

Publicación del Instituto Nacional De Bosques –INAB-
7ª avenida 12-90, zona 13
Guatemala, Guatemala, C. A.
www.inab.gob.gt

Dirección de Desarrollo Forestal
www.inab.gob.gt
Teléfono: 2321-4600 y 01
Guatemala, Guatemala, C. A.

Departamento de Investigación Forestal
7av. 6-80, zona 13
Teléfono: 2321-4600 y 01
Guatemala, Guatemala, C. A.

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta publicación para fines educativos o sin intenciones de lucro, sin ningún otro permiso especial del titular de los derechos, con la condición de que se cite la fuente de donde proviene.

Elaborado por:

P. F. José Israel Cojóm Pac
Asistente PPMF
Departamento de Investigación Forestal

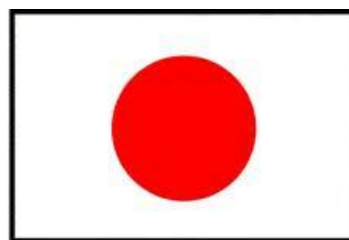
Contribución:

Edwin Estuardo Vaidés López
Gerente de Investigación y Desarrollo
Green Millennium

Citar este documento como:

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES, 2013. Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Teca en Guatemala. Guatemala. 37 pp.

Impresión gracias al apoyo de:



Embajada del Japón



Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Teca



JUNTA DIRECTIVA DEL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

- Elmer Alberto López Rodríguez
- José Juventino Gálvez Ruano

Ministerio de Finanzas Públicas

- Marco Antonio Gutierrez Montúfar
- Aníbal Giovanni Echeverría de León

Asociación Nacional de Municipalidades

- Rubelio Recinos Corea
- Selvin Geovaní Santizo López

Escuela Nacional Central de Agricultura

- Rolando Corado Montepeque
- Gustavo Adolfo Mendizábal Gálvez

Cámara de Industria, Gremial Forestal

- Oscar Enrique Staackmann Álvarez
- Walter Raul Aguirre Spika

Asociación Nacional de Organizaciones No Gubernamentales de los Recursos Naturales, Ecología y el Medio Ambiente

- Byron Ottoniel Villeda Padilla
- Marcedonio Cortave

Universidades

- Edwin Josué Castellanos López
- Mario Humberto Rivera Ordoñez

Instituto Nacional de Bosques

- Josué Iván Morales Dardón
- Amauri Rendolfo Molina Álvarez

Contenido

Presentación.....	5
1. Introducción	6
2. Selección de sitio para plantar Teca (<i>Tectona grandis</i> L. f.):	8
3. Experiencias de Innovación en el manejo de <i>Tectona grandis</i> L. f.	12
3.1 Selección y preparación del terreno	12
3.2 Control de plagas del suelo.....	15
3.3 Época de siembra.....	16
3.4 Plantación.....	16
3.5 Mantenimiento en año 1 (Establecimiento)	19
3.6 Mantenimiento en año 2 y 3	19
3.7 Mantenimiento, año 4 en adelante	19
3.7.1 Podas	19
3.7.2 Raleos.....	20
3.8 Comercialización del producto de raleo.....	22
4. Dinámica de crecimiento de <i>Tectona grandis</i> L. f.	23
5. Productividad de plantaciones beneficiarias del PINFOR.....	29
6. Conclusiones	35
7. Recomendaciones.....	36
8. Bibliografía consultada	37

Presentación

Guatemala cuenta con las condiciones para el desarrollo de especies nativas así como exóticas para el establecimiento de plantaciones forestales con fines comerciales, teniendo en cuenta que la selección de la especie debe hacerse de acuerdo a las características de los sitios, para aprovechar su potencial productivo.

La teca (*Tectona grandis* L. f.) es la especie exótica más reforestada a través del Programa de Incentivos Forestales -PINFOR- en Guatemala y es una de las especies más plantada en toda la Región Centroamericana, pues la demanda de madera de esta especie se ha incrementado con el paso de los años y los precios de venta de la madera hacen muy rentables estas plantaciones.

Para aprovechar las ventajas comerciales de esta especie es necesario maximizar la producción de las plantaciones, empleando la mejor semilla, estableciéndolas en los sitios más adecuados y proporcionándole un manejo silvicultural oportuno, decisiones que serán mejor tomadas mientras se tenga la mayor información disponible sobre el desarrollo y manejo forestal de la especie.

En este contexto, para el Instituto Nacional de Bosques -INAB- es muy importante poner a disposición del sector forestal los principales resultados generados en procesos de investigación de corto y largo plazo basados en información del sistema de evaluación de plantaciones a través de Parcelas Permanentes de Medición Forestal de teca a nivel nacional.

Esta información será de gran utilidad para los reforestadores, orientándolos en la selección de sitios y en la planificación del manejo silvicultural de sus plantaciones, además de ofrecerles una opción para la proyección de la productividad e inclusive una estimación de la oferta actual insitu, para orientar el comercio y la industria de esta especie.

Mi agradecimiento al personal técnico del INAB por su compromiso con este proceso de investigación a largo plazo, a los propietarios de los proyectos evaluados y personas que colaboraron en la elaboración del presente documento.

Josué Iván Morales Dardón
Gerente INAB

1. Introducción

La especie *Tectona grandis* L. f., pertenece a la familia botánica Lamiaceae, es conocida comúnmente como **Teca** y es originaria de los bosques deciduos húmedos y secos del trópico de la India, RDP Lao, Myanmar y Tailandia, donde actualmente se estima una cobertura de 29,035 millones de hectáreas que constituyen el único remanente de bosque nativo en el mundo. (FAO 2010)

La teca es una madera clasificada como: pesada (Revista forestal Mesoamericana Kurú 7(18-19:117-131). Se utiliza para la construcción de mobiliario de barcos y yates, para construcciones de alta resistencia y vías de ferrocarriles, muebles de primera clase, estructuras decorativas, chapas, pisos y postes de servicios públicos para las líneas de transmisión. En 1896, el alto valor de la teca en el mercado se atribuyó a su excelente durabilidad en climas tropicales y su resistencia al ataque de termitas y hongos; y su aprobación se debió a que la teca es fácil de trabajar, no se deforma, toma un pulimento hermoso, en contraste con muchas otras maderas duras pesadas de calidad comparable (Brandis 1896).

Desde la década de 1980, los suministros de madera de teca de bosques naturales empezaron a escasear, convirtiéndose desde entonces en una de las especies más establecida en bosques plantados de toda Asia tropical, África, América Latina y Oceanía. En cuanto a plantaciones de Teca, Guatemala ocupa el tercer lugar en el mundo después de Ecuador y Ghana, ya que para el 2010 se reportó un área plantada 16 veces mayor en comparación con el reporte de 1995, y no es para menos, cuando este mismo informe señala que la Teca es reconocida por sus cualidades físicas y estéticas como una de las maderas densas de mayor demanda y valiosas del mundo. (FAO 2010)

De acuerdo con la base de datos del Programa de Incentivos Forestales -PINFOR- en Guatemala, desde el año 1997 hasta el 2013, se han registrado un total de 18,222.36 hectáreas plantadas con teca (crecimiento promedio de 1,071 hectáreas anuales), representado una inversión del Estado de 211,238,309.78 quetzales por concepto de incentivo forestal, en el periodo de 15 años que se ha incentivado esta especie.

El 49% de las plantaciones incentivadas de esta especie se encuentran establecidas en el departamento de Petén, principalmente los municipios de La Libertad, Las Cruces, Sayaxche, Dolores y San Francisco; el resto se distribuye en otros 4 departamentos, siendo estos: Izabal, Escuintla, Suchitepéquez y Alta Verapaz, este último, ocupa el segundo lugar en importancia con 22% del área plantada, aunque los municipios donde se cultiva son Chahal, Santa María Chabón, Panzos, Fray Bartolomé de las Casas, Cobán y Chisec; colindando al norte con Peten.

El establecimiento de plantaciones de Teca en distintas localidades, ha permitido a cada reforestador obtener diferentes resultados en cuanto a crecimiento y desarrollo de la especie, aun inclusive, dentro de una misma finca; estas experiencias en combinación con el manejo silvicultural que se les ha proporcionado, definen la productividad y por consiguiente la competitividad de las plantaciones.

Con el objetivo de registrar y/o documentar estas diferentes experiencias que proporcionen criterios técnicos para aprovechar el potencial de crecimiento de la Teca que orienten la planificación del manejo silvicultural, el INAB inició un proceso de investigación a largo plazo a través del establecimiento de una red de Parcelas Permanentes de Medición Forestal –PPMF- en plantaciones forestales incentivadas por el PINFOR a nivel nacional, siendo la Teca una de las especies priorizadas para su evaluación.

Dicha red inició en el año 2003 y a la fecha varias PPMF cuentan con hasta 9 mediciones consecutivas, constituyendo una base de datos técnica-científico, que respalda estudios específicos tales como la caracterización de variables que determinan el crecimiento de la especie, generación de ecuaciones matemáticas (Modelos de crecimiento) que explican la dinámica de crecimiento en función del sitio y la silvicultura, y la estimación de la biomasa intermedia producto de los raleos así como al final del turno a través de la proyección su productividad, que son incluidas en el presente documento.

