unas plantaciones de teca de 8 a 10 años de edad en la isla de Saint Croix fueron podadas en febrero, mayo y agosto para mejorar la calidad de la madera (14). Ramas adventicias, acompañando al primer brote masivo de ramas, sin importar la fecha de la poda, se observaron más tarde en el 28 por ciento de los árboles. Las ramificaciones fueron más comunes al final de las hileras de árboles en la plantación que en la parte interna del rodal. Más aún, fue mayor después de las podas de febrero y menor después de las podas de agosto. La mayoría de las ramas adventicias se desarrollaron a partir de o inmediatamente adyacente a las cicatrices de la poda. Sin embargo, la formación de brotes basales aparentemente no estuvo relacionada con la poda.

En la India, unos tocones de teca que tenían 33 años de edad, cosechados en diciembre y enero, desarrollaron rebrotes antes de marzo del siguiente año. A continuación, los vástagos se anillaron en la base y los tocones se cubrieron con tierra (montículos en capas) (67). Los montículos se irrugaron por 2

meses y, para mediados de mayo, todos los vástagos habían arraigado, con un promedio de 15.6 raíces por vástago.

Unos vástagos terminales vigorosos, de 30 cm de largo y 4 cm de diámetro, se seleccionaron de árboles de teca de 15 años de edad en la India para servir como estacas (66). De los 100 colocados horizontalmente en el suelo por 180 días, el 20 por ciento rebrotó. Todos los brotes fueron vigorosos y tuvieron entre 20 y 26 raíces por estaca.

La propagación vegetativa de la teca se sometió a pruebas en el norte de Tailandia usando el método forkert de injertos (55). Un pedazo rectangular de corteza conteniendo una yema de un árbol seleccionado se colocó sobre el cámbium de tocones de plántulas. Aproximadamente el 80 por ciento de las yemas tuvo éxito, y algunas crecieron 25 cm en un período de 3 semanas después de brotar. El crecimiento promedio fue de 1.8 m de altura al final de la primera temporada de crecimiento, con algunos clones alcanzando 2.3 m de alto.

Injertos de yemas en troncos de 1 a 3 años de edad se usaron en los huertos iniciales de semillas (48). La tasa de éxito, afectada por el clima, varió entre el 20 y el 80 por ciento. Posteriormente, troncos pre-injertados en tiestos dieron mejores resultados. Los tocones de 1 ó 2 años de edad (de aproximadamente 1.5 a 3.0 cm de diámetro basal) se alzaron de los almácigos del vivero entre marzo y mayo, se trasplantaron a macetas y se colocaron en un invernáculo por un período de 5 a 12 días, durante el cual emergieron los brotes. A continuación, las plantas injertadas se robustecieron antes de trasplantarlas al exterior en los huertos. El porcentaje de supervivencia para 1,250 injertos con esta técnica fue de 98 por ciento.

La aplicación de auxinas (ácidos indol-butírico, indol-acético e indol-propiónico) a las estacas en la India mostró efectividad en estimular la formación de raíces (13). La respuesta radical varió con la hormona usada y con la estación, indicando la necesidad de información adicional sobre el papel de las auxinas, los factores climáticos y los cambios de estación en la movilización de las reservas nutricionales.

## Etapa del Brinjal hasta la Madurez

**Crecimiento y Rendimiento.**—Un árbol notable de teca, con una edad estimada de 327 años y midiendo 41.6 m de alto y 2.0 m en d.a.p., se reportó en Kerala en la India (21). El árbol, todavía creciendo activamente en 1977, tuvo unos incrementos anuales promedio de 1.25 cm de diámetro y de 0.43 cm de altura. Varios otros árboles de gran tamaño se han reportado, uno de los cuales tuvo un total estimado de 25 m<sup>3</sup> de madera (129).

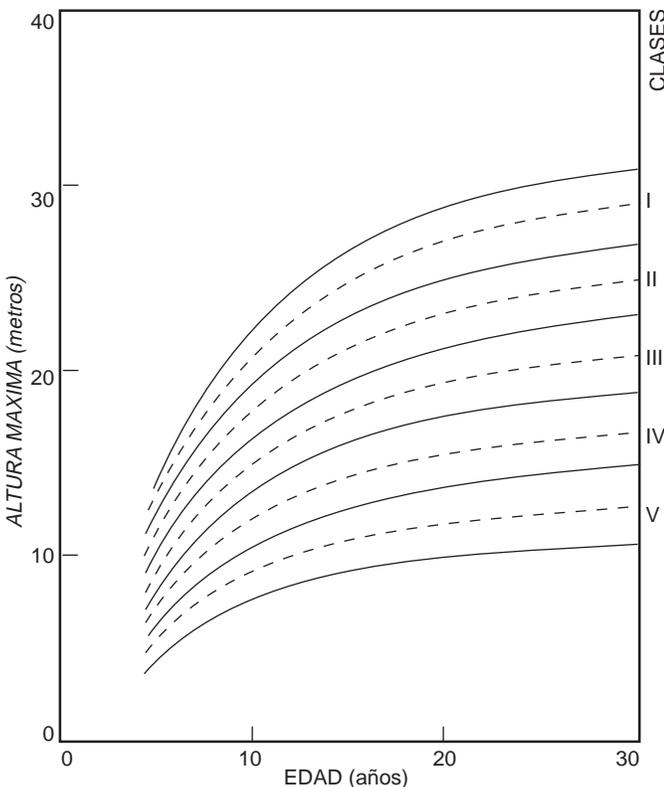
El espaciamiento en las plantaciones de teca depende en gran medida del producto deseado, como leña, postes, maderaje o una mezcla de productos a varios puntos de la rotación. Los espaciamientos tradicionales para las plantaciones de teca varían entre 1.5 por 1.5 m y 4.6 por 4.6 m, con algunos espaciamientos irregulares de 3 por 6 m. Un espaciamiento de 3 por 3 m en plantaciones puras se usa comúnmente para la producción de madera (23). En terreno escarpado, se han sugerido unos espaciamientos mayores para estimular la vegetación terrestre baja y así prevenir la erosión.

Un estudio de la biomasa fija en compartimientos de la teca (copa, tronco y raíces) en un bosque seco y caducifolio en la India, con árboles variando entre 7 y 120 años de edad, mostró que el crecimiento en altura fue más rápido entre los 10 y 50 años de edad, después de lo cual declinó (101). La edad para el desarrollo máximo de la copa fue de entre 20 y 40 años, cuando los árboles variaron entre 8 y 16 cm en diámetro. La tasa de acumulación de biomasa en el tronco, a su vez,

aumentó entre los 10 y 15 años de edad, para declinar hasta los 40 años, después de lo cual aumentó de nuevo entre los 50 y 120 años de edad. La producción máxima de raíces tuvo lugar entre los 40 y 50 años de edad. En otro estudio en los bosques de teca secos y caducifolios, la productividad máxima para los árboles oscilando entre 6 y 50 años de edad, se encontró entre los 33 y 50 años (51).

Las rotaciones de la teca en la India son una función de los tipos de bosque y de los sistemas de manejo (37). En la mayoría de las áreas en donde la teca ocurre en rodales mixtos, el énfasis ha sido hacia cosechas de árboles de edades similares con rotaciones que varían entre los 70 y 150 años. El sistema de rebrotes (coppice), o el sistema de rebrotes con estándares en algunos lugares más secos, se maneja con rotaciones de entre 40 y 60 años. Las cosechas de las plantaciones, a su vez, tienen rotaciones de entre 50 y 80 años.

A pesar de que el crecimiento depende de muchos factores como localidad, la edad, la densidad de la plantación y el manejo del rodal, el incremento anual promedio de la teca se reporta generalmente como de entre 10 a 25 m<sup>3</sup> por hectárea por año (23), con la mayoría de los cálculos tendiendo hacia la parte inferior de ese intervalo. Una tabla regional de clasificación por sitio para la región del Caribe muestra que la teca alcanza una altura máxima promedio (la altura promedio de los 100 árboles más grandes por hectárea) de casi 30 m en los mejores sitios y de 12 m en los peores (57) (fig. 3). Los incrementos anuales promedio en volumen correspondientes varían dependiendo de varios factores, entre los cuales se encuentran la clase y la edad del sitio, y alcanzan promedios de 14 m<sup>3</sup> por hectárea por año. Fuentes para tablas publicadas previamente sobre volúmenes, índices del sitio, e información sobre alturas y diámetros alcanzados en diferentes localidades para plantaciones de varias edades, más que nada



**Figura 3.**—Clasificación de la teca, *Tectona grandis*, por sitio en los países circundando la Cuenca del Caribe, basada en la altura máxima promedio (altura promedio de los 100 árboles de mayor diámetro por hectárea) sobre la edad (57).

en la América tropical, se presentan en la tabla 1. El crecimiento en altura de los árboles de teca dominantes parece disminuir más rápidamente con el tiempo en el Neotrópico que en las áreas en donde son nativos (60).

Existen estudios sobre el reciclaje de nutrientes en los suelos bajo plantaciones de teca (32, 36). En Nigeria, casi el 70 por ciento de la hojarasca en un rodal de teca variando entre 4 y 6 años de edad cayó entre diciembre y marzo (32). Más del 90 por ciento de los nutrientes vegetales (N, P, K, Ca, Mg y Na) se encontraron en la hojarasca. A pesar de que se han implementado numerosos experimentos sobre el abono de la teca, las variaciones en las condiciones ambientales y las procedencias involucradas hacen que la elaboración de reglas para el abono de la teca sea extremadamente difícil (23). La opinión general es que, pesar de que el crecimiento se puede incrementar mediante el abono bajo ciertas condiciones, en general no vale la pena el abonar; por lo tanto, si el sitio es apropiado para el crecimiento de la teca, el abono no es necesario.<sup>2</sup>

**Comportamiento Radical.**—La teca produce una raíz pivotante gruesa y larga, al principio de apariencia blanquecina y delicada, y después tornándose de color pardo claro y leñosa (129). Puede persistir o desaparecer, pero en cualquier caso, numerosas y fuertes raíces laterales se desarrollan (129, 138). Debido a que las raíces de la teca son sensibles a las deficiencias en oxígeno, a menudo permanecen a poca profundidad, creciendo mejor en suelos bien aireados (89, 109). Sin embargo, en una sabana de Nigeria, raíces de teca fueron observadas penetrando una capa de costra férrea dura (capa de plintita) a una profundidad de 40 a 60 cm (97).

