

Guía para el manejo de la densidad en plantaciones de Teca  
(*Tectona grandis* Linn)



## **CONTENIDO**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>LA DENSIDAD EN PLANTACIONES FORESTALES</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE DENSIDAD DE REINEKE</b>	<b>4</b>
<b>DIAGRAMAS DE MANEJO DE LA DENSIDAD</b>	<b>5</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE</b>	<b>8</b>
<b>Biología</b>	<b>8</b>
<b>Distribución</b>	<b>8</b>
<b>Morfología</b>	<b>8</b>
<b>MANEJO DE LA PLANTACIÓN</b>	<b>10</b>
<b>MANEJO DE LA DENSIDAD INICIAL DE LA ESPECIE</b>	<b>15</b>
<b>TABLA DE DENSIDAD</b>	<b>16</b>
<b>GUÍA DE LA DENSIDAD DE LA ESPECIE</b>	<b>18</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>19</b>
<b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b>	<b>20</b>

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, en el mundo existen 272 millones de hectáreas de plantaciones forestales y se estima un incremento de 30% para el año 2030. En México, la Comisión Nacional Forestal (2008) reportó la existencia de aproximadamente 140 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales, de las cuales 105 mil se encuentran distribuidas en áreas de clima cálido-húmedo y subhúmedo.

Una plantación forestal comercial es el establecimiento, cultivo y manejo de especies forestales en terrenos agropecuarios que han perdido su vegetación nativa, con el objeto de producir materias primas maderables y no maderables, destinadas a su comercialización o a su industrialización.

La Teca (*Tectona grandis* Linn) es una especie reconocida por su valor, y existen plantaciones de edad avanzada, objeto de aprovechamiento y con participación en el mercado interno e internacional en diferentes países, entre ellos Panamá, Trinidad y Tobago, Costa Rica, Nicaragua y Venezuela. La teca (*T. grandis*) es un género de la familia de las Verbenáceas. Dentro de esta familia se incluyen tres especies: *T. grandis*, la más común; *T. Hamiltoniana*, sólo presente en Birmania (Myanmar), y *T. Philippinensis*, autóctona de las Filipinas.

La teca es un árbol frondoso de la familia de las Verbenáceas que alcanza hasta 30 m. de altura. Los conocedores la llaman la Reina de las Maderas, pues su apariencia se hace más bella con el paso de los años y tiene la capacidad de no dañarse cuando entra en contacto con metales, lo que la hace muy valiosa para la fabricación de muebles de alto valor y embarcaciones lujosas. El árbol es nativo de la India, Birmania, Laos y Tailandia, que tienen una larga historia de manejo de plantaciones.

Un problema al que se enfrenta, especialmente en las plantaciones nuevas, es en relación con la prescripción del régimen de espesura o manejo de la densidad, que consiste en la combinación de tres elementos: espaciamiento inicial, la sobrevivencia - durante la fase de establecimiento- y los aclareos. Los primeros dos elementos “espaciamiento y sobrevivencia” actúan en conjunto en la fase de establecimiento para determinar la plantación forestal a partir de la cual se practica el conjunto de aclareos.

Ante la falta de documentación sobre las prácticas silvícolas, por estado y especie, este material pretende ilustrar sobre el manejo de la densidad que se debe dar a una plantación, una vez que ésta se desarrolle y se encuentre en estado de competencia por espacio de crecimiento. El concepto utilizado es la denso-dependencia de los árboles en el desarrollo individual y por unidad de superficie.

## LA DENSIDAD EN PLANTACIONES FORESTALES

El manejo de la densidad es una de las actividades que planifica el silvicultor para ejercer control sobre la estructura de la plantación, la productividad, el tamaño de los árboles y el tiempo transcurrido hasta la cosecha final. Obviamente este control de la densidad está en función de la especie, los objetivos de producción y la calidad del suelo. En el campo de la ecología, la densidad ha sido comúnmente definida como el número de individuos por unidad de área; sin embargo, en el campo forestal esta definición no es de mucha utilidad, ya que en una plantación los árboles cambian en dimensiones y en la habilidad para utilizar los recursos disponibles (luz, agua, nutrientes) en función de los árboles adyacentes (competencia).