2. Selección de sitio para plantar Teca (*Tectona grandis* L. f.):

La calidad de un sitio está definida por la combinación de factores bióticos y abióticos (Clutter et ál. 1983, NIFA 2012, citado por Alvarado A. y Mata R., 2013), en otras palabras, se refiere a la interacción de factores ambientales como clima, suelos (con todas sus características y elementos), pendiente, relieve y elevación. Todos estos factores determinan no solo las especies forestales que pueden crecer, sino también cuán rápido y qué tan bien. La calidad de un sitio forestal, determina la máxima producción de madera o biomasa que es posible cosechar en un tiempo dado en un sitio en particular.

De acuerdo con distintos autores tales como Chávez y Fonseca, 1991; Hernández et al, 1993; Vásquez y Ugalde, 1994; Vallejos, 1996; Montero, 2001; Mollinedo, 2003; Alvarado y Fallas, 2004; citados por Vaides 2004; las variables de sitio que han demostrado tener relación con la productividad de Teca en la Región Centroamericana están agrupadas en tres principales categorías que son:

- Fisiográficas
 - Pendiente
 - Posición topográfica
 - Paisaje
- Climáticas
 - Precipitación
 - Déficit hídrico
 - Temperatura
- Edáficas
 - Compactación
 - Profundidad del suelo
 - Drenaje
 - Calcio, Hierro y Magnesio
 - Saturación de calcio y acidez

En el año 2004 E. Vaides, desarrolló una investigación en la que se evaluaron las variables citadas anteriormente y su efecto en la productividad de teca en Guatemala, definiendo las condiciones ideales para plantar esta especie, a continuación en el Cuadro 1 se presenta la descripción para cada una de dichas variables como principales consideraciones para la selección del sitio.

Cuadro 1. Resumen de variables y rangos ideales para la selección de sitios para plantar teca en Guatemala.

Tipo de Variable	Variable	Descripción
Fisiográficas	Elevación	Menor a 220 msnm
	Pendiente	Menor a 20 %
	Paisaje	Ondulado a plano
	Pedregosidad superficial	Poca o mediana (< a 60 % del área)
	Inundación	Que no se inunde por períodos largos y con buen drenaje
Climáticas	Temperatura	Cercana a 26 °C promedio anual
	Precipitación	1,940 a 2,850 mm anuales
Edáficas	Compactación	Poca o ninguna
	Saturación de bases	Superior a 43 %
	Saturación de acidez	< 5%
	pH	Mayor a 5.5

Fuente: Vaides E. 2004

Cuando los suelos presentan $Ph < 5.5$, se debe tomar en consideraciones los siguientes aspectos:

- i. Sitios con productividad alta y excelente son los que registraron valores inferiores a 2.90 cmol(+)/100mg¹ de acidez intercambiable, a una profundidad de 0 a 20 cm de la superficie del suelo, valor considerado como límite inferior a partir del cual se encuentra limitado el crecimiento de la teca.
- ii. El porcentaje de saturación de calcio presenta una relación positiva con respecto al crecimiento y productividad de los sitios, incrementando los valores de IMA en volumen total, a medida que se incrementa esta variable. En sitios con porcentaje de saturación de calcio por arriba del 62 por ciento (de 0 – 20 cm de profundidad), se logran productividades altas y excelentes, lo que indica que este es un elemento necesario para el crecimiento de teca.

¹ cmol(+)/100mg = miliequivalentes/100 mg.

La Teca se ha plantado con fines comerciales en el trópico cálido, especialmente en áreas inferiores a los mil metros de elevación sobre el nivel del mar (Briscoe, 1995). Chávez y Fonseca (1991), mencionan que para Centro América uno de los factores limitantes para el crecimiento de teca es la altitud por encima de los 1000 msnm; estos autores encontraron la altitud como un factor ambiental que mostró diferencias en la estimación indirecta del índice de sitio, presentando los más altos rendimientos de esta especie por debajo de los 100 msnm. (Citado por Vaides, 2004)

Con esta información, específicamente con las variables de tipo fisiográficas y climáticas, se generó el mapa de distribución potencial para *Tectona grandis* L. f. (Figura 1), el cual delimita las áreas que proporcionan las condiciones mínimas requeridas (en cuanto a clima y fisiografía) para el buen desarrollo de esta especie, lo cual es muy importante de tomar en cuenta si se desea establecer una plantación con fines comerciales de alto rendimiento.

Este mapa juntamente con el de otras especies, están disponibles para su descarga en la página web del INAB. <http://www.inab.gob.gt/>

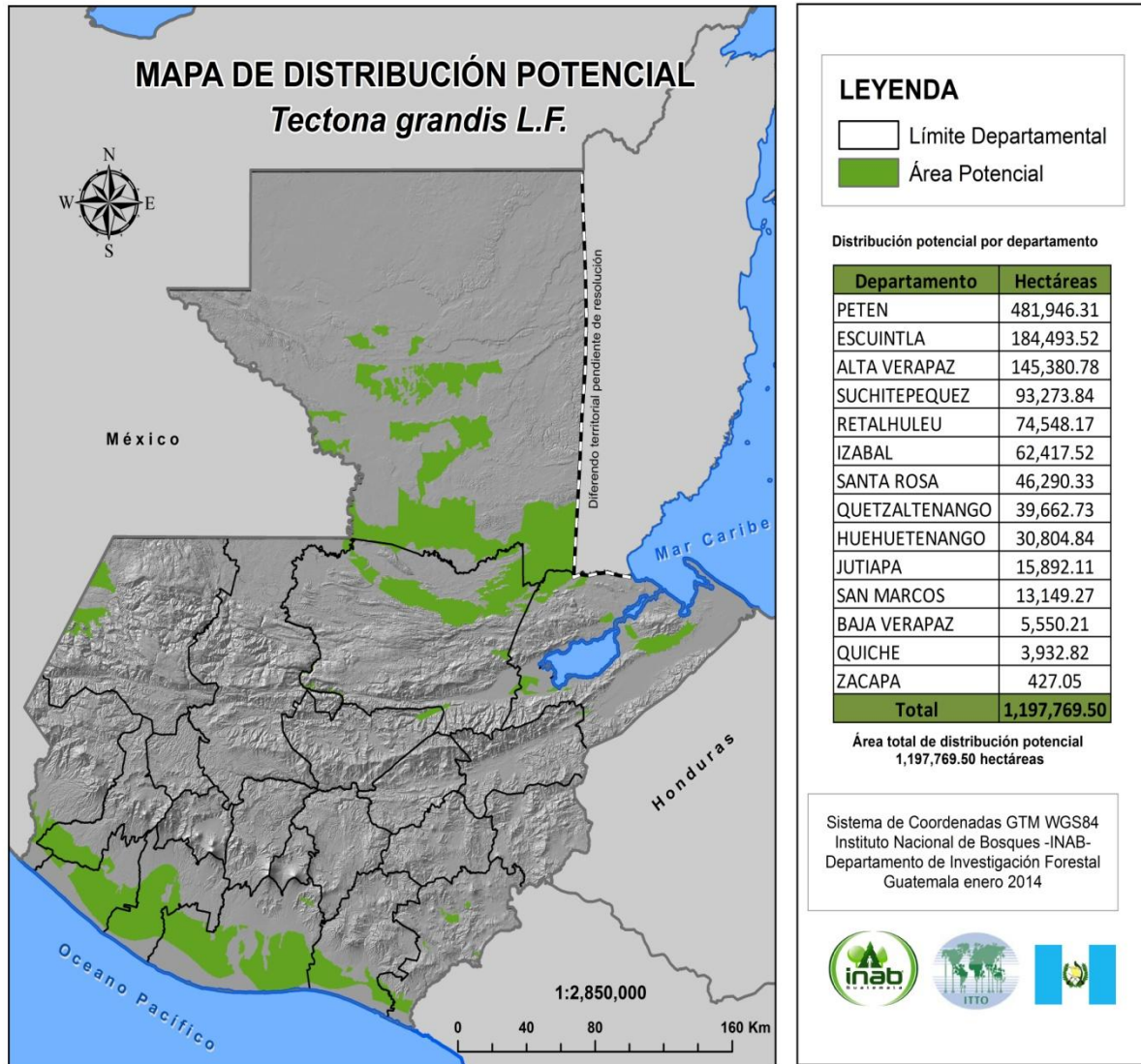


Figura 1. Mapa de distribución potencial para la especie de *Tectona grandis L.f.*
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2013

3. Experiencias de Innovación en el manejo de *Tectona grandis* L. f.

(Estudio de caso)

A continuación se presentan las experiencias en el manejo plantaciones de teca que ha desarrollado la empresa Green Millennium en el norte del país, que pueden ser validos para otras localidades como generalidades a nivel de especie.

Esta empresa ha generando su propio Paquete Tecnológico Forestal² para aprovechar al máximo el potencial productivo del suelo donde se ubican las plantaciones; desarrollando experiencias que van desde el empleo de árboles con ganancia genética, hasta el aprovechamiento y comercialización de productos del segundo raleo, en cuya fase se encuentran en este momento dichas plantaciones.