Existen varios estudios disponibles sobre los sistemas radicales de la teca. En Venezuela, la teca no produjo una raíz pivotante de importancia, pero formó de tres a seis raíces laterales que alcanzaron un gran tamaño cerca de la base del tronco (110). En Tailandia, la profundidad, el diámetro, el largo y la distribución de las raíces de numerosos árboles de teca de entre 1 a 20 años de edad mostraron que la tasa de crecimiento radical disminuyó con la edad y que la raíz pivotante perdió su capacidad de penetrar el suelo (93). A pesar de que los patrones de crecimiento de las partes vegetales sobre y bajo el terreno variaron con la edad, se mantuvo una relación de peso aproximada de 5 a 1, respectivamente. Más aún, tanto las raíces laterales como verticales se concentraron en los primeros 30 cm del suelo.

Varias observaciones minuciosas se han hecho con respecto al desarrollo radical de la teca en la India. La variación temporal en la distribución especial del crecimiento en biomasa radical fina se estudió en una plantación en un bosque tropical seco de 19 años de edad en donde la precipitación anual promedio fue de 1000 mm por año (120). La producción de biomasa radical fina anual promedio fue de 5,420 kg por hectárea, aproximadamente en el medio de la distribución global de valores reportados para especies de árboles. El crecimiento máximo de raíces ocurrió durante la estación lluviosa, con todos los tamaños radicales mostrando un patrón de crecimiento estacional y bimodal durante el año. La cantidad de biomasa radical varió de acuerdo a la estación, con 1.4 veces más durante la estación lluviosa que en la seca. Entre el 65 y el 80 por ciento de la biomasa radical fina se encontró en los primeros 30 cm de suelo, con la mayoría concentrándose entre 10 y 20 cm. Raíces de menos de 2 mm de diámetro constituyeron la mitad o más del total de la

<sup>2</sup>Keogh, Raymond M. [s.f.] Comunicación personal con el autor. Archivado en: Irish Forestry Board, Dublín, Irlanda.

biomasa radical.

En otro estudio, la distribución lateral y vertical de la biomasa radical fina bajo árboles de teca de 5 a 40 cm de circunferencia y de entre 2 y 20 años de edad se muestreó a tres diferentes distancias de la base del árbol hasta una profundidad de 40 cm durante el apogeo de la temporada de crecimiento (117). La masa radical total se separó en raíces vivas de teca, raíces muertas de teca, masa radical herbácea y materia orgánica del suelo. La masa radical varió de acuerdo a la circunferencia del árbol, la distancia del árbol y la profundidad del suelo. La masa radical total y la relación de la masa radical muerta al total de la biomasa radical de la teca aumentaron con la circunferencia del árbol. Para árboles de menor tamaño, la mayoría de la masa se encontró a 1 m de distancia de la base del árbol, mientras que en árboles de más de 30 cm de ancho, la mayor acumulación se encontró a 50 cm de distancia de la base del árbol. Todos los componentes de la masa radical total aumentaron con la circunferencia del árbol, a excepción de la masa radical herbácea, la cual disminuyó marcadamente. La mayoría de la masa radical herbácea se encontró en los primeros 10 cm de suelo, mientras que la mayoría de las raíces vivas de teca se encontraron entre 10 y 30 cm. La biomasa viva de la teca de menos de 1 mm disminuyó de manera consistente con la profundidad, y se encontró mejor desarrollada cerca de la base del árbol.

Las dimensiones de los sistemas radicales de 11 árboles de teca variando entre 7 y 120 años de edad se midieron en un bosque seco de la India (100). Las raíces pivotantes fueron profundas y robustas; las raíces secundarias y terciarias fueron prominentes pero escasas.

**Reacción a la Competencia.**—La teca tiene altas demandas de luz y requiere de luz vertical total y de un espacio amplio alrededor para el desarrollo apropiado (43, 108, 121).

Dentro del área de su distribución natural, la teca ocurre bajo una variedad de condiciones en las cuales el tamaño, la forma y los árboles asociados varían. Los sistemas silviculturales de teca, por lo tanto, deben adaptarse al tipo de bosque, el clima y las condiciones del suelo de cada área (108). En las regiones húmedas, los árboles de teca son grandes, a menudo estriados; compiten de manera intensa con otras especies y producen una regeneración natural escasa. Bajo condiciones naturales, la regeneración y el crecimiento de los socios de la teca tolerantes a la sombra se ven favorecidos. El crecimiento y rendimiento de las plantaciones de teca en climas húmedos son sin embargo más rápidos y mayores que en los sitios más secos.

En los tipos de bosque con niveles de humedad intermedios, la teca adquiere su mejor forma, pero la regeneración es variable. En estas áreas, la regeneración por métodos naturales o artificiales puede ser usada. La densidad de las existencias de plántulas de teca o de rebrotes, la cantidad y el tipo de vegetación terrestre baja, y la disponibilidad de cultivadores del método taungya, influyen la selección de las técnicas a usar. Los costos de la limpieza y el entresacado son factores importantes a considerar al seleccionar el espaciamiento a usar en la plantación y las técnicas de entresacado. Los espaciamientos pequeños requieren de menos limpieza pero aumentan el costo de la fase de establecimiento, y requieren de más entresacado para mantener unas tasas de aumentos en el diámetro razonables. El entresacado apropiado puede reducir las ramificaciones epicórmicas y permitir suficiente vegetación terrestre baja para prevenir la erosión.

En tipos de bosque más secos, las plantaciones de teca no tienen éxito por lo común. El crecimiento es lento y la calidad del maderaje es a menudo pobre. Sin embargo, el manejo de la regeneración de la teca es posible porque las plántulas son

**Tabla 1.**—Información regional sobre el crecimiento de la teca, *Tectona grandis*, en plantaciones

Región	Tipo de información	Referencia
<b>Puerto Rico</b>	Tablas de rodales con alturas promedio para edades de 17 a 46 años	(34)
<b>Puerto Rico</b>	Densidades promedio, áreas basales, alturas, diámetros y volúmenes para 27 plantaciones en 5 áreas diferentes variando entre 24 y 51 años de edad	(136)
<b>El Salvador</b>	Tabla de volúmenes para alturas de hasta 30 m y diámetros de hasta 44 cm	(23, 56)
<b>Trinidad</b>	Tabla de volúmenes para producción maderera hasta los 80 años, incluyendo incrementos y entresacados	(23, 59, 82, 131)
<b>Venezuela</b>	Tablas de volúmenes para alturas de hasta 18 m diámetros de hasta 25.9 cm	(131)
<b>Seis países en la América Central</b>	Características medioambientales (elevación, precipitación promedio, zonas de vida y densidad) y crecimiento anual promedio en diámetro y altura para árboles dominantes y codominantes variando entre 1 y 40 años	(23)
<b>Ocho países en la América Central y el Caribe</b>	Características medioambientales (precipitación, suelos, espaciamientos y densidad) y crecimiento anual promedio en diámetro y altura para árboles dominantes y codominantes variando entre 3 y 44 años de edad	(133, 136)
<b>Países de la Cuenca Mayor del Caribe</b>	Índices de sitio hasta los 30 años	(57, 58)
<b>La India</b>	Tablas de volúmenes para la producción maderera hasta los 80 años de edad, incluyendo entresacados	(131)
<b>La India</b>	Tablas de rendimiento y de rodales para plantaciones (diámetros y alturas promedio, área basal total, densidad de los tallos, entresacados y rendimiento total, e incrementos anuales promedio corrientes) para edades de 5 a 50 años para cuatro clases de calidad del sitio.	(50)
<b>Malasia</b>	Tabla de volúmenes para alturas de hasta 32 m y diámetros de hasta 50.5 cm	(111, 131)
<b>Cuatro zonas de vida</b>	Relación entre edad y biomasa leñosa para la teca de plantación diferentes	(74)

más abundantes y el costo de eliminar la maleza es aceptable. En algunos casos, la regeneración natural o la siembra de otras especies de crecimiento más acelerado deberá considerarse.

El control incompleto de la maleza alrededor de las plántulas de teca resulta en la supresión de su crecimiento (23, 121) o en su mortalidad (129). Para el área de la América Central se recomiendan tres limpiezas durante el primer año, dos en el segundo y por lo menos una durante el tercero. La remoción del estrato inferior en una plantación de teca de 7 años de edad en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos mejoró el acceso y redujo el peligro de incendios sin afectar el incremento de la teca (94).

El mejor método para aumentar el crecimiento de los árboles en las plantaciones es el de remover la competencia. En Nimbria, Nigeria, unos espaciamientos diferentes entre los árboles de teca afectaron de manera significativa el diámetro promedio de todos los árboles y el diámetro promedio de los árboles dominantes, pero no tuvo efecto alguno sobre su altura promedio, factor de forma o volumen total (1). En Puerto Rico, las plantaciones de teca de 3 a 16 años de edad fueron entresacadas y abonadas para incrementar la producción (15). Los árboles de mayor tamaño respondieron con un incremento en el área basal más rápido, pero con un crecimiento en altura menor que los árboles más pequeños bajo las mismas condiciones. Tanto la respuesta en el crecimiento en altura como en el crecimiento en el área basal fueron mayores en sitios aluviales derivados de andesita que en suelos residuales sobre piedra caliza. Más aún, el crecimiento en el área basal estuvo correlacionado con la adición de P, y el crecimiento total en altura con la adición de K, a pesar de que ambas respuestas fueron menores. La altura y el área basal no fueron influenciadas por la adición de N, Ca o Mg.