De los métodos para evaluar la densidad de la plantación, entre los más conocidos se pueden mencionar: el área basal, el índice de espaciamiento relativo, el índice de densidad del rodal y el factor de competencia de copas. En la práctica forestal de nuestro país ya se han realizado algunos trabajos que evalúan estas metodologías.

El uso del Índice de Densidad del Rodal (IDR), que ha sido considerado como una de las herramientas más útiles para traducir objetivos de manejo dentro de un programa de aclareos. El IDR expresa en forma sistemática la relación entre el tamaño de los árboles y la densidad del rodal, a través de la siguiente ecuación:

$$(1) \text{IDR} = N \cdot (d/25)^{-b}$$

Donde

N: es el número de árboles por hectárea,

D: es el diámetro promedio de la plantación y

b: es una constante definida con un valor de  $-1,605$  por Reineke (1933).

Utilizada extensivamente en muchos trabajos sobre densidad del rodal. Hay evidencia que el valor de la pendiente de la curva puede variar entre especies, por lo tanto los trabajos basados en este índice deben analizar si el valor de la pendiente encontrada para una especie en particular tiene congruencia con los fundamentos del IDR. Conociendo el valor de "b" y utilizando la información proveniente de rodales bajo

condiciones extremas de competencia, se llega a establecer el IDR máximo para la especie. Este límite establece el punto en el cual la única manera de que los árboles incrementen sus dimensiones es a través de la reducción del número de individuos (mortalidad o autoaclareo). Determinando el IDR máximo para la especie es posible definir diferentes bandas para el manejo de la densidad de la plantación (aclareos) que se ajustan a los objetivos de producción (producción de biomasa para pulpa, postes, madera para aserrío).

En el ámbito internacional, el manejo de la densidad basado en el IDR ha sido ampliamente utilizado para especies forestales en Japón, Norteamérica y Europa. Especialmente son escasos los estudios en latifoliadas tropicales.

### ÍNDICE DE DENSIDAD DE REINEKE

Indicador para medir la espesura de una masa forestal, que establece un índice basado en el número de árboles por hectárea y el diámetro normal del árbol de área bisimétrica. Promedio (diámetro medio-cuadrático a la altura del pecho)

El **área basimétrica** o **área basal** de una masa forestal es la suma, expresada normalmente en m/ha, de las DAP (diámetro a la altura del pecho) (a 1.30 m) de todos los árboles existentes en una hectárea de una masa.

Generalmente, se calcula a partir de los diámetros normales de la siguiente manera:

$$G = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\pi}{4} d_i^2 \right) = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^n (d_i^2)$$

El índice de Reineke es la base para la elaboración de Diagramas de Manejo de Densidad de plantaciones.

En el caso de masas forestales a máxima espesura posible, se representa el logaritmo del número de árboles por unidad de superficie respecto el logaritmo del diámetro cuadrático medio (diámetro del árbol de área basal promedio) se obtiene una

línea recta de pendiente negativa usualmente denominada como línea de autoaclareo o línea de máxima espesura.

$$\ln(N) = k - r \ln(D)$$

Donde

N = número de pies por unidad de superficie

D = Diámetro medio cuadrático

k = constante dependiente de la especie considerada

En cuanto al valor de la pendiente de la recta (r) Reineke que postuló que su valor era relativamente independiente de la especie y se ubica en el rango de -1.605 en algunas especies. Estudios posteriores han comprobado que la pendiente puede variar con la especie, aunque se admita el valor propuesto por Reineke como aceptable en ausencia de información detallada.