Fotografías por: José Cojóm, 2013

Figura 2 y 3: Plantación de teca de 1 año (izquierda) y 6 años de edad (derecha).

3.1 Selección y preparación del terreno

Para tener las plantaciones más productivas de la región se aseguran de emplear únicamente los suelos que reúnen las condiciones óptimas para obtener buenos crecimientos y productividad al final del turno³; considerando que la calidad del sitio es la condición de mayor influencia sobre la productividad, y por lo tanto, uno de los principios que debe aplicar cualquier reforestador.

² Conjunto integrado y secuencial de conocimientos científicos y técnicos que permitan el aumento de la rentabilidad y productividad de las plantaciones forestales, bajo el marco de sostenibilidad y eficiencia.

³ Turno o rotación es el tiempo que trasciende entre el establecimiento del bosque y su explotación total.

El primer paso para la habilitación del terreno a reforestar consiste en realizar la primera limpia, las experiencias que se han adquirido respecto a esta primera actividad son muy concretas y van dirigidas a erradicar por completo la presencia de gramíneas en el menor tiempo posible, principalmente de la familia de las Brachiarias (Brizantha y otras) bajo la teoría de que estas exudan algunos aceites que limitan el desarrollo de las raíces de teca (efecto alelopático⁴), ocasionando que el crecimiento se reduzca o detenga.

Cambiar la composición de la maleza, de gramíneas (Brachiarias) a hoja ancha, es un proceso en donde los mejores resultados (efectividad y economía) los han obtenido mediante el uso de herbicidas sistémicos como el glifosato, ya que cuando se hace solo la remoción de la gramínea de la superficie ya sea cortándola o arrancándola se elimina el problema superficialmente, pero las raíces profundas hacen que el pasto vuelva a crecer incluso, con mayor agresividad.

La aplicación del herbicida en la primera limpia se realiza alrededor de 15 días antes de iniciar las actividades de laboreo del suelo.

El siguiente paso consiste en el laboreo del terreno, para mejorar las condiciones de estructura del suelo, el cual ha sido determinante para garantizar que las raíces se desarrollen hacia abajo y a los lados, facilitando además el ingreso del agua de lluvia; favoreciendo con ello el crecimiento inicial en la planta y prepararla para tolerar de mejor forma el estrés de la época seca, aprovechando al máximo el potencial del terreno y los beneficios del material genético que se emplea en la plantación.

Los surcos de la plantación se orientan hacia la parte más larga del terreno, para hacer más eficiente la mecanización del mismo.

La preparación del terreno implica la mecanización con dos tipos de labranza aplicada en los surcos de la plantación que son: i) subsolado y ii) arado de discos, tipo Tomahawk.

⁴ Fenómeno biológico por el cual un organismo produce uno o más compuestos bioquímicos que influyen en el crecimiento, supervivencia o reproducción de otros organismos.



Fotografías por: Edwin Vaides, 2012

Figura 4 y 5. Subsolador tipo Tomahawk (Combinación de subsolador y discos)

Subsolado: Rompe la compactación del suelo a una profundidad de al menos 60 cm para tener una mayor aireación y drenaje, mejorando la profundidad efectiva.

Tomahawk: Es un arado de tres discos que penetra de 20 a 30 centímetros en el suelo formando un camellón de un metro de ancho con condiciones óptimas para el desarrollo de raíces. Mejora el drenaje, aireación, profundidad efectiva, entre otros.

- Recomendación: Debe realizarse en época seca para que el suelo quede suelto, evitando que se formen espejos en los cortes; las actividades de laboreo del suelo pueden iniciarse en el mes de marzo de cada año para plantar a finales de mayo.



Fotografías por: Edwin Vaides, 2012

Figura 6. Laboreo del terreno con subsolador tipo Tomahawk

3.2 Control de plagas del suelo

Entre las principales plagas que han afectado las plantaciones de teca durante la fase de establecimiento se encuentra la gallina ciega⁵, que ocasiona daños a la raíz de la planta. Inicialmente el control debe dirigirse hacia la fase adulta, o sea, cuando se presenta como ron-rones de mayo (como es conocido comúnmente), para lo cual se implementan trampas de luz fluorescente que son colocadas entre las 6 y 8 de la noche, de acuerdo con los hábitos de la plaga.

Las trampas deben cumplir los siguientes componentes:

- a. Atrayente (luz o feromona)
- b. Barrera para choque del adulto
- c. Recipiente para colecta de adultos

A continuación se presenta una descripción de los componentes de las trampas.

a. Luz atrayente

Puede ser luz de bombillos de 110V ó 12V. La primera se suministra a la trampa con una extensión eléctrica desde una casa, bodega, galerón, etc. hasta la ubicación de la trampa. La luz de 12V se obtiene con una extensión y conectores que se colocan a una batería de vehículo, tractor o una de desecho con carga suficiente para suministrar luz al menos durante una hora y media.

El color de la luz puede ser blanco, amarillo o azul. El uso de la feromona es en aquellas regiones donde la especie predominante es *Phyllophaga elenans*.

b. Barrera para choque

Los ron-rones tienen la "costumbre" de chocar contra objetos cercanos a una fuente de luz. Por esa razón debe utilizarse una barrera para que choquen y caigan en un recipiente. Las barreras pueden ser aletas en cruz, tapas o un cobertor del bombillo. Pueden ser metálicas o de materiales plásticos duros. Entre más grande mejor. Se colocan transversalmente y por encima del recipiente de colecta. Debe tener un espacio para colocar el bombillo y se difunda bien la luz.

⁵ Larvas de muchas especies del género *Phyllophaga* que se alimentan de tubérculos y raíces.

c. Recipiente colector

El recipiente para la captura puede ser de plástico o metálico como por ejemplo baldes, cubetas, botes de agroquímicos cortadas o abiertas en los cuatro lados. Se debe dejar un espacio en el fondo para poner agua y jabón para que los ron-rones no puedan alzar vuelo.

Otro método que se emplea es el control biológico, inoculando la bacteria de beauveria bassiana a los pilones de teca antes de ser plantados.

Otra plaga presente en el cultivo es el zompopo, el cual se controla implementando cuadrillas de búsqueda de troneras para la aplicación de productos químicos para su erradicación.

3.3 Época de siembra

En una investigación realizada por Green Millennium para determinar la mejor época para plantar teca en el área de Peten, la cual concluyó en el año 2012; se plantaron rodales con intervalos de 15 días entre mayo y septiembre, tanto para árboles de semilla, como para clones (pseudostacas podadas y no podadas). Los resultados indicaron que la altura promedio de los rodales plantados entre la última semana de mayo hasta la primer quincena de julio (75 días), superan en un 100 % a las plantadas el resto del año, es decir, estas llegan a medir el doble de la altura.

También se identificaron beneficios adicionales como el prescindir de la actividad de replante porque los porcentajes de prendimiento son bastante altos, comprobándose además que los replantes (con un año de diferencia) se quedaban por completo suprimidas, pues el resto de plantas ya comienzan a cerrar copas.

3.4 Plantación

Esta actividad se torna bastante sencilla y eficiente luego de haber realizado la preparación del suelo, a tal grado de necesitar únicamente 2 jornales para plantar 1 hectárea de terreno (de 1,000 a 1,111 plantas/ha). Es importante indicar que el jornal que realiza la plantación es incentivado con un pago mayor al que se destina para cualquier otra actividad, con el objetivo de que este se tome su tiempo para hacer un trabajo de calidad.

Las labores que comprende la plantación son: i) ahoyado, que se realiza generalmente con chuzo⁶, ii) plantar el pilón de teca y iii) realizar dos hoyos más con el chuzo para la aplicación de fertilizante; este último se realiza a 20 centímetros de la base del árbol, a una profundidad similar o mayor que la altura que el pilón, motivando a que las plantas profundicen sus raíces.



Fotografías por: José Cojóm, 2013

Figura 7 y 8: Plantas de teca establecidas en campo definitivo.

Como parte de las experiencias y actividades incorporadas en esta etapa, debe de hacerse un estricto control de la calidad de las plantas que serán establecidas en campo definitivo, ya que todos estos factores influyen en la maximización del rendimiento y reducción de costos en el mantenimiento.

Cuadro 2. Condiciones requeridas de las plantas de teca provenientes del vivero

No.	Condiciones
1	Al menos 10 semanas de edad, (verificando en el vivero)
2	Altura de la planta (15-25 cm), parte aérea.
3	Diámetro de la base del tallo de la planta (al menos 5 mm)
4	Plantas con por lo menos dos pares de hojas
5	Coloración de las hojas no amarillentas
6	Tallo lignificado (prueba de la horizontalidad)
7	Tamaño de hojas principales: 6-8 cm de ancho X 10-15 cm de largo
8	Humedad arriba del 50% en el pilón.
9	Plantas sanas.

⁶ Instrumento de labranza consistente en un palo largo con punta o un hierro en uno de los extremos, que sirve para ahoyar.

Otra experiencia importante es la definición de las características buscadas y conseguidas con el material genético que está empleando actualmente en las plantaciones, que aunque fueron obtenidas con clones, estas mismas características deberían ser perseguidas por los reforestadores en la semilla que compran para agregar competitividad a sus plantaciones.

Cuadro 3. Características deseadas en los arboles de teca.