En Nigeria, un rodal de teca de 15 años de edad con una provisión de 2,200 árboles por hectárea (o un área basal de 32 m<sup>2</sup> por hectárea), plantado originalmente con espaciamientos de 1.8 m, recibió tres tratamientos de entresacado consistiendo de reducciones a un nivel de 790 árboles por hectárea (19.5 m<sup>2</sup> por hectárea), a 395 árboles por hectárea (13 m<sup>2</sup> por hectárea), y de un control (73). Los rodales se midieron de nuevo a una edad de 20 años, y el incremento anual más reciente fue de 2.0 m<sup>3</sup> por hectárea en el control, de 2.8 m<sup>3</sup> por hectárea para el rodal con entresacado moderado y de 11.3 m<sup>3</sup> por hectárea para el rodal con el entresacado más intenso. El entresacado más intenso prácticamente eliminó el contacto entre las copas. Varias observaciones se derivaron de este estudio. En primer lugar, cuando el área basal en el rodal sin entresacar llega cerca de 35 m<sup>2</sup> por hectárea, el rodal comenzó a estancarse en su crecimiento y a sufrir mayor mortalidad. En segundo lugar, a pesar de entresacados intensos, los árboles identificados como de crecimiento acelerado antes del experimento continuaron siendo de crecimiento acelerado después del experimento. Finalmente, a pesar de que el entresacado de la teca se puede demorar por entre 10 y 15 años, entresacados intensos se necesitarían eventualmente para mantener el crecimiento de los árboles cosechables a niveles satisfactorios.

La respuesta de la teca al entresacado ha sido un acalorado tema de discusión en la India por muchos años. Varias conclusiones se presentaron a partir de las parcelas experimentales (132): (1) la intensidad del entresacado no tuvo ningún efecto sobre el crecimiento en altura, (2) el rendimiento en área basal utilizable declinó a medida que la intensidad del entresacado aumentó, y (3) entresacados progresivamente más intensos rindieron incrementos en diámetro progresivamente acelerados. En Nigeria, el volumen de la teca no se vió influenciado por la densidad de las existencias, pero

hubieron alteraciones en el diámetro promedio (121).

Se han elaborado sugerencias generales para el entresacado de la teca en la Cuenca del Caribe asumiendo que la reacción de la teca al entresacado depende en parte de su reacción al sitio en sí (57). Unos entresacados intensos semimecánicos deben efectuarse cuando los árboles alcancen una altura promedio de 8 m y de nuevo a los 15 m, removiendo cada vez aproximadamente la mitad de los árboles. En mejores sitios, el primer entresacado se puede implementar a los 3 años y, en sitios más pobres, a los 6 años. El segundo entresacado puede tener lugar a los 7 años en los mejores sitios, y a los 12 en los más pobres. Entresacados subsecuentes deben ser implementados cuando el área basal alcance aproximadamente 20 m<sup>2</sup> por hectárea, y éstos deben remover aproximadamente 6 m<sup>2</sup> por hectárea. La edad para la rotación deberá basarse en la clase del sitio y en consideraciones económicas.

En los bosques caducifolios húmedos de Kerala, en la India, el área de copa proyectada para 195 árboles de teca variando de 9 hasta casi 60 cm de diámetro se sometió a una regresión sobre el diámetro arbóreo (123). Una correlación positiva se encontró entre el área de copa proyectada en metros cuadrados y el diámetro del tronco en decímetros. La ecuación que sigue fue útil para proyectar índices de densidad del rodal para plantaciones locales de teca:

$$\ln Y = 1.898 + 1.347 \ln X \quad r = 0.832; \text{ S.E.} = 28.2$$

en donde Y = área de copa proyectada en metros cuadrados

X = diámetro del tronco en decímetros

La teca se ha usado con éxito en sistemas agroforestales y de enriquecimiento. Durante la época colonial en Indonesia, el tabaco era plantado cada 8 años en 225,000 hectáreas de plantaciones comerciales pertenecientes a las compañías de tabaco holandesas (140). La producción de tabaco se seguía de una cosecha de arroz de tierra seca (dryland rice) o de maíz, y luego se plantaba teca u otras especies durante el período de barbecho subsecuente. En la India, las plantaciones de teca junto con cacahuete y soya resultaron muy remunerativas, y las cosechas no tuvieron ningún efecto negativo sobre el crecimiento de la teca (84). La cúrcuma (*Curcuma longa* L.), fuente de un agente colorante y condimento, fue también intercultivada con éxito en rodales de teca de más de 2 años de edad en la India (65). En Java, experimentos con hierbas medicinales utilizadas como cobertura vegetal en plantaciones de teca en su madurez fueron efectuados (44). Otras cosechas reportadas como inter-cultivadas con la teca incluyen el arroz de montaña, maíz, chili, algodón, tapioca y jengibre (138).

Antes de 1962, la teca se había establecido en Trinidad por el método taungya, ya sea mediante la siembra directa de semillas o la plantación de tocones junto con las cosechas anuales de maíz o arroz (18, 121). Experimentos con el método taungya en Costa Rica (2) y Venezuela (103) tuvieron éxito a su vez. El plantado de tocones de teca es el método principal de enriquecimiento usado en las brechas en el bosque tropical húmedo de la islas de Andamán (115). En plantíos de tocones, los espaciamientos son irregulares, y el número de plantas varía entre 60 y 200 por hectárea. En los bosques de teca caducifolios y abiertos en Karnataka, en la India, que se manejan bajo un sistema de selección, el plantar teca bajo tallos residuales está reemplazando el método previo de la talar rasa seguida por la siembra de la teca (64).

La preocupación acerca de los suelos expuestos bajo plantaciones de teca ha llevado a varios experimentos con combinaciones (138). En Java, el combinar diferentes especies de árboles junto con la teca afectó de manera adversa el

crecimiento y el valor de las plantaciones de teca (20). Varias cosechas para proveer de cobertura se intentaron en la India, pero el mantenerlas resultó demasiado caro (138). El fomentar el crecimiento de la vegetación terrestre baja se considera ahora como la mejor alternativa. Sin embargo, en Indonesia, el plantar hileras de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en plantaciones de teca como una cobertura permanente no sólo redujo la erosión del suelo sino que influyó la producción de la teca de una manera favorable (89).

**Agentes Dañinos.**—La mayoría de los patógenos de la teca han sido identificados en la India y el Lejano Oriente (tablas 2 y 3), con sólo unos cuantos registrados en plantaciones en África, América y en áreas lejos de su región nativa. A pesar de esto, existe muy poca información disponible acerca de sus consecuencias económicas (38). Una excepción notable es el estudio de 5 años de duración sobre defoliadores en una plantación joven en Kerala, en la India (91). La larva de la falena *Hyblaea puera* Cram. (Lepidoptera) ocasionó una pérdida del 44 por ciento en el aumento volumétrico, mientras que la larva de *Pyrausta machaeralis* Walk. no tuvo ningún impacto aparente. La defoliación fue seguida a veces por el marchitamiento de el vástago líder, lo que puede ocasionar bifurcaciones. Sin embargo, la falta de modelos adecuados sobre la dinámica de rodales ha prevenido el cálculo de la ganancia volumétrica potencial sobre una rotación completa en rodales protegidos. El uso de insecticidas para controlar erupciones de plagas en plantaciones, aunque efectivo, fue abandonado por el daño que causa a los insectos beneficiosos,

parásitos y otra fauna (138). Investigaciones adicionales sobre los enemigos naturales de los defoliadores y la resistencia natural de la teca a los defoliadores son necesarias.

La teca se considera como resistente a la mayoría de los patógenos en las plantaciones, los bosques naturales y los almacenes de maderaje (23). La resistencia a la pudrición se ha correlacionado con la cantidad de extractivos contenidos en la madera (143). El duramen de la teca es resistente a las termitas de la madera seca y moderadamente resistente a las termitas subterráneas, pero es atacado con facilidad por la polilla del mar (72, 141). La albura no es resistente a ninguno de los organismos mencionados, y sufre también el ataque de la carcoma.

La teca tiene también la reputación de ser resistente al fuego, de manera particular cuando los incendios avanzan con rapidez y no alcanzan temperaturas muy altas (89). Los árboles de hasta 3 años de edad rebrotan después de una quema. Los árboles de mayor tamaño y edad tienen mejor protección por su corteza. Sin embargo, los árboles de tamaño de poste pueden sufrir daño permanente debido a que su corteza no es lo suficientemente gruesa como para soportar altas temperaturas. En Trinidad, los rodales con árboles de tamaño de poste se encuentran en peligro debido a que la práctica común de entresacar a la edad de 5 años añade combustible al nivel del suelo. El fuego estimula el crecimiento de rebrotes en los troncos inferiores (107) y el chamuscamiento deja la madera expuesta y provee de acceso a los hongos patógenos (89).

**Tabla 2.**—Animales dañinos a la teca, *Tectona grandis*

Animal responsable	Daño, control sugerido	Región	Referencia
<i>Aularches militaris</i>	Defoliación	Nueva Guinea	(48)
<i>Cossus cadambae</i>	Marchitamiento causado por la ingestión de la corteza, tejido calloso y la albura exterior; remover los árboles infectados	Kerala, India	(78, 114)
<i>Dichorius puntiferalis</i> <i>Leptocentrus vicarious</i> <i>Pagya salvalis</i> <i>Pyrausta machaeralis</i>	Daño a la inflorescencia y formación pobre de la fruta; aplicación de herbicida en el estrato inferior y uso de trampas de luz	India	(26)
<i>Dihammus cervinus</i>	Consumo de la madera	Bangladesh	(130)
<i>Endoclyta gmelina</i>	Daño al collar radical en los árboles jóvenes; remover otras especies de árboles huéspedes del área circundante	Malasia	(31)
<i>Hapalia machaeralis</i>	Defoliación; control biológico	La India	(80)
<i>Hyblaea puera</i>	Defoliación; control biológico	La India	(3, 85, 86)
<b>Lepidóptera</b>	Defoliación	La India	(83)
<i>Lixus camerunus</i>	Ataque del follaje joven	Nigeria	(33)
<b>Melolonthinae</b>	Daño de las semillas por la larva	Trinidad	(23)
<i>Neoclytus cacticus</i>	Barrenador de las partes leñosas de las plantulas jóvenes	América Central	(23)
<i>Pagida salvaris</i>	Consumo de las flores en botón por la larva	Tailandia	(48)
<i>Phyllophag sp.</i>	Infestación de las raíces en viveros por la larva; aplicación de insecticida	Costa Rica	(23)
<i>Phyllophag sp.</i>	Destrucción de las raíces en cepas de vivero y tallos	América Central	(23)
<i>Plagiohammus spinipennis</i>	Barrenador de la madera y el meollo de los tallos jóvenes	América Central	(23)
<b>Hormigas parasol</b>	Defoliación localizada	Trinidad, Nicaragua	(69, 137)
<b>Hormigas blancas</b>	Consumo de la corteza	Bangladesh	(130)
<b>Termitas</b>	Daño a las plántulas en el vivero	Ghana	(121)
<b>Ratones</b>	Consumo de las semillas	Bangladesh	(130)
<i>Orthogeomys underwoodii</i>	Destrucción de cepas de vivero y plantas jóvenes	América Central	(23)