Se conoce como Índice de Reineke (Stand Density Index - SDI) el número de árboles de 10 pulgadas (25,4 cm) por hectárea de espesura equivalente.

$$S = N \left( \frac{D}{25.4} \right)^r$$

Donde

N = Número de pies por hectárea

D = Diámetro medio cuadrático (cm)

r = constante dependiente de la especie considerada válida de información específica, 1.605

El valor de S obtenido se compara con el máximo de la especie para determinar la espesura de la masa respecto a la máxima biológicamente posible.

## **DIAGRAMAS DE MANEJO DE LA DENSIDAD**

Uno de los métodos más efectivos de planificar el manejo de la espesura en plantaciones es a través del uso de los diagramas de manejo de densidad. Estos representan gráficamente las relaciones temporales entre la densidad de la plantación, la altura mayor,

el diámetro cuadrático y el volumen medio del rodal. Con ellos es posible desarrollar y proyectar intervenciones de aclareo a lo largo del tiempo de establecimiento hasta el final de la corta, determinar la factibilidad del manejo de la densidad y medir edad para realizar métodos de aclareos y contrastar los posibles efectos de un número de intervenciones de espesura.

Los diagramas de manejo de densidad (DMDs) fueron propuestos por (Drew and Flewelling 1979; Farndern 1996) basándose en teorías desarrolladas por investigadores japoneses. (Ando 1962; tadaki 1963)

Estas teorías se basan a la vez en el “principio del autoaclareo” propuesto por Yoda *et al.* (1963). De acuerdo a este principio, existe una relación entre el tamaño máximo y la densidad máxima que pueden ocurrir dentro de una plantación homogénea, y que es determinada por la mortalidad ocurrida debido al efecto de la competencia (mortalidad denso-dependiente).

Si se construye un gráfico representando el logaritmo de los valores de la biomasa o volumen de un rodal en función de los correspondientes valores del logaritmo de la densidad (Figura 1) provenientes de mediciones, se puede observar que existe un límite superior para las posibles combinaciones de tamaño y densidad y que puede representarse por una línea con pendiente aproximada de  $-1,5$  (existen críticas a este límite – Sèller 1985, Sackville *et al.* 1995). Para cualquier densidad, existe un tamaño máximo promedio que puede ser alcanzado. En los inicios del desarrollo del rodal, el tamaño del árbol medio se incrementa sin que ocurra mortalidad de la plantación denso-dependiente. A medida que la trayectoria de la plantación se aproxima a la línea límite de tamaño densidad (t-d), cualquier incremento adicional en el tamaño del árbol medio de la plantación irá acompañado por reducciones en densidad.

Al continuar el crecimiento en tamaño, la mortalidad se acelerará y la trayectoria de las plantaciones se desplazará paralelamente a la línea t-d (tamaño de densidad). Adicionalmente a la línea t-d, en las dimensiones promedio los diagramas del manejo de la densidad se representan otras dos líneas por debajo de ésta. La línea de inicio de la mortalidad densodependiente (Línea B) y la línea del límite inferior de máxima producción del rodal (Línea C), que indica las combinaciones de tamaño densidad a partir de las cuales la masa forestal ocupa totalmente el sitio y la plantación es altamente productiva.

Las líneas anteriores pueden representarse en términos de densidad relativa utilizando como base algún índice de densidad. La densidad relativa es la razón entre la densidad actual y la densidad máxima (definida por la línea t-d) para un tamaño medio del árbol. Adicionalmente se puede representar una línea que indica las combinaciones de tamaño densidad donde debería ocurrir el cierre del dosel (Línea D). Para maximizar la producción, el silvicultor debería mantener la plantación entre las líneas de máxima producción y de inicio de la mortalidad durante la mayor parte de la plantación.

Otra línea de interés es la línea de cierre del dosel. Generalmente la línea de densidad máxima del diagrama para una determinada especie es hallada a partir de parcelas de inventario o parcelas permanentes de aclareo y rendimiento establecidas en plantaciones dentro del área de interés.