DESCRIPCIÓN DE CARACTERÍSTICAS
Menor diámetro de ramas.
Menor cantidad de hijos en la base.
Mayor edad a la floración (al florear se bifurca y pierde el eje principal)
30 % más de producción, en comparación con la semilla.



Fotografías por: José Cojóm, 2013

Figura 9 y 10: Surcos de planta de Semilla (izquierda) versus clones (derecha) en plantación de 2 años de teca

En las Figuras 9 (izquierda) se muestran un surco que corresponde a semilla proveniente de la fuente de Peñas Blancas, del CATIE en Costa Rica, mientras que la Figura 10 (derecha) corresponde a Clones seleccionados y reproducidos de individuos de alta calidad encontrados en las Islas Salomón, en el Pacífico Sur.

Las diferencias son significativas ya que al comparar los diámetros entre estos, el árbol de semilla presenta 8.5 cm mientras que el árbol del clon presenta 11.5 cm de diámetro; la diferencia es de 3 centímetros que se traducen en una gran ventaja en la competitividad y productividad.

3.5 Mantenimiento en año 1 (Establecimiento)

Realizar dos limpiezas más de mantenimiento, que pueden ser una combinación de control químico y mecánico, utilizando herbicidas si permanecieran gramíneas en el área o limpieza mecánica o mecanizada (machete o chapeadora) si la composición de la maleza hubiera cambiado a hoja ancha.

3.6 Mantenimiento en año 2 y 3

Entre el segundo y tercer año de mantenimiento de la plantación deben realizarse tres limpiezas anuales que incluyen el plateo a lo largo de los surcos, los cuales se programan a partir de mayo de cada año, combinando la aplicación de herbicidas para gramíneas y control mecánico en caso de hoja ancha.

Entre estos primeros 3 años de la plantación se realizan actividades de deshijes⁷, realizando además una poda de selección en la cual se eliminan las ramas en el 50 % de la altura del árbol, buscando eliminar las más gruesas para evitar que estas afecten el fuste principal por si llegaran a quebrarse y desgajarse por acción del viento principalmente.

La ejecución de una silvicultura intensiva en estos primeros tres años de la plantación (establecimiento, mantenimiento 1 y 2) ha resultado ser un perfil de manejo muy eficaz para promover que las copas de los árboles se cierren, reduciendo el ingreso de luz al suelo y provocando que al menos las labores de limpiezas se reduzcan e inclusive se descarten para los siguientes años.

3.7 Mantenimiento, año 4 en adelante

3.7.1 Podas

La primera poda de formación o de levante como se le conoce comúnmente en la región norte, se realiza al cuarto año de edad, eliminando todas las ramas hasta el 40 % de la altura total del árbol, si se poda menos, los árboles crecen igual que el testigo (o sea, igual que no podar) y si se poda más, puede existir daño por viento.

⁷ Actividad silvicultural que consiste en la eliminación de todos los brotes que se ubican en la base del tallo de las plantas.

Posteriormente se realizarán podas de mantenimiento, de acuerdo a los requerimientos y velocidad de crecimiento de los árboles, por la presencia de brotes epicormicos⁸ en el fuste del árbol podado

3.7.2 Raleos

El perfil de raleos que fue determinado a través de una investigación en la que se evaluó la respuesta de los árboles a la aplicación de distintas intensidades de raleo, comparándolas con un testigo (sin raleo). Dicho perfil se presenta a continuación en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Perfil de raleos para plantaciones de teca.

Edad (años)	Arboles/hectárea
4	667 - 750
8	500
12	250
16	180 – 200
20	Corta de realización

El Cuadro 4 muestra que en el primer raleo quedan un máximo de 750 árboles/ha ya que dejar más árboles ofrece los mismos resultados que no ralear, por el contrario, dejar menos de 667 árboles/ha genera problemas de ruptura de los fustes por acción del viento.

Para definir la intensidad del raleo, o sea decidir si dejar 667 o 750 árboles/ha se emplea el Índice de Hart-Becking⁹ (S%), este índice considera el potencial del sitio a través de la altura dominante, de tal forma que esas diferencias de Índice S% a una misma edad representan:

a) *Índice de Hart alto (arriba de 30%)*: indica un sitio de bajo crecimiento que no presenta buenas alturas dominantes, por lo tanto, no hay competencia aún; entonces, la intensidad de raleo es menor (dejando 750 árboles/ha) o bien puede optarse por esperar un año más para efectuar el raleo para que el Índice S% sea menor y amerite intervenir el rodal para disminuir la competencia.

⁸ Brote nacido de yemas latentes o adventicias; se llama también así a los vástagos de agua que salen de troncos y ramas, y a los chupones que brotan en la base del árbol.

⁹ El Índice de Hart-Becking (S%), también conocido como coeficiente de espaciamiento, se define como la relación entre el espaciamiento medio del rodal y su altura dominante, expresado en porcentaje.

b) Índice de Hart bajo (menor de 25%), indica un sitio de alto crecimiento por que presenta buenas alturas dominantes que hacen que el IH% tenga un valor bajo; entonces la intensidad de raleo debe ser mayor (dejando 667 árboles/ha), porque el rodal tiene una urgencia biológica de raleo el cual debe ser más agresivos para no interrumpir el crecimiento diametral de los arboles.

La ecuación de Índice de Hart-Becking empleada es la de distribución no cuadrada (tresbolillo), la cual se presenta a continuación.

S% (IH%) = $(a/H_0) * 100$; donde "a" se toma de la siguiente fórmula

$$\text{Numero de arboles} = \frac{2,000}{\sqrt{3 * (a)^2}}$$

A continuación se presenta el Índice de Hart-Becking (S %) para Teca, Melina y Eucalipto.

Edad del Rodal	Calidad de sitio		
	Bueno (%)	Regular (%)	Malo (%)
Joven	22	23	25
Intermedio	26	28	30
Mayor	30	32	35

Fuente: Manual Técnico Forestal, INAB, 1999. (Tomado de Lemkart, 1978)

Método de raleo

El método que se ha empleado es de raleo selectivo o en cajas, que consiste en ubicarse dentro de dos hileras y dos surcos de arboles para visualizar los cuadros formados por los arboles y de acuerdo con el porcentaje de raleo establecido, se definen los arboles a extraer siguiendo el orden presentado con el Cuadro 5.

Cuadro 5. Características de los arboles de teca destinadas a extracción por raleo.

No.	DESCRIPCIÓN
1	Enfermos y plagados
2	Sin copa o punta
3	Malformados (bifurcaciones, torcidos, etc.)
4	Diámetros menores
5	Menor altura

3.8 Comercialización del producto de raleo

Debido a la lejanía de las fincas a los polos industriales el primer raleo no está siendo comercializado, sino que simplemente es apilado a las orillas del camino.

Las dimensiones y calidad de los arboles en el segundo raleo de algunas plantaciones en el presente año permitieron su comercialización. Los precios para los productos en el año 2012, se presentan a continuación.

Cuadro 6. Precios de madera de teca en rollo puesto en puerto (FOB¹⁰), en el año 2012.

Circunferencia (cm)	Diámetro (cm)	Precio en USD/m³
45-49	13.37	160
50-54	14.96	180
55-60	16.55	200
61-64	18.14	220
65-70	19.74	240

Nota: m³ =Metro cúbico Hoppus. (Formula que utilizan en India para la cubicación)

Para exportación las dimensiones mínimas son: 45 centímetros de circunferencia, equivalentes a 14.33 centímetros ó 5.67 pulgadas y 2.2 metros de largo de las trozas.

Cuadro 7. Precios de madera de teca en rollo puesto en finca (EXW¹¹), en el año 2012.

Circunferencia (cm)	Diámetro (cm)	mas masía	Precio en USD/m³
45-49	13.37	55-59	41.47
50-54	14.96	60-64	82.47
55-60	16.55	65-70	98.47
61-64	18.14	71-74	115.47
65-70	19.74	75-80	139.47

Nota: m³ =Metro cúbico Hoppus. (Formula que utilizan en India para la cubicación)

¹⁰ Abreviatura utilizada en los contratos de comercio marítimo internacional para estipular que el precio FOB comprende todos los gastos de transporte hasta el puerto de embarque así como todos los derechos e impuestos que la mercancía deba pagar para poder ser colocada a bordo. Free on Board (libre a bordo) FOB.

¹¹ El vendedor ha cumplido su obligación de entrega al poner la mercadería en su fábrica, taller, etc. a disposición del comprador.

4. Dinámica de crecimiento de *Tectona grandis* L. f.

La información generada a través de la red de Parcelas Permanentes de Medición Forestal -PPMF- a nivel nacional constituye una importante y concreta contribución al sector, como respaldo de los Modelos de Crecimiento generados para esta especie, los cuales explican la dinámica del crecimiento de las plantaciones a partir de observaciones reales en campo.

Los modelos de crecimiento son vitales para la planificación forestal, debido a que permiten programar las actividades a desarrollar en un rodal, en función de la velocidad de crecimiento y potencial del sitio, además ofrece la posibilidad de estimar los volúmenes maderables al final del turno y evaluar el alcance de los objetivos perseguidos.