El problema más apremiante en Trinidad en relación a la teca en la segunda parte de la década de 1950 fue el de los incendios de temperaturas muy altas en la superficie que arrasaron cerca de la mitad de las plantaciones cada año (89). La temporada de 1957 fue particularmente seca y 2,300 hectáreas de plantaciones de teca de 2 y 3 años sufrieron un daño considerable por el fuego. Las plantaciones de teca sujetas a incendios frecuentes tienen poca vegetación terrestre baja y tienen que depender de el reciclaje de la hojarasca para renovar la materia orgánica y los nutrientes (69, 89). La erosión subsecuente, en particular en pendientes escarpadas, puede

agravar el agotamiento del suelo superficial. Datos recaudados por tres años en Trinidad mostraron que la erosión bajo la teca estaba ocurriendo a una tasa once veces mayor que la de los bosques naturales (89).

La teca creció relativamente libre de plagas y enfermedades en Trinidad desde su introducción en 1913 hasta aproximadamente 1943, cuando ataques severos de muérdagos parasíticos se reportaron en muchas plantaciones (tabla 3). El control del muérdago consistió de la poda de las ramas afectadas durante el periodo afoiar, el aislamiento de las plantaciones nuevas de aquellas infectadas, o la remoción de

**Tabla 3.**—Enfermedades y parásitos en plantaciones de teca, *Tectona grandis*

Tipo de enfermedad o parásito y nombre científico	Daño; control sugerido	Región	Referencia
<b>Enfermedades de las hojas y el tallo</b>			
<i>Agrobacterium tumefaciens</i> (bacteria)	Daño al tallo	Trinidad	(23)
<i>Auricularia polytricha</i>	Parasitismo de heridas	La India	(38)
<i>Cephaleuros</i> sp.	Manchas en las hojas	Nigeria	(38)
<i>Cercospora tectonae</i>	Manchas en las hojas (problema menor)	La India, Hawaii, Trinidad	(38, 138)
<i>Colletotrichum</i> sp.	Formación de bandas irregulares rojas sobre superficie foliar y muerte foliar	El Salvador	(23)
<i>Corticium salmonicolor</i>	Formación de fisuras profundas en la corteza que matan el floema y el tejido del cámbium	La India, Indonesia	(38, 138)
<i>Corynespora</i> sp.	Daño en el follaje en árboles maduros	Trinidad	(23)
<i>Lyctus</i> sp.	Ataque sobre la albura	Venezuela	(127)
<i>Marasmiellus ignobilis</i>	Formación de tejido suave y esponjoso en el tronco cerca de la superficie (baja incidencia de infección, aparentemente sin importancia)	Kerala, La India	(114)
<i>Mycosphaerella tectonae</i>	Manchas en las hojas (problema menor)	Venezuela	(38)
<i>Nectria haematococca</i>	Rajaduras y necrosis de la corteza asociados con el daño por las heladas	La India, Africa	(38, 138)
<i>Olivea tectonae</i>	Defoliación de las plántulas en viveros; entresacado y poda o aplicación de fungicidas foliares con sulfuro como base	La India	(38, 114, 138)
<i>Phialophora richardsiae</i>	Pudrición de la madera y marchitamiento posterior a la infestación con <i>Cossus cadambae</i>	Kerala, La India	(114)
<i>Phomopsis variolorum</i>	Daño en el área fotosintética y caída prematura de las hojas	Kerala, La India	(114)
<i>Phyllactinia guttata</i>	Necrosis foliar y defoliación; aplicación de fungicidas o posiblemente entresacado o poda	La India, Myanmar	(38, 138, 4)
<i>Phyllosticta tectonae</i>	Manchas en las hojas (problema menor)	La India	(38)
<i>Polyporus versicolor</i>	Ataque sobre la albura	Venezuela	(127)
<i>Pseudoepicoccium tectonae</i>	Coalescencia de manchas y defoliación prematura	Kerala, la India	(114)
<i>Pseudomonas</i> sp.	Pudrición de collar en las plántulas y marchitamiento en las plantaciones; plantamicina (0.01%) para remojar el suelo	Kerala, la India	(114)
<i>Scleratiom rolfsii</i>	Marchitamiento del las hojas con manchas y muerte ocasional de los vástagos	Kerala, la India	(114)
<i>Stemphyllum</i> sp.	Marchitamiento de vástagos jóvenes	Nigeria	(38)
<i>Uncinula tectonae</i>	Pérdida de humedad, cambios bioquímicos y muerte; aplicación de polvo de sulfuro	La India	(114, 126, 138)
<i>Ustilina deusta</i>	Ataque sobre la albura	Venezuela	(127, 138)
<i>Xanthomonas melhusi</i>	*	La India	(38)

**Tabla 3.—Enfermedades y parásitos en plantaciones de teca, *Tectona grandis* — Continuación**

Tipo de enfermedad o parásito y nombre científico	Daño; control sugerido	Región	Referencia
<b>Enfermedades radicales</b>			
<i>Armillariella mellea</i>	Pudrición radial y muerte	Célebes, Africa	(23, 38, 138)
<i>Fusarium oxysporum</i>	Muerte de las plántulas (mal del vivero)	Paquistán, Africa, América Central	(23, 38, 138)
<i>Helicobasidium compactum</i>	Muerte radical y marchitamiento del follaje; remover árboles infectados y tratar árboles circundantes con un lavado de “carbón con cal”	Indias Orientales, Tanzania	(38, 138)
<i>Peniophora rhizomorpho-sulphurea</i>	Pudrición radical	La India	(38, 138)
<i>Phellinus noxius</i>	Manchado de la madera, marchitamiento del follaje, pudrición del pie del árbol	Lejano Oriente	(38, 138)
<i>Plemotus commiscilloilis</i>	Ataque sobre las raíces principales después de otras infecciones	Trinidad	(23)
<i>Pseudomonas solanacearum</i>	Marchitamiento vascular del follaje en viveros y plantaciones jóvenes; esterilización del suelo y cultivación y desyerbado en los viveros	Sumatra, Malasia	(38, 138)
<i>Pseudomonas tectonae</i>	Daño y control similar al mencionado arriba	Filipinas	(38, 138)
<i>Rigidoporous lignosus</i>	Pudrición radical; tratar con Tillex® al 2%, erradicación de tocones y uso de leguminosas como vegetación terrestre baja	Nigeria	(87, 138)
<i>Rigidoporous zonalis</i>	Pudrición radical y del duramen	La India, América, Australia	(38, 138)
<i>Ustulina deusta</i>	Parasitismo de heridas y pudrición blanca	Tanzania	(38)
<i>Xylaria thwaitesii</i>	Infección radical (problema menor)	Indonesia	(38)
<b>Pudriciones del duramen</b>			
<i>Bjerkandera adusta</i>	Pudrición blanca	La India	(38)
<i>Flavodon flavus</i>	Pudrición blanca	La India	(38)
<i>Fomes lividus</i>	Pudrición causada por rebrotes bajos; cortar tallos de 10 a 15 cm arriba del terreno	La India	(118)
<i>Ganoderma applanatum</i>	Pudrición blanca	La India	(38, 138)
<i>Ganoderma curtisii</i>	Pudrición blanca	Costa de Marfil	(38)
<i>Ganoderma rivulosum</i>	Pudrición blanca	Africa	(38)
<i>Phellinus lamaoensis</i>	Pudrición parda	Nigeria, la India, Paquistán	(38)
<i>Polyporus rubidus</i>	Pudrición parda	Este de Asia, la India	(38, 138)
<i>Polyporus shoreae</i>	“Partridgewood” o pudrición	Este de Asia, la India	(38)
<i>Polyporus zonalis</i>	*	La India	(118)
<b>Muérdagos</b>			
<i>Dendrophloe falcata</i>	Ataque de las ramas laterales; podado y aplicación de compuestos químicos	Sri Lanka, la India	(38, 114)
<i>Loranthus</i> spp.	Vigor reducido; podado y aplicación de compuestos químicos	Indonesia, global	(122)
<i>Macrosolem cochinchinensis</i>	*	La India, Paquistán	(38)
<i>Phoradendron piperoides</i>	Vigor reducido; podado, aplicación de 2, 4-D en rocío o inyectado	Trinidad	(69, 89)
<i>Phthirusa adunca</i>	Vigor reducido; podado, aplicación de 2, 4-D en rocío o inyectado	Trinidad	(98, 106)
<i>Struthanthus</i> spp.	*	Indias Occidentales	(38)
<i>Viscum</i> sp.	*	Trinidad	(23)

\*No se indica la clase de daño

fuentes de muérdago de las zonas boscosas adyacentes (69). Ataques de muérdago han sido reportados también en otros sitios (tabla 3). El muérdago daña al huésped al reducir las tasas de fotosíntesis y crecimiento, al inducir la formación de agallas, y al predisponerlo al ataque de insectos y enfermedades.

Tres tipos de defectos peculiares en árboles en plantaciones de teca de 30 a 141 años se observaron en Kerala, en la India (62). Los defectos consistieron de cráteres de origen desconocido, hinchazones ondulantes causadas probablemente por una actividad localizada en el cámbium y nudos falsos causados por rebrotes epicórmicos. Estos defectos son indeseables y se pueden atribuir al uso de fuentes locales de semillas para el establecimiento de las plantaciones.