*El crecimiento de los arboles está determinado por la interacción de factores **Externos**: calidad de Sitio, condiciones climáticas (PP, Tº, vientos, etc.); **Internos**: calidad de plantas, manejo, competencia y el **Tiempo**.*

Los modelos utilizados responden a factores agrupados en tres variables que son: i) Índice de Sitio (S) ii) Densidad o competencia (N) y iii) Edad (T), con lo cual responden a condiciones individualizadas, de tal forma que las proyecciones realizadas con ellos, son ajustables a plantaciones específicas.

Los modelos determinados en este estudio se basan en el Índice de sitio¹², establecido a través de las alturas dominantes. Con la información de la especie fueron determinadas 5 categorías de índice de sitio (Excelente, Alto, Medio, Bajo, Pésimo), las cuales puntualizan 5 escenarios diferentes de producción, aunque no está demás aclarar que cada plantación tiene su propio Índice de Sitio.

Los modelos fueron generados a partir de una serie de 815 mediciones en 271 PPMF distribuidas a nivel nacional, en un rango de 1.3 a 15.57 años de edad, densidades de 160 a 2,060 árboles por hectárea, diámetros a la altura del pecho (DAP) de 1.6 a 34.5 centímetros y alturas dominantes de 2 a 29 metros.

¹² Promedio de las alturas dominante a una edad base (10 años)

A continuación en el Cuadro 8 se presentan los modelos de crecimiento generados con una muestra de plantaciones de Teca a nivel nacional, determinándose una ecuación para cada una de las principales variables de una plantación que son: i) Diámetro (cm), ii) Altura Total (m) iii) Área Basal (m²/ha) iv) Volumen Total (m³/ha) y v) Índice de Sitio.

Cuadro 8. Familia de modelos de crecimiento para la especie de *Tectona grandis* L. f.

No.	VARIABLE	MODELO DE CRECIMIENTO (ECUACIÓN)	r ²
1	Diámetro (cm)	= EXP(2.366445 -4.24076/T + 0.056323*S -0.000142*N)	0.89
2	Altura total (m)	= EXP(LN(S) -3.991491 * (1/T - 0.1))	0.63
3	Área basal (m ² /ha)	= EXP(0.710055 -8.227292/T + 0.105665*S + 0.001249*N)	0.81
4	Volumen total (m ³ /ha)	= EXP(1.768595 -12.819398/T + 0.181328*S + 0.001175*N)	0.89
5	Índice de Sitio	= EXP(LN(Hd) + 3.991491 * (1/T - 0.1))	0.63

Fuente: generado con base de datos de PPMF, INAB 2013. (Edad base=10 años)

En donde:

T	= Edad en años		
N	= Árboles/ha		
Hd	= Altura dominante (m)		
		Pésimo	6.87
		Malo	12.10
S	= Índice de sitio (m)	Medio	17.33
		Bueno	22.05
		Excelente	26.78

El Índice de Sitio de cada plantación o rodal se obtiene determinando el promedio de altura total de los 100 árboles más altos por hectárea, equivalente a los 10 árboles más gruesos en una parcela de 1,000 m² o los 5 árboles más gruesos en una parcela de 500 m², posteriormente se aplica la ecuación No. 5 del Cuadro 8. Esta ecuación devolverá el Índice de Sitio a la edad de referencia o base de 10 años.

Para utilizar los modelos en una hoja de cálculo de Excel para estimar y proyectar las variables de la plantación, debe copiar en una celda la ecuación y sustituir las variables **T**, **S** y **N** por valores reales del rodal de plantación; por ejemplo para el caso del volumen de una plantación a los **12** años de edad, índice de sitio medio (**17.33**) y una densidad de **300** árboles/ha, tal como se muestra en la Figura 11.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Edad	Índice de sitio	Arboles/ha				
2	12	17.33	300				
3							
4	Volumen m ³ /ha	=EXP(1.768595 -12.819398/A2 + 0.181328*B2 + 0.001175*C2)					
5	Volumen m ³ /ha	66.36873408					
6							

Figura 11. Demostración de ingreso de modelos de crecimiento a Excel.
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2013

Las series de datos que resultan de los modelos son representables en graficas de curvas, que permiten observar de mejor forma los distintos escenarios de producción para Teca en Guatemala, asumiendo para ello supuestos de Índice de sitio, edad y densidad. En el presente análisis se utilizó el promedio de densidades (arboles/ha) observadas a distintas edades, las cuales llevan implícito el manejo silvicultural que ha recibido esta especie en las plantaciones evaluadas, sugiriendo un perfil de manejo con intervalos similares a los de Green Millenium, pero con intensidades un tanto diferentes.

Detalle de los cálculos realizados:

1. Se consideró una densidad inicial de 1,111 arboles/ha de los cuales para el cuarto año sobreviven 900 arboles/ha, edad en la que se realiza el primer raleo del 30 % de intensidad, quedando 600 arboles/ha remanentes que continúan creciendo hasta el año 8, en el que se realice el segundo raleo del 50 % de intensidad, quedando 300 árboles/ha remanentes. Al año 12 se realiza el tercer y último raleo del 50% dejando 150 arboles/ha remanentes para la corta final.
2. En plantaciones donde el prendimiento es cercano a 100% podría considerarse una intensidad de raleo mayor al 30%, aunque, la periodicidad e intensidad de los raleos dependerán de las condiciones del sitio, velocidad de crecimiento y los objetivos de la plantación.
3. La productividad final se calculo a una edad de 20 años (turno de 20 años), considerando que en muchos sitios buenos/excelentes y con material genético mejorado, la edad de rotación o turno de corta, podría reducirse.

En la Figura 12 se presenta la grafica generada por la Ecuación 2 del Cuadro 8, correspondiente a la variable de Altura Dominante para la especie de teca en Guatemala, en donde se observa que a la edad de 20 años esta especie puede presentar una altura de 8.35 metros en sitios pésimos hasta 32.53 metros en un sitio excelente. También se observan los escenarios intermedios que son Malo, Medio y Bueno.

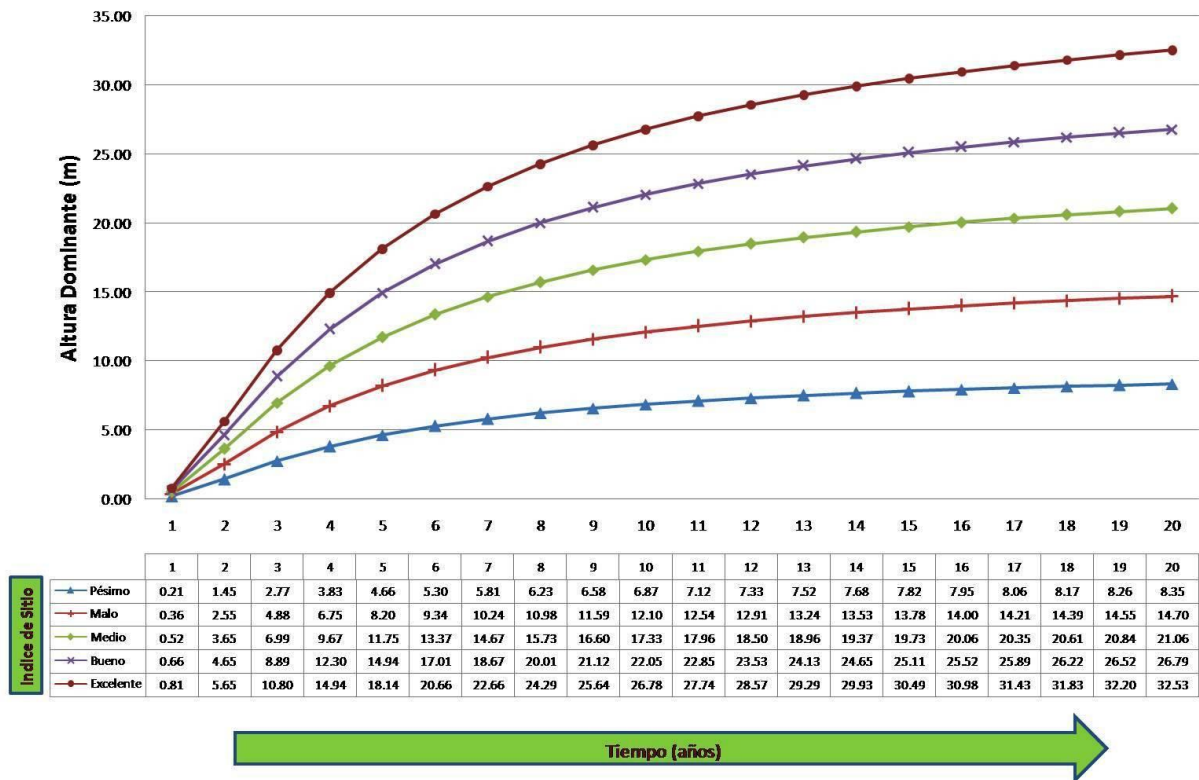


Figura 12. Dinámica de crecimiento de Altura Dominante de Teca en Guatemala
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2013

Como se ha indicado anteriormente, la variable que establece los escenarios de producción es el índice de sitio, la cual está fundamentada en la altura dominante en donde se puede observar que las curvas son equidistantes entre sí, sin embargo al realizar los análisis con la principal variable de producción que es Volumen total (m³/ha), las diferencias entre los escenarios son más evidentes, aunque es necesario considerar que intervienen otras variables como el DAP y el Numero de arboles / hectárea; la dinámica de la productividad queda de la forma que se muestra en la Figura 13.

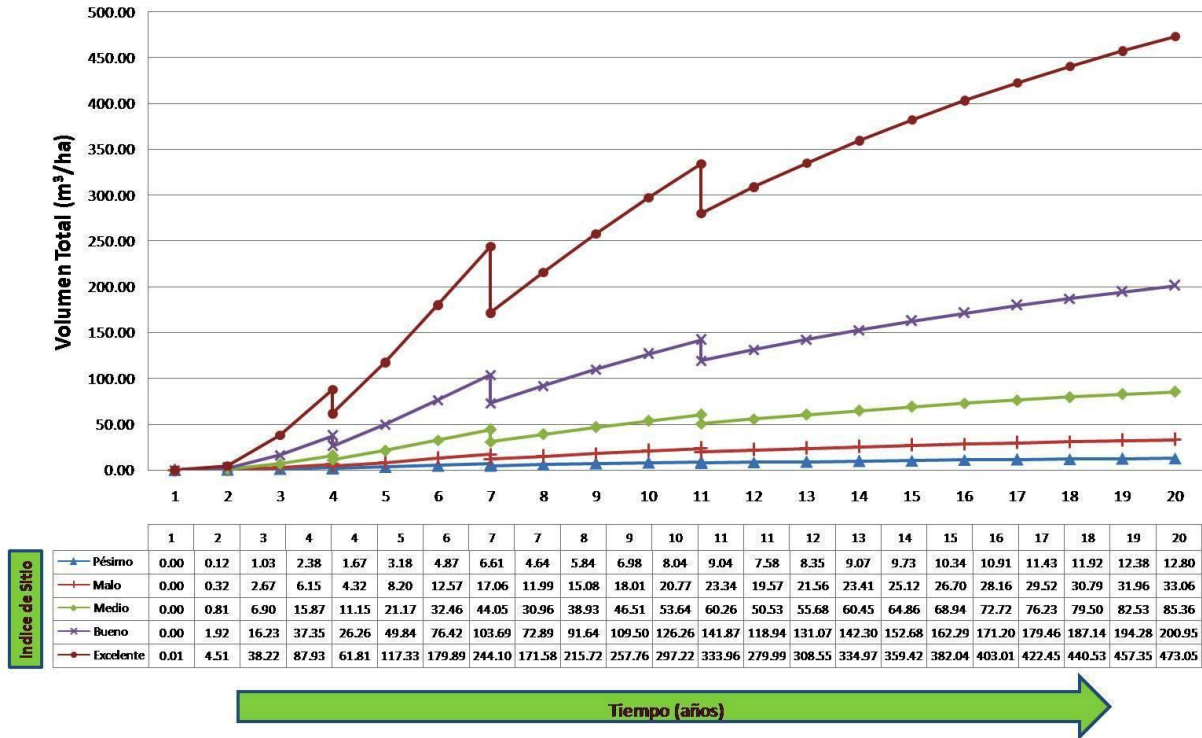


Figura 13. Dinámica de crecimiento en Volumen Total/ha de Teca en Guatemala
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2013

Es evidente la diferencia de producción entre el Índice de Sitio Excelente y el Bueno, con una diferencia de hasta 270 metros cúbicos, en donde es importante indicar que las plantaciones que proyectan este escenario son las establecidas por Green Millennium; quienes han tecnificado el cultivo de la especie incorporando semilla con mejoras genéticas (clones), con impactos significativos en la productividad, además de realizar un proceso de selección del sitio para la producción y un manejo adecuado, razón por la cual se considero importante incluir en este documento las experiencias de la innovación en el manejo de esta especie, realizado por dicha empresa.

Por otro lado, se encuentran las curvas de índice de sitio pésimo y malo, los que proyecta volúmenes de hasta 12.80 y 33.06 metros cúbicos de volumen a los 20 años en fincas ubicadas en los municipios de Purulha, Baja Verapaz; La Libertad y Sayaxche, Peten e Izabal, en donde las plantaciones fueron establecidas en suelos que no satisfacen los requerimientos de esta especie.

Es por ello que la **importancia de la selección del sitio para establecer esta especie es uno de los principales factores** a evidenciar como determinante en la productividad de las plantaciones forestales.

Entre parámetros prácticos que aportan insumos para analizar comparativamente los resultados de las plantaciones son los incrementos, principalmente, el Incremento Medio Anual (IMA), que resulta de dividir la producción final entre el número de años que le llevó a la plantación alcanzar dicha producción.

Es por ello que a continuación se presenta los Incrementos Medios Anuales en plantaciones de Teca, considerando como edad de rotación 20 años.

Cuadro 9. Incremento Medio Anual -IMA- de variables de crecimiento para Teca en Guatemala.

Categoría de Índice de Sitio	IMA DAP (cm)	IMA Altura Dominante (m)	IMA Área Basal (m ² /ha)	IMA Volumen Total (m ³ /ha)
Pésimo	0.60	0.43	0.16	0.67
Malo	0.81	0.74	0.28	1.69
Medio	1.10	1.05	0.50	4.28
Bueno	1.44	1.33	0.83	9.89
Excelente	1.89	1.62	1.37	22.88

Fuente: Elaborado con modelos de crecimiento de Teca en Guatemala. INAB, 2013

5. Productividad de plantaciones beneficiarias del PINFOR

Para determinar la productividad de las plantaciones de teca beneficiarias del PINFOR a nivel nacional, se aplicaron los modelos de crecimiento para proyectar el volumen total de las plantaciones a la edad actual (2013) donde se encuentran plantaciones, que van desde 1 hasta 15 años, siendo las de mayor edad las primeras en plantarse con el beneficio del programa.

La población sometida al análisis se detalla en el Cuadro 10 y figura 14, donde se presenta la distribución de área plantada de *Tectona grandis* L. f. por departamento, además se presenta la figura 15 se presenta la distribución espacial de dichas plantaciones.

Cuadro 10. Distribución de área plantada de *Tectona grandis* L. f. por Departamento.

Departamento	Área (ha)	%
PETEN	8538.68	49
ALTA VERAPAZ	3808.15	22
IZABAL	1770.11	10
ESCUINTLA	1385.26	8
SUCHITEPEQUEZ	978.66	6
Otros ¹³	847.85	5
Total	17328.71	

Fuente. Base de datos PINFOR, INAB, 2012.

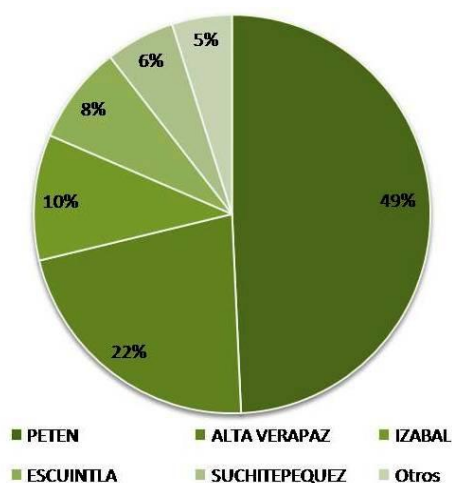


Figura 15. Porcentaje correspondiente a Área plantada de Teca/ Departamento.
Fuente. Base de datos PINFOR, INAB, 2012.

¹³ Retalhuleu, Santa Rosa, Zacapa, Jutiapa, Quiche, San Marcos, Baja Verapaz, Quetzaltenango, Sacatepéquez, Chimaltenango.