A pesar de que los árboles de teca jóvenes no están en gran peligro de ser víctimas de animales fitófagos, las raíces pivotantes de las plántulas en almácigos de vivero pueden ser destruidas por insectos (129). En el Sudeste de Asia, las ratas mascan las raíces a veces, mientras que los cerdos desarraigan las plántulas (129). Más aún, los venados pueden quitar la corteza en plantaciones de hasta 10 años, y en la India los elefantes pueden destruir árboles de buen tamaño (43, 129). Se reporta de la isla de St. Croix, en las Islas Virgenes de los Estados Unidos, que las vacas se comen la corteza de árboles de teca. Las malas hierbas en el vivero matan las plántulas mediante la supresión y al causar condiciones húmedas durante la temporada lluviosa (129).

Las catástrofes naturales, los fenómenos atmosféricos y la influencia humana, que incluye el mal manejo forestal, han impactado también de manera negativa el crecimiento de la teca y su supervivencia. En Bangladesh, los ciclones causan un daño a gran escala a las plantaciones de teca (130). Las semillas en proceso de maduración fueron sacudidas de los árboles y los troncos se quebraron, especialmente en plantaciones de aproximadamente 15 años de edad. Una quiebra similar de los troncos y volcamientos fueron observados en Puerto Rico después de el Huracán Hugo. Un marchitamiento periódico se observó en los bosques secos caducifolios de la India en árboles de teca de entre 1 y 5 años de edad (99). En sitios expuestos, el daño por el viento resulta en un patrón ramificado (138). Las plántulas y los rebrotes son susceptibles al daño por las heladas (129, 138).

Una exudación de savia de color amarillo procedente de ampollas en los tallos se reportó en plantaciones a lo largo de ríos en la India, pero no fue posible asociarla con agentes bióticos (5). La causa, de origen aparentemente fisiológico, no mata los árboles, pero descolora los tallos. Un amarillamiento anormal del follaje de la teca en Trinidad se reportó durante el verano de 1963, fenómeno que se atribuyó a las condiciones excepcionalmente secas del año anterior (98). Una extensa mortalidad 3 años después de la siembra en Trinidad fue causada por el empantanado en valles planos con drenaje pobre.

La corta de los bosques secos de teca a nivel del suelo en la India resultó en la pérdida de la mitad de los árboles rebrotados al final de la rotación (118). El corte de rebrotes laterales bajos, a una distancia de 10 a 15 cm del suelo, resultó en una pérdida menor en la nueva cosecha. La poda de ramas menores durante la estación seca se recomendó para la producción maderera en Honduras (19), en donde la pudrición del duramen se consideró como un problema potencial, ya que la teca no sana rápidamente o de manera uniforme.

En Tailandia, la cosecha de la teca declinó en un 80 por ciento entre 1973 y 1985, mientras que las áreas forestadas disminuyeron solamente en un 26 por ciento (35). La disminución en el rendimiento de la teca se debe a varios

factores, entre ellos la tala para la agricultura y la cosecha de teca clandestina. Sin embargo, la explotación forestal intensa y de carácter selectivo excediendo la producción sostenible es también una causa significativa (35). Estas cosechas excesivas han reducido la tasa a la que se pueden cosechar los bosques todavía en pie; por lo tanto, los ingresos anuales se ven reducidos.

## USOS

El duramen de la teca, que empieza a formarse durante el sexto año (106), cambia de color, de verde olivo a un pardo dorado, con la exposición y el secado (72). La albura es amarillenta o blanquecina y difiere marcadamente del duramen. La madera tiene anillos porosos (138) y anillos anuales de crecimiento evidentes, pero con anillos falsos ocurriendo ocasionalmente (50, 72).

La madera de la teca tiene una fibra recta, una textura uniformemente mediana y es aceitosa al tacto. Una fragancia ligera se puede detectar después del secado. La madera se seca al aire rápidamente y de manera satisfactoria, con una torcedura menor solamente, pero sin endurecimiento o cuarteadura superficial. La teca también se seca bien pero lentamente al horno, con cuarteaduras, rajaduras o torceduras mínimas.

La madera es moderadamente dura y pesada, y es reconocida por su contracción poca y uniforme (72). La teca posee un peso específico promedio de 0.55 g por cm<sup>3</sup> (71, 72), pero esta característica varía considerablemente dependiendo de la clasificación de copa del árbol (10). La madera se trabaja bien con herramientas eléctricas o manuales, pero contiene sílice, lo que tiende a embotar el filo de los instrumentos. Las características para el trabajo a máquina son como sigue: el cepillado, el modelado, el taladrado, el enmechado y la resistencia a rajarse con tornillos son buenas; el torneado es excelente y el lijado es muy pobre (71). La madera recibe bien los clavos, el barniz y el pulido, y es fácil de encolar.

Unos estudios detallados sobre el duramen de la teca mostraron que disminuye en durabilidad entre más cerca al meollo, cuando tiene anillos de crecimiento anchos, y cuando se deriva de árboles jóvenes (27). La conclusión práctica más importante de estos estudios es que no todos los trozos de duramen de teca son altamente durables, y que la mayoría de los interiores del tronco son menos durables que la madera en etapa madura. Una tasa de crecimiento muy acelerada, particularmente en las etapas tempranas de crecimiento, puede disminuir la durabilidad de manera apreciable.

Es difícil de tratar el duramen de la teca con preservativos, mientras que la albura se trata fácilmente en tanques abiertos (72). Los postes de teca verdes responden bien a tratamientos con un preservativo consistente de sulfato de cobre al 6 por ciento, seguido por una solución de bórax al 7 por ciento, sumergiéndolos en cada solución por un período de 3 días (23). La madera sin pintar es resistente a los elementos, y permanece casi totalmente libre de torceduras y cuarteamiento.

A principios de siglo, la teca fue usada en la India para la construcción de casas, puentes y muelles, así como para pilotes, coches de ferrocarril y rayos de ruedas (129). La estabilidad de la teca después de la manufactura la ha hecho la única madera aceptable para las cubiertas en barcos de buen tamaño (24, 72). La teca también se usa para hacer muebles finos, pisos, ensambladuras, terminaciones de interior, dinteles, puertas, entrepaños, tallados, artículos torneados, tanques y cubas de gran tamaño, e instalaciones de laboratorio (71). Se

ha reportado que la teca también es usada para mástiles y perchas, puntales en minas de carbón, traviesas de ferrocarril, chapa ornamental, pianos, órganos y armonios, llaves para violines y pipas de tabaco (de nudos en la teca) (29). La madera también rinde un valioso aceite de brea después de la destilación. Los árboles de tamaño pequeño que han sido entresacados se usan como postes para cercas en Trinidad (88).

La teca se ocupa para hacer triplex, y los desperdicios de la teca se han usado para hacer madera comprimida, y tableros de fibra y partículas (119). En la India, la teca descartada se ha mezclado con otros tipos de madera de especies frondosas y con desperdicios de la manufactura de chapa de madera para estudiar su potencial como pulpa de madera, blanqueada y sin blanquear (40, 41). Estudios preliminares mostraron que el rendimiento fue satisfactorio, y la pulpa mostró una fortaleza apropiada para la producción de papel para envolver, escribir e imprimir. Estudios adicionales sobre extractivos en Japón mostraron que las resinas de la teca mancharon las láminas de pulpa (143). La corteza de la teca procedente de árboles de más de 40 años muestreados en terrenos propiedad de varios departamentos forestales de la India rindió del 8.3 al 15.6 por ciento de ácido oxálico, una sustancia química importante industrialmente (11). El contenido calórico de varios componentes de la teca (tallos, raíces, corteza, ramas, ramitas y hojas), estudiado en Madhya Pradesh, en la India, ha sido también publicado (52).

En el Sudeste de Asia, la teca rinde varios productos forestales menores (50). La corteza contiene tanino, y las hojas machacadas producen una savia roja que se usa para teñir la seda. Las hojas han sido usadas también como material de empaque y como techado para chozas temporales. En la India, las hojas secas ya caídas se pueden procesar como una fuente de fibra para alimento peleteado para el ganado ovino (104). Varias partes del árbol se usan también medicinalmente (30). Una cocción de las hojas se utiliza como tratamiento para desórdenes y hemorragias menstruales, y como un enjuague bucal (138). La teca se ha introducido a los jardines botánicos como una curiosidad y ocasionalmente se planta en Puerto Rico como un árbol ornamental (71).

En Nigeria, áreas previamente designadas para maderaje se convirtieron para uso como combustible, y áreas designadas para postes se usaron para la producción de postes de tamaño pequeño, sostenes para cosechas de enredaderas y para leña (121). En Tanzania, árboles de tronco recto con una proporción alta de duramen han sido usados como postes eléctricos (121). En Trinidad, las ganancias procedentes de la venta de madera de teca para uso como postes y leña mantienen a muchos empresarios pequeños; existe también una fábrica que produce cercas de madera hendida (split fencing), postes de cerca, y madera aserrada para andamios (105, 106, 121). La teca se planta también en terrenos petroleros que no han sido aún explotados y en tierras gravemente erosionadas previamente sembradas con caña de azúcar pero todavía con potencial de ser reclamadas (121).

## GENÉTICA

En la India, investigadores en un estudio sobre origen de semillas de teca (77, 124) concluyeron que la predicción del comportamiento de diferentes procedencias de la teca es difícil, y que las semillas de origen local tenían una alta probabilidad de dar buenos resultados, pero no necesariamente los mejores, dentro del área de distribución natural de la teca. Los investigadores encontraron que las semillas importadas de lugares con mayor humedad eran por lo usual mejor que

aquellas procedentes de regiones más secas, y que la altura máxima estaba aparentemente más relacionada con la calidad del sitio que con el origen de la semilla.

En 1979 las introducciones de semillas de teca en los países de la Cuenca del Caribe llegaban a 19, con semillas procedentes de fuentes como Burma (ahora llamada Myanmar), Tailandia, la India y las naciones africanas de Nigeria, Camerún, Costa de Marfil y Gambia (57). Las introducciones más importantes fueron aquellas efectuadas en Trinidad entre 1913 y 1916 con semillas de Tenasserin, en Myanmar (8) y en Summit Gardens en Panamá durante 1926 con semillas de Sri Lanka. Ambas procedencias son bien vistas y han sido distribuidas extensamente en Latinoamérica (57, 23).

Los resultados de pruebas con clones sugieren que la edad a la primera florescencia está bajo control genético y puede causar bifurcaciones y una depresión en el crecimiento en la altura (138). Varias procedencias de semillas de teca tienen un marcado período de reposo o etapa inactiva que resulta en una mejora en la germinación posterior al almacenamiento (23), siendo ésta una condición causada por nutrientes fuera de balance (42). Más aún, semillas originarias de bosques secos parecen germinar con mayor facilidad que aquellas originarias de áreas húmedas. Factores genéticos, ya sea en la forma de diferencias entre variedades de teca o como variaciones normales entre árboles individuales, pueden ser responsables por gran parte de la variación en la durabilidad del duramen de la teca (27). Sin embargo, muestras incrementales del interior de los troncos de árboles de teca de 36 años de edad y de semillas de cinco diferentes orígenes en la India, mostraron que las influencias medioambientales tuvieron un efecto mayor que el de la fuente de las semillas sobre la densidad de la madera a la madurez (102).

Un programa reproductivo a largo plazo para la teca en la India se delineó en los primeros años de la década de 1960 (81). Los primeros huertos de semillas de teca se establecieron en Nueva Guinea y Tailandia durante la mitad de la década de 1960 y otros se encontraban en etapa de planeación o ejecución en la India y en Nigeria (48). La selección de fenotipos superiores de teca en la India para el cultivo de huertos clonales de semillas se basó en 20 caracteres externos (61) entre los cuales estuvieron la altura, la circunferencia, el largo del tronco libre de ramificaciones, la forma del tallo (contrafuertes, torceduras y ahusamiento), ramificaciones epicórmicas, susceptibilidad a las plagas y enfermedades y la producción de semillas. Existe la posibilidad de establecer plantaciones clonales de teca mediante el uso de embriones obtenidos de cultivos histológicos (138). Sin embargo, se necesita establecer medidas protectivas para el establecimiento y manejo de dichas plantaciones, incluyendo la evaluación del peligro potencial de contar con una base genética restringida mientras se exploran los beneficios de una cepa superior.

Una inspección preliminar de teca en 24 sitios en la India entre 9° y 24° de latitud Norte y 74° y 85° de longitud Este, reveló que las variaciones en el color, la fibra y la textura de la madera, en la morfología foliar, y en la biología de las flores y semillas, estaban relacionadas con el sitio en particular (9). En otro estudio en la India, 20 clones diferentes de teca se evaluaron con respecto a sus variaciones naturales en la tasa de crecimiento y a su susceptibilidad al defoliador de la teca, *Hyblaea puera* Cram. (3). La susceptibilidad y las tasas de crecimiento fueron significativamente diferentes entre los clones, y se sugirieron cruces entre los clones con mayor resistencia y tasa de crecimiento para mejorar aún más la calidad de los clones.

El Centro Para el Mejoramiento de la Teca de Tailandia

implementó un programa de mejoramiento genético durante sus primeros 10 años de operación (47). La propagación vegetativa, la propagación sexual, la selección de árboles "plus" o superiores, estudios sobre materiales seleccionados, huertos de semillas, áreas de fuentes de semillas, investigaciones de procedencias, investigaciones silviculturales (técnicas de vivero, establecimiento y el cuidado de las plantaciones) fueron algunos de los tópicos principales de investigación. Se estudiaron también las características de la florescencia y la mecánica de la polinización (17). La Organización de Industrias Forestales de Tailandia tenía para el final de la década de 1970, 3,300 hectáreas de fuentes de teca y había planeado 830 hectáreas de huertos de semillas (63).

Los espaciamientos iniciales en los huertos de teca deben ser de 12 por 12 m para promover la florescencia (48). Dos entresacados sistemáticos, de 10 a 12 años y de 15 a 20 años después del establecimiento, resultan en un espaciamiento final de 24 por 24 m. La polinización manual de las flores da resultados considerablemente mejores que la polinización libre, pero es costosa. La introducción de insectos apropiados en los huertos como una alternativa para la polinización se está investigando en ciertas áreas.

Ya que la teca es difícil de arraigar, se hace uso de injertos para la propagación de los clones. Tanto el injerto de ramas con inflorescencia como el injerto de parches de yemas en tocones de plántulas se han intentado, pero el primer método tuvo problemas con la supervivencia de los injertos, y el segundo con demoras en la inflorescencia (25). Con el fin de facilitar la florescencia de clones de teca, una raíz de una plántula de 1 a 2 años de edad se puede injertar en una rama con flores de un árbol superior (árbol "plus") o en un clon injertado. Esta técnica resultó exitosa en el 90 por ciento de los casos, y los injertos florecieron dentro de un período de 2 años después del trasplante.

## LITERATURA CITADA

1. Abegbeihn, J.O. 1982. Preliminary results of the effects of spacings on the growth and yield of *Tectona grandis* Linn. F. *Indian Forester*. 108(6): 423-430.
2. Aguirre, Avelino. 1963. Estudio silvicultural y económico del sistema taungya en las condiciones de Turrialba. *Turrialba*. 13(3): 168-71.
3. Ahmad, Mukhtar. 1987. Relative resistance of different clones of *Tectona grandis* to teak defoliator, *Hyblaea puera* Cram. (Lepidoptera: Hyblaeidae) in south India. *Indian Forester*. 113(4): 281-286.
4. Bagchee, K. 1952. A review of work on Indian tree diseases and decay of timber and methods of control. *Indian Forester*. 78(11): 540-546.
5. Bakshi, B.K.; Boyce, J.S. 1959. Water blister in teak. *Indian Forester*. 85(10): 589-591.
6. Banik, R.L. 1977. Studies on grading of teak fruits. 1: Fruit size is a factor in germination of teak seeds. *Bano Biggyan Patrika* (Bangladesh). 6(1): 1-7.
7. Banik, R.L. 1978. Studies on grading of teak fruit. 2: Combined effect of fruit weight and size in the production of seedlings. *Bano Biggyan Patrika* (Bangladesh). 7(1/2): 20-29.
8. Beard, J.S. 1943. The importance of race in teak, *Tectona grandis*. *Caribbean Forester*. 4(3): 135-139.
9. Bedell, P.E. 1989. Preliminary observations on variability of teak in India. *Indian Forester*. 115(2): 72-81.
10. Bhat, K.M.; Bhat, K.V.; Dhamordan, T.K. 1987. A note on specific gravity difference between dominant and suppressed trees in teak (*Tectona grandis* Linn f.). *Indian Journal of Forestry*. 10(1): 61-62.
11. Bhatia, Kuldip; Lal, Jia; Ayyar, K.S. 1985. 1: Barks as a source of oxalic acid. *Indian Forester*. 111(7): 538-541.
12. Bhatnagar, H.P.; Gupta, B.B.; Rauthan, B.S.; Joshi, D.N. 1969. Preliminary studies on the nutritional requirements of teak (*Tectona grandis* L.). *Indian Forester*. 95(7): 488-495.
13. Bhatnagar, H.P.; Joshi, D.N. 1972. Rooting response of branch cuttings of "teak" (*Tectona grandis* L. f.). En: 1st technical commission: silviculture. 3: Trends and progress in new forest management and silvicultural techniques: Proceedings of the 7th World Forestry Congress; 1972 October 4-18; Buenos Aires, Argentina. Buenos Aires: Centro Cultural General San Martín: 2045-2048.
14. Briscoe, C.B.; Nobles, R.W. 1966. Effects of pruning teak. Res. Note ITF-II. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 6 p.
15. Briscoe, C.B.; Ybarra-Coronado, Raul. 1971. Increasing growth of established teak. Res. Note ITF-13. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 7 p.
16. Brooks, R.L. 1939. Forestry in Trinidad and Tobago. *Caribbean Forester*. 1(1): 14-15.
17. Bryndum, Knud; Hedegart, Torben. 1969. Pollination of teak (*Tectona grandis* L.). *Silvae Genetica*. 18(3): 77-80.
18. Cater, John C. 1941. The formation of teak plantations in Trinidad with the assistance of peasant contractors. *Caribbean Forester*. 2(4): 147-153.
19. Chable, A.C. 1967. Reforestation in the Republic of Honduras, Central America. *Ceiba*. 13(2): 1-56.
20. Champion, H.G.; Griffith, A.L. 1960. Manual of general silviculture for India. Calcutta: Manager, Government of India Press. 329 p.
21. Chanda Bacha, S. 1977. The Kannimara teak. *Indian Farming*. 26(11): 23.
22. Chaudhari, N.R. 1963. Preliminary trial of pre-sprouted stump planting for artificial regeneration of teak. *Indian Forester*. 89(9): 638-640.
23. Chaves, Eladio; Fonseca, William. 1991. Teca, *Tectona grandis* L.f., especie de árbol de uso múltiple en América Central. Informe Técnico 179. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 47 p.
24. Chudnoff, Martin. 1984. Tropical timbers of the world. *Agric. Handb.* 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
25. Dabral, S.L. 1977. Propagation of teak by root grafts. *Indian Forester*. 103(3): 225-230.
26. Dabral, S.L.; Amin, P.W. 1975. Poor fruit formation in teak in Chanda forests of Maharashtra. *Indian Forester*. 101(10): 616-620.
27. Da Costa, E.W.B.; Rudman, P.; Gay, F.J. 1961. Relationship of growth rate and related factors to durability in *Tectona grandis*. *Empire Forestry Review*. 40(4): 308-319.
28. Dadwal, V.S.; Jamaluddin. 1988. Role of fungi in weathering of teak fruits. *Indian Forester*. 114(6): 328-330.
29. Dastur, J.F. 1977. Useful plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons and Co. 185 p.
30. Dastur, J.F. 1988. Medicinal plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons and Co. 212 p.