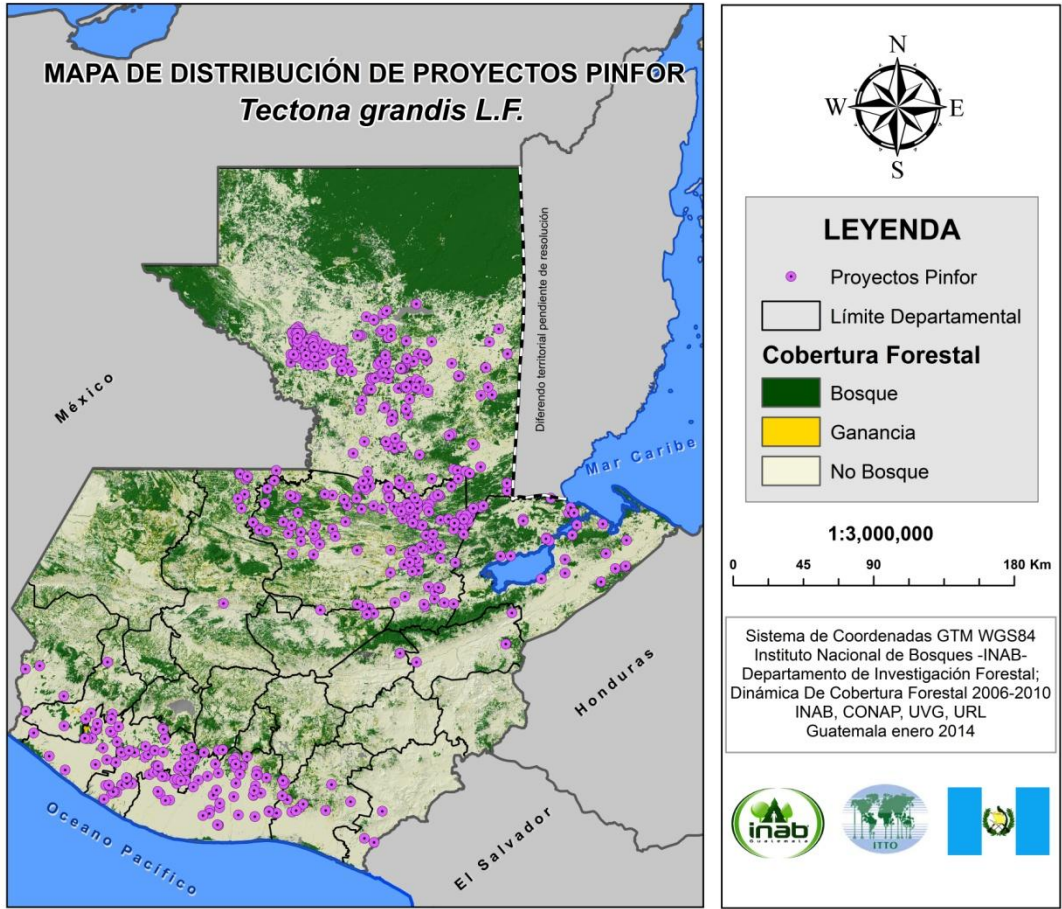


Figura 15. Distribución espacial de proyectos PINFOR de Teca, 1998-2012
Fuente: Base de datos Mif-Pinfor, INAB.

Anteriormente se expusieron los detalles de los cálculos para proyectar con los modelos las variables de producción de las plantaciones. Los resultados de los cálculos realizados para dicha muestra se presentan a continuación en el Cuadro 11, como las existencias actuales de madera joven en pie (Volumen Total) y el volumen de plantaciones que se encuentran en edad de raleo (primero, segundo y tercero).

Cuadro 11. Detalle de productividad actual de *Tectona grandis* L. F. en Guatemala.

DEPARTAMENTO	No. Proyectos	DAP (cm)	Altura Total (m)	Suma de Área (ha)	Volumen Total (m ³)	Volumen de Raleo (m ³)
PETEN	312	14.09	14.21	8,538.68	418,341.80	30,084.41
IZABAL	34	19.79	18.97	1,770.11	185,588.51	5,811.38
ALTA VERAPAZ	203	16.99	16.66	3,808.15	185,043.23	8,017.17
SUCHITEPEQUEZ	52	15.89	15.70	978.66	61,175.90	4,224.81
ESCUINTLA	73	14.20	14.13	1,385.26	55,310.24	4,752.77
RETALHULEU	25	12.45	12.64	389.64	7,048.56	209.27
SANTA ROSA	7	14.72	14.79	165.57	6,603.29	447.18
ZACAPA	6	15.29	15.20	89.11	3,846.67	40.02
JUTIAPA	3	15.55	15.48	65.47	2,877.67	0.00
QUICHE	11	17.33	16.88	48.99	2,726.77	190.55
SAN MARCOS	5	15.44	15.43	38.25	1,486.26	0.00
BAJA VERAPAZ	3	13.57	12.31	20.51	411.82	0.00
QUETZALTENANGO	5	13.25	13.30	12.82	272.91	29.57
SACATEPEQUEZ	1	8.62	9.52	9.19	145.73	38.79
CHIMALTENANGO	1	8.62	9.52	8.30	131.62	35.04
TOTAL	741	15.28	15.18	17,328.71	931,010.98	53,880.96

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB. 2013

El cálculo del volumen actual de todas las plantaciones beneficiarias del PINFOR hace a 931,010.98 metros cúbicos de madera Joven, además de un volumen proveniente de raleo de 53,880.96 metros cúbicos.

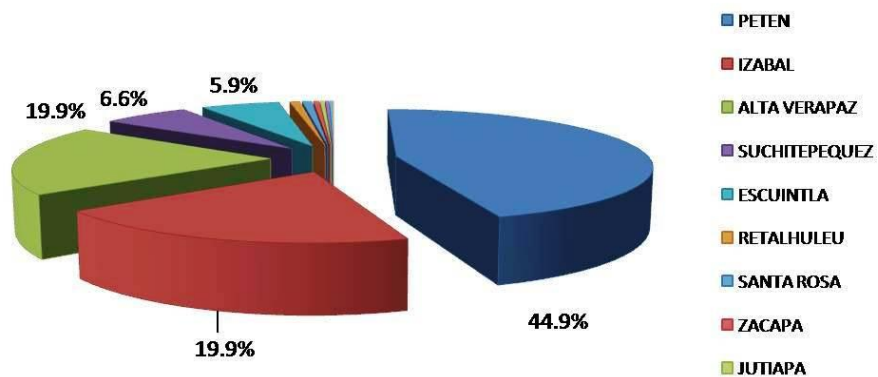


Figura 16. Distribución por departamento del Volumen Total/ha de Teca.

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB. 2013

En la Figura 16 se observa que cerca de la mitad (44.9%) de la producción de plantaciones de teca se encuentra en el Departamento de Peten, seguido de Izabal, Alta Verapaz con 20 % cada uno, Suchitupéquez 6.6 % y Escuintla con 5.9 %.

Los departamentos de Retalhuleu, Santa Rosa, Zacapa y Jutiapa cuentan con menos del 1% de la producción por cada uno.

5.1 ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL VOLUMEN DE RALEO

Las Teca es una especie que ha sido sujeta a un nivel de silvicultura intermedia, razón por la cual se proyectó el volumen de raleo según el perfil establecido y determinar el flujo del volumen según como cada plantación llegue a los 4, 8 y 12 años de edad.

Dicha proyección se presenta a continuación en el Cuadro 12, para el periodo del 2013 al 2020, cuando en las plantaciones de menor edad se realice el segundo raleo.

Cuadro 12. Proyección de volumen de raleos de *Tectona grandis*, periodo 2013 al 2020.

Perfil de raleo	Periodo de proyección del raleo 2013-2020							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Primer raleo (4 años, 30%)	17,395.12	8,377.18	2,534.83	1,657.72	0.00	0.00	0.00	0.00
Segundo raleo (8 años, 50%)	22,288.13	10,439.95	21,415.57	39,751.20	29,082.29	28,629.30	7,876.55	5,665.33
Tercer raleo (12 años, 50%)	14,197.71	15,084.68	10,402.91	7,516.54	10,301.70	7,180.56	14,612.46	27,340.73
TOTAL	53,880.96	33,901.81	34,353.31	48,925.46	39,384.00	35,809.86	22,489.01	33,006.05

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB. 2013

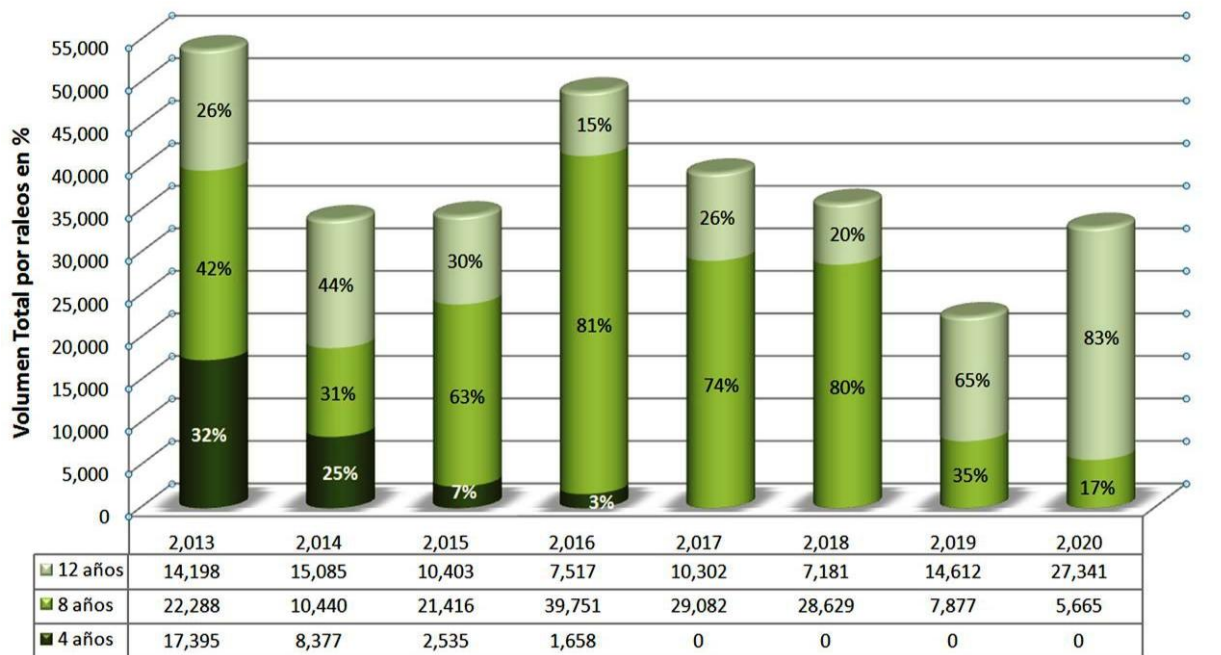


Figura 17. Proyección del Volumen de raleo de Teca para el periodo 2013-2020.
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB. 2013

En el Cuadro 12 y Figura 17 se observa que en el presente año se muestra el mayor volumen de raleo correspondiente a 53,880.96 metros cúbicos de los cuales el 30 % corresponde a un primer raleo, otro 30 % al segundo y el restante 30 % a un tercer raleo. En los años consecutivos hasta el 2020 se estima un promedio cerca de 35,000 metros cúbicos de madera proveniente de raleos, que entre el año 2015 al 2018 el mayor porcentaje corresponderá al segundo raleo y entre el 2019 y 2020 se presentará hasta un 70 % del volumen proveniente del tercer raleo, el cual es comercial casi que en su totalidad.

5.2 EXISTENCIAS FUTURAS O PROYECTADAS

A continuación en el Cuadro 13 se presentan los resultados de la proyección de cada plantación (rodal) de teca beneficiado por el PINFOR consolidados por año, durante el periodo que comprende los años 2018 al 2032, estimando la edad de rotación o turno de 20 años y densidades finales de 150 arboles/ha (la densidad final y edad del turno dependerá del potencial productivo del sitio y los objetivos de la plantación).

Cuadro 13. Proyección de productividad de *Tectona grandis* en Guatemala.

Año	No. Proyectos	DAP (cm)	Altura Total (m)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen Total (m ³ /ha)	Área de proyectos	Volumen total (m ³) de proyectos
2018	3	29.23	26.92	16.71	200.77	18.17	3,647.98
2019	22	25.19	23.52	12.83	132.54	770.48	77,560.65
2020	42	25.84	24.02	13.48	144.54	1,332.43	192,453.81
2021	51	26.01	24.21	13.62	146.44	941.65	122,046.41
2022	65	25.66	23.91	13.28	140.38	1,520.24	209,274.28
2023	60	24.70	23.07	12.37	124.85	1,048.41	118,428.64
2024	54	24.70	23.07	12.38	124.97	757.52	94,705.40
2025	50	24.31	22.77	11.98	117.64	1,038.21	131,777.97
2026	41	24.07	22.56	11.75	113.47	723.66	75,410.34
2027	57	24.56	22.98	12.22	121.77	1,507.39	199,149.10
2028	92	26.48	24.60	14.07	154.33	2,755.41	451,243.30
2029	93	27.10	25.12	14.66	164.77	2,015.88	351,457.58
2030	70	26.50	24.62	14.08	154.59	1,984.48	330,880.29
2031	30	26.04	24.23	13.65	146.89	522.08	79,849.58
2032	11	24.88	23.25	12.53	127.30	392.70	50,503.75

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB. 2013

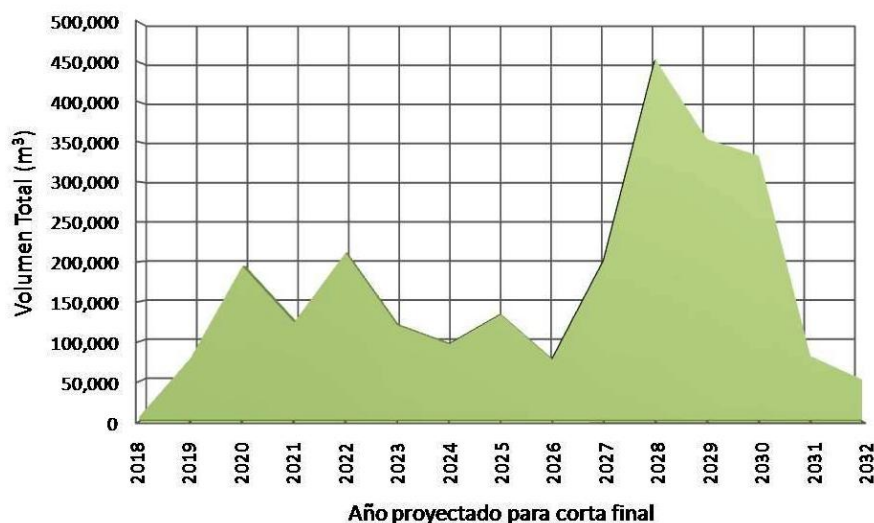


Figura 18. Proyección del Volumen de producción de Teca para el periodo 2018-2020.
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB. 2013

De acuerdo con el turno definido, las primeras plantaciones se estarán incorporando a la producción de madera proveniente de corta final en el año 2018, aportando un volumen muy pequeño 3,647.98 metros cúbicos, cantidad que aumenta a partir del año 2019 hasta el año 2027, donde se mantiene un promedio de producción de 135,000 metros cúbicos y en al año 2028 al 2029 la producción presenta un repunte hasta cerca de 450,00 y 350,00 metros cúbicos respectivamente.

6 Conclusiones

1. La teca ocupa el segundo lugar en área plantada a nivel nacional y es una de las especies más plantada en la región, a pesar que actualmente tiene una fuerte demanda, se deben aplicar las tecnologías de producción apropiadas para alcanzar la mayor productividad y rentabilidad.
2. Dentro de las consideraciones para el buen crecimiento de la especie se sugiere que los sitios para establecer teca en Guatemala, presenten alturas menores a 220 metros sobre el nivel del mar, con poca pedregosidad, pendiente no mayor a 20% pero que no se inundan por periodos largos, también deben ser suelos sin o con poca compactación y PH mayor a 5.5, además, la precipitación debe promediar los 2400 milímetros anuales y temperaturas cercanas a 26 °c.
3. El manejo tecnológico de la especie desde la selección y preparación del terreno y la silvicultura, permite maximizar el potencial productivo de un sitio, tal como lo indican las experiencias que ha compartido Green Millennium en el presente documento.
4. El perfil de manejo de densidad (número de árboles/hectárea) para teca en Guatemala, consiste en efectuar raleos a los 4 años con una intensidad del 30 %, a los 8 años con una intensidad del 50 % y a los 12 años con una intensidad del 50 %.
5. De acuerdo con la información proporcionada por el PINFOR y los modelos de crecimiento hasta el año 2013, se cuenta con 741 proyectos de teca a nivel nacional que hacen un volumen total de 931,010.98 metros cúbicos de madera joven (1 a 15 años en Peten con 45%, Izabal y Alta Verapaz con 20 % c/u y Suchitupéquez y Escuintla 6% c/u) y ofrecen un volumen de raleo de 53,880.96 metros cúbicos.

7. Recomendaciones

- ✓ Realizar control de malezas tendiente a erradicar las gramíneas, principalmente de la familia de las Brachiarias (Brizantha y otras) para evitar cualquier efecto negativo hacia la teca. Considerar el uso de herbicidas sistémicos como el glifosato.
- ✓ Incorporar actividades de laboreo del terreno, como el subsolado, para mejorar la profundidad, aireación y drenaje del suelo, favoreciendo el desarrollo de las raíces.
- ✓ Incorporar al menos en el establecimiento de la plantación el control de plagas como gallina ciega y zompopos, a través del uso de trampas de luz, control biológico y la implementación de cuadrillas para erradicación de troneras en el caso del zompopo.
- ✓ Planificar las actividades de tal forma que las plantas se lleven a campo definitivo en las primeras lluvias del año, con lo que podría obtener el doble del crecimiento en altura, favorecer la sobrevivencia y reducir gastos de replanteo.
- ✓ Realizar podas de levante en los primeros dos años para eliminar ramas gruesas hasta en un 50% que se suben al 40% de la altura total del árbol en la primer poda formal, que se realiza luego del primer raleo.
- ✓ Se sugiere utilizar el perfil de raleo a los 4, 8 y 12 años, aunque la intensidad dependerá del potencial del sitio; además debe tenerse el extremo cuidado de extraer únicamente los arboles no deseados durante el proceso.

8. Bibliografía consultada

Vaides López, E. E. (2009) Selección de sitios para el establecimiento de Teca en Guatemala. Documento técnico No. 03 INAB. 27 p. (Inédito)

VAIDES LÓPEZ, E.E. 2004. Características de sitio que determinan el crecimiento y productividad de teca (*Tectona grandis* L. f.), en plantaciones forestales de diferentes regiones en Guatemala. Tesis M. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 81 p.

Moya Roque, R; Muñoz Acosta, F; Berrocal Jiménez, A. 2010. Teca: *Tectona grandis* L.f. Verbenaceae. Ficha técnica 7. In Tecnología de madera de plantaciones forestales: Fichas técnicas. R. Moya R., [et al]. (en línea). Revista Forestal Mesoamericana Kurú 7(18-19):117-131. (Editorial Corporación Garro y Moya, (ISBN: 978-9968-9643-3-3). Disponible en www.tec.ac.cr/revistaforestal

FAO 2010, RECURSOS DE TECA Y EVALUACIÓN DE MERCADO 2010 (*Tectona grandis* Linn. F.). Bosques y árboles plantados Working Paper Series. Documento de trabajo FP/47/E FAO, Roma, Italia