31. Dhanarajan, G. 1976. Some observations on the teak collar ring borer *Endoclita gmelina* (Lepidoptera: Hepailidae) in northwestern Malaysia. Malaysian Forester. 39(4): 214-223.
32. Egunjobi, J.K. 1974. Litter fall and mineralization in a teak *Tectona grandis* stand. Oikos. 25: 222-226.
33. Eluwa, M.C. 1979. Biology of *Lixus camerunus* Kolbe (Coleoptera Curculionidae): a major pest of the edible veronias (Compositae) in Nigeria. Revue de Zoologie Africaine. 93(1): 223-240.
34. Friday, Kathleen S. 1987. Site index curves for teak (*Tectona grandis* L.) in the limestone hill region of Puerto Rico. Commonwealth Forestry Review. 66(3): 239-253.
35. Gajaseni, Jiragorn; Jordan, Carl F. 1990. Decline of teak yield in northern Thailand: effects of selective logging on forest structure. Biotrópica. 22(2): 114-118.
36. Geigel, F.B. 1977. Materia orgánica y nutrientes devueltos al suelo mediante la hojarasca de diversas especies forestales. Baracoa. 7(3/4): 15-38.
37. Ghosh, R.C.; Singh, S.P. 1981. Trends in rotation. Indian Forester. 107(6): 336-347.
38. Gibson, I.A.S. 1975. Diseases of forest trees widely planted as exotics in the Tropics and Southern Hemisphere. Part I: Important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae and Meliaceae: the Verbenaceae. Oxford, UK: Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey: 37-39. Capítulo 5.
39. González, Rodrigo. 1980. Plantaciones forestales a nivel experimental en Costa Rica. Agronomía Costarricense. 4(1): 99-109.
40. Guha, S.R.D.; Pant, P.C. 1964. Pulping of plywood veneer waste. Indian Pulp and Paper. 19(6): 393-395.
41. Guha, S.R.D.; Singh, Man Mohan; Mathur, B.C. 1964. Pilot-plant production of wrapping and printing papers from a mixture of hardwoods. Indian Forester. 90(11): 755-757.
42. Gupta, B.N.; Pattanath, P.G. 1975. Factors affecting germination behavior of teak seeds of eighteen Indian origins. Indian Forester. 101(10): 584-586.
43. Gupta, Raghunath S. 1956. On the suitability of soils for teak plantations with special reference to laterization. En: Proceedings of the 8th silvicultural conference; 1951 December 5-14; Dehra Dun, India. Dehra Dun, India: Forest Research Institute: 266-269.
44. Hadipoernomo. 1978. The forest as a source of traditional medicines. Duta Rimba. 4(26): 56-60.
45. Hase, H.; Foelster, H. 1983. Impact of plantation forestry with teak (*Tectona grandis*) on the nutrient status of young alluvial soils in west Venezuela. Forest Ecology and Management. 6: 33-57.
46. Hassan, M.M.; Dey, H.B. 1981. Studies on the nutritional requirements of forest trees—optimum NPK doses for teak seedlings. Bano Biggyan Patrika (Bangladesh). 8(1/2): 57-63.
47. Hedegart, T. 1974. The teak improvement centre ten years after initiation. The Vanasarn (Tailandia). 32(4): 342-358.
48. Hedegart, T.; Lauridsen, E.B.; Keiding, H. 1975. Teak. En: Faulkner, R., ed. Seed orchards: IUFRO Working Party on Seed Orchards (S2.03.3). Forestry Commission Bull. 54. London, UK: Forestry Commission: 13942. Capítulo 13, parte D.
49. José, A.I.; Koshy, M.M. 1972. A study of the morphological, physical and chemical characteristics of soils as influenced by teak vegetation. Indian Forester. 98(6): 338-348.
50. Kadambi, K. 1972. Silviculture and management of teak. Bull. 24. Nacogdoches, TX: Stephen F. Austin State University, School of Forestry. 137 p.
51. Kandya, A.K. 1973. Notes on net primary production in teak (*Tectona grandis* Linn. F.). Journal of the Indian Botanical Society. 52(1/2): 40-44.
52. Kandya, A.K. 1982. Caloric content and energy dynamics in six tropical dry deciduous forest tree species. Indian Journal of Forestry. 5(3): 192-195.
53. Kaul, O.N.; Gupta, A.C.; Negi, J.D.S. 1972. Diagnosis of mineral deficiencies in teak (*Tectona grandis*) seedlings. Indian Forester. 98(3): 173-177.
54. Kaul, O.N.; Sharma, D.C.; Tandon, V.N.; Srivastava, P.B.L. 1979. Organic matter and plant nutrients in a teak (*Tectona grandis*) plantation. Indian Forester. 105(8): 573-582.
55. Keiding, H.; Boonkird, Sa-ard. 1960. Vegetative propagation of teak. Unasylva. 14: 193-194.
56. Keogh, Raymond M. 1977. Elaboración de una tabla de volumen y un estudio de incremento para teca (*Tectona grandis*) en El Salvador. Proyecto Forestal FAO/ ELS/ 72/004. Documento de Trabajo 14. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 53 p.
57. Keogh, Raymond M. 1979. Does teak have a future in tropical America? Unasylva. 31(126): 13-19.
58. Keogh, Raymond M. 1982. Teak (*Tectona grandis* Linn. f.) provisional site classification chart for the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. Forest Ecology and Management. 4: 143-153.
59. Keogh, Raymond M. 1987. The care and management of teak (*Tectona grandis* L. f.) plantations: a practical field guide for foresters in the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. Dublin, Ireland: Gorta (Irish Freedom from Hunger Campaign); Heredia, Costa Rica: The National University. 46 p.
60. Keogh, Raymond M. 1990. Growth rates of teak (*Tectona grandis*) in the Caribbean/Central America region. Forest Ecology and Management. 35: 311-314.
61. Kotwal, P.C. 1983. Selection of superior phenotypes of teak in Madhya Pradesh. Indian Journal of Forestry. 6(1): 14.
62. Kulkarni, H.D.; Dharmaswamy, S.S.; Srimathi, R.A. 1987. Peculiar trees of teak at Nilambur, Kerala. Myforest. 23(2): 75-76.
63. Kushalappa, K.A. 1977. Teak plantations in Thailand. Indian Forester. 103(5): 323-328.
64. Kushalappa, K.A. 1985. Teak underplanting. Myforest. 18(4): 159-61.
65. Lahiri, A.K. 1972. Intercropping trials with turmeric in north Bengal. Indian Forester. 98(2): 109-115.
66. Lahiri, A.K. 1974. Preliminary study on rooting of green wood cutting of teak. Indian Forester. 100(9): 559-560.
67. Lahiri, A.K. 1985. A note on possibilities of mound layering of teak. Indian Forester. 111(10): 870-871.
68. Lalman, Misra A. 1985. Nutrient utilization in some tropical forest tree seedlings. Indian Forester. 111(6): 368-384.
69. Lamb, A.F.A. 1957. Teak. Forestry and Forest Products Studies. 13(2): 179-186.
70. Latif, M.A.; Islam, M.N.; Choudhary, J.H. 1986. Effect of stump diameter of teak on post planting survival and subsequent growth of height and diameter. Bano Biggyan Patrika (Bangladesh). 12(1/2): 17-21.

71. Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, Frank H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
72. Longwood, Franklin R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. Agric. Handb. 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 98 p.
73. Lowe, R.G. 1976. Teak (*Tectona grandis* Linn. f.) thinning experiment in Nigeria. Commonwealth Forestry Review. 55(3): 189-202.
74. Lugo, Ariel E.; Brown, Sandra; Chapman, Jonathan. 1988. An analytical review of production rates and stemwood biomass of tropical forest plantations. Journal of Ecology and Management. 23: 179-200.
75. Marrero, José. 1949. Tree seed data for Puerto Rico. Caribbean Forester. 10: 11-30.
76. Marrero, José. 1950. Results of forest planting in the insular forests of Puerto Rico. Caribbean Forester. 11: 107-147.
77. Mathauda, G.S. 1954. The all India teak seed origin sample plots. Indian Forest. 80(1): 10-23.
78. Mathew, George. 1990. Biology and ecology of the teak trunk borer *Cossus cadambae* Moore and its possible control. KFRI Res. Rep. 68. Peechi, Kerala, India: Kerala Forest Research Institute. 41 p.
79. Mathur, K.B.L. 1973. Teak bibliography (titles with abstracts of important ones, of world literature dealing with *Tectona grandis* Linn. f.). Dehra Dun, India: Forestry Research Institute and Colleges. 320 p.
80. Mathur, R.N. 1977. Integrated pest control in forestry. Indian Forester. 103(9): 584-591.
81. Matthews, J.D. 1961. Report to the government of India on a program of forest genetics and forest tree breeding research. Rep. 1349. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 53 p.
82. Miller, A.D. 1969. Provisional yield tables for teak in Trinidad. Port-of-Spain, Trinidad: Government Printery. 21 p.
83. Mishra, G.P.; Joseph, R.N. 1982. Defoliation in teak by lepidopterous defoliators in a mixed dry deciduous forest of Sagar, Madhya Pradesh. Indian Forester. 108(8): 572-573.
84. Mishra, J.; Prasad, U.N. 1980. Agri-silvicultural studies on raising of oil seeds like *Sesamum indicum* Linn. (til), *Arachis hypogea* Linn. (groundnut) and *Glycine max* Merrill. (soybean) as cash crops in conjunction with *Dalbergia sissoo* Roxb. and *Tectona grandis* Linn. at Mandar, Ranchi. Indian Forester. 106(10): 675-695.
85. Misra, M.P. 1975. Sexing of pupae and adult moths of teak skeletonizer, *Pyrausta machaeralis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). Indian Forester. 101(6): 301-304.
86. Misra, R.M. 1975. Note on *Anthia sexguttata* Fabricius (Carambidae: Coleoptera) a new predator of *Pyrausta machaeralis* Walker and *Hyblaea puera* Cramer. Indian Forester. 101(10): 605.
87. Momoh, Z.O.; Odeyinde, M.A. 1977. The control of the root rot disease of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) in Nigeria. Forestry Series Res. Pap. 34. Ibadan, Nigeria: Forestry Research Institute of Nigeria. 16 p.
88. Moore, D. 1962. The utilization of teak in Trinidad and Tobago. Caribbean Forester. 23(2): 82-86.
89. Murray, C.H. 1961. Teak and fire in Trinidad. Caribbean Forester. 22(3-4): 57-61.
90. Muttiah, S. 1975. Some data on teak and further pregermination treatment trials. Sri Lanka Forester. 12(1): 25-36.
91. Nair, K.S.S.; Sudheendrakumar, V.V.; Varma, R.V.; Chako, K.C. 1985. Studies on the seasonal incidence of defoliators and the effect of defoliation on volume increment of teak. KFRI Res. Rep. 30. Peechi, Kerala, India: Divisions of Entomology and Silviculture, Kerala Forest Research Institute. 78 p.
92. Negi, J.D.S.; Bahuguna, V.K.; Sharma, D.C. 1990. Biomass production and distribution of nutrients in a 20 year old teak (*Tectona grandis*) and gamar (*Gmelina arborea*) plantation in Tripura. Indian Forester. 116(9): 681-686.
93. Ngampongsai, Choopol. 1973. The distribution and development of teak-root in different age plantations. Forestry Res. Bull. 28. Bangkok: Faculty of Forestry, Kasetsart University. 63 p.
94. Nobles, R.W.; Briscoe, C.B. 1966. Mowing understory vegetation in a young teak plantation. Res. Note ITF-9. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 2 p.
95. Nwoboshi, L. Chelunor. 1975. Macronutrient deficiency symptoms in teak (*Tectona grandis* L. f.). Bull. 6. Ibadan, Nigeria: Department of Forest Management, University of Ibadan. 12 p.
96. Nwoboshi, L. Chelunor. 1984. Growth and nutrient requirements in a teak plantation age series in Nigeria. II: Nutrient accumulation and minimum annual requirements. Forest Science. 30(1): 35-40.
97. Ogigirigi, M.A.; Igboanugo, A.B.I. 1985. Root growth characteristics of some exotic and indigenous tree species in the Nigerian savanna. Pakistan Journal of Forestry. 35(3): 97-103.
98. Pawsey, R.G. 1970. Forest diseases in Trinidad and Tobago, with some observations in Jamaica. Commonwealth Forestry Review. 49(1): 64-70.
99. Prasad, R.; Mishra, G.P. 1981. Establishment of natural regeneration with special reference to dying back in dry deciduous teak forests of Sagar (M. P.). Indian Journal of Forestry. 4(3): 165-172.
100. Prasad, R.; Mishra, G.P. 1984. Studies on root system of important tree species in dry deciduous teak forests of Sagar (M. P.). Indian Journal of Forestry. 7(3): 171-177.
101. Prasad, Ram; Mishra, G.P. 1984. Standing biomass of various plant parts in selected tree species of dry deciduous teak forests in M.P. Indian Forester. 110(7): 765-782.
102. Purkayastha, S.K.; Tandon, R.D.; Rao, K.P. 1973. A note on the variation in wood density in some 36-year-old teak trees from different seed origins. Indian Forester. 99(4): 215-217.
103. Raets, G.H. 1965. Informe preliminar acerca del cultivo de *Tectona grandis* L. f. en la estación de Barinitas, Venezuela. Boletín del Instituto Forestal Latino Americano. 18: 29-40.
104. Reddy, V.A.; Reddy, M.R. 1984. Utilization of fallen dry teak leaves (*Tectona grandis*) as roughage source in complete pelleted rations of sheep. Indian Journal of Animal Sciences. 54(9): 843-848.
105. Ross, Philip. 1958. The utilization of teak in Trinidad. Caribbean Forester. 19(3-4): 80-85.
106. Ross, Philip. 1959. Teak in Trinidad. Economic Botany. 13(1): 30-40.
107. Ross, Philip. 1961. The plant ecology of the teak plantations in Trinidad. Ecology. 42(2): 387-398.
108. Ryan, P.A. 1982. The management of Burmese teak forests. Commonwealth Forestry Review. 61(2): 115-120.

109. Salazar F., Rodolfo; Albertin, Waldemar. 1974. Requerimientos edaficos y climaticos para *Tectona grandis*. Turrialba. 24(1): 66-71.
110. 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. Merida, Venezuela: Universidad de los Andes, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. 120 p. Tesis de M.S.
111. Sandrasegaran, K. 1969. A general volume table for *Tectona grandis* Linn f. (teak) grown in north-west Malaya. Malayan Forester. 32(2): 187-200.
112. Seth, S.K.; Waheed Khan, M.A. 1958. Regeneration of teak forests. Indian Forester. 84(8): 455-466.
113. Seth, S.K.; Yadav, J.S.P. 1959. Teak soils. Indian Forester. 85(1): 2-16.
114. Sharma, J.K.; Mohanan, C.; Florence, E.J. Maria. 1985. Disease survey in nurseries and plantations of forest tree species grown in Kerala. KFRI Res. Rep. 36. Peechi, Kerala, India: Division of Pathology, Kerala Forest Research Institute: 16-49.
115. Sharma, S.K. 1979. Enrichment of tropical moist deciduous forests by planting in Andaman Islands. Indian Forester. 105(4): 260-273.
116. Singh, Jasbir; Prasad, K.G.; Gupta, G.N. 1986. Distribution of teak under different silvo-climatic conditions in some parts of Western Ghats. Indian Forester. 112(11): 1008-1013.
117. Singh, K.P.; Srivastava, S.K. 1984. Spatial distribution of fine root mass in young trees (*Tectona grandis*) of varying girth sizes. Pedobiologia. 27(3): 161-170.
118. Singh, S.; Puri, Y.N.; Bakshi, B.K. 1973. Decay in relation to management of dry coppice teak forest. Indian Forester. 99(7): 421-430.
119. Singh, Umrao; Wadhvani, A.A.; Johri, B.M. 1983. Dictionary of economic plants in India. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research. 288 p.
120. Srivastava, S.K.; Singh, K.P.; Upadhyay, R.S. 1986. Fine root growth dynamics in teak (*Tectona grandis* Linn F.). Canadian Journal of Forest Research. 16(6): 1360-1364.
121. Streets, R.J. 1962. Exotic trees of the British Commonwealth. Oxford, UK: Clarendon Press: 712-725.
122. Suharti, M.; Prawira, S.A. 1975. Mistletoe attack on teak stands in Java. Lamporan, Lembaga Penelitian Hutan 206. Bogor, Indonesia. 22 p.
123. Suri, S.K. 1975. Correlation studies between bole diameter and crown projection area as an aid to thinning. Indian Forester. 101(9): 539-554.
124. Suri, S.K. 1984. Analytical study of teak provenance tests in North Raipur Division of Madhya Pradesh. Indian Forester. 110(4): 345-363.
125. Thaitutsa, Bunvong; Suwannapinunt, Wisut; Kaitpraneet, Wasan; Sukwong, Somsak. 1976. Changes of soil properties in teak forest under the different silvicultural systems. Forestry Res. Bull. 39. Bangkok: Forestry Faculty, Kasetsart University. 33 p.
126. Thite, A.N.; Chavan, P.D.; Karadge, B.A. 1980. Some biochemical changes in teak leaves infected with powdery mildew fungus. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology. 10(2): 131-135.
127. Torres, L.; 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 (Venezuela). 41-42: 63-70.
128. Totey, N.G.; Bhowmik, A.K.; Khatri, P.K. [y otros]. 1986. Growth of teak seedlings in a nursery. Indian Forester. 112(9): 792-800.
129. Troup, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. Leguminosae (Caesalpinieae) to Verbenaceae. Oxford, UK: Clarendon Press. Vol. 2.
130. Vaclav, E.; Skoupy, J. 1972. Growing of teak (*Tectona grandis* L. f.) in Bangladesh. Silvaicultura Tropica et Subtropica (Checoslovaquia). 2: 11-28.
131. Veillón, Juan P.; Silva, Ramiro. 1972. Tablas de volumen para árboles en pie y tables de producción de plantaciones forestales en América Latina. Mérida, Venezuela: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de los Andes. 71 p.
132. Venkataramany, P. 1960. Teak plantations—thinning research. En: Proceedings of the 9th silvicultural conference; 1956 December 7, 10-19; Dehra Dun, India. Dehra Dun, India: Forestry Research Institute: 33-47.
133. Wadsworth, F.H. 1960. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales y Sur América. Caribbean Forester. 21: [s.p.]. Suplemento.
134. Watterson, K.G. 1971. Growth of teak under different edaphic conditions in Lancetilla Valley, Honduras. Turrialba. 21(2): 222-225.
135. Weaver, P.L.; Francis, J.K. 1988. Growth of teak, mahogany, and Spanish cedar on St. Croix, U.S. Virgin Islands. Turrialba. 38(4): 308-317.
136. Weaver, P.L.; Francis, J.K. 1990. The performance of *Tectona grandis* in Puerto Rico. Commonwealth Forestry Review. 69(4): 313-323.
137. Weidema, W.J. 1966. An information on teak growth in Nicaragua. Turrialba. 16(4): 387-389.
138. White, K.J. 1991. Teak: some aspects of research and development. RAPA publication: 1991/17. Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAPA). 53 p. y ref.
139. Whitesell, Craig D.; Walters, Gerald A. 1976. Species adaptability trials for man-made forests in Hawaii. Res. Pap. PSW-118. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 30 p.
140. Wiersum, E. 1983. Early experiments in agroforestry: colonial tobacco cultivation with tree fallows in Deli, Sumatra. The International Tree Crops Journal. 2: 313-321.
141. Wolcott, George N. 1957. Inherent natural resistance of woods to the attack of the West Indies dry-wood termite, *Cryptotermes brevis* Walker. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 41: 259-311.
142. Yadav, A.S.; Khare, P.K.; Mishra, G.P. 1982. Growth performance of *Tectona grandis* Linn F. seedlings in different pot culture media. Indian Journal of Forestry. 5(2): 86-89.
143. Yatagai, Mitsuyoshi; Takahashi, Toshio. 1980. Tropical wood extractives' effects on durability, paint curing time, and pulp sheet resin spotting. Wood Science (Japón). 12(3): 176-182.

Previamente publicado en inglés: Weaver, Peter L. 1993. *Tectona grandis* L.f. Teak. SO-ITF-SM-64. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 18 p.