Las líneas restantes generalmente se consideran como un porcentaje de la densidad máxima y usualmente los valores son para algunos casos calculados, y pueden a su vez calcularse los porcentajes de densidad.

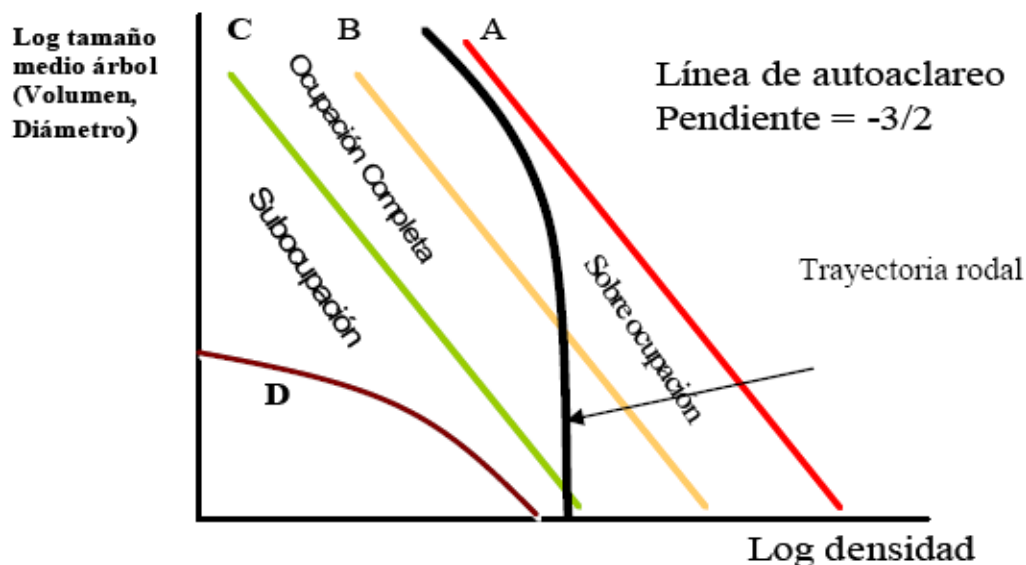


FIG. 1. Diagrama de densidad. Líneas que definen el grado de ocupación de un rodal. Línea de máxima densidad o de autoaclareo (A); Línea de inicio de la mortalidad densodependiente (B); Línea de inicio de la ocupación completa del rodal (C) y Línea de cierre del dosel (D).

## DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

### Biología

ORDEN Fumiales

FAMILIA Verbenaceae

GÉNERO *Tectona*

ESPECIE *grandis*

### Distribución

La distribución natural del género es discontinua, muchos autores citan que la especie es originaria del sureste asiático (Burma, Birmania, ahora Myanmar, Tailandia y de la India, Malasia, Java, Indochina, La República Democrática Popular Laos), entre los 12 y 25° latitud Norte y de 73 a 104° longitud Este. También se ha encontrado al sur del Ecuador en Java y en algunas pequeñas islas del Archipiélago Indonesio. Se menciona que la especie fue introducida en Java hace 400 o 600 años, donde se naturalizó. En la zona de distribución natural, los bosques son de tipo monzónico, abarcando bosque seco tropical y bosque húmedo tropical.

En la India se encuentra asociada con 76 especies, dentro de las que se citan: *Xylia dolabriformis*, *X. kerrii*, *Largeostremia caluculata*, *L. balasoe*, *Bombax insigne*, cinco especies de *Terminalia*, tres especies de *Stereospermum*, *Acacia*, *Cassia*, *Dipterocarpus*, *Cedera*, *Eugenia*, *Gmelina arborea*, *Vitex peduncularis*, *Dalbergia sp*, *Croton oblongifolius*, entre otras. Por la calidad de la madera, *Tectona* ha sido introducida en una gran cantidad de lugares que tienen clima tropical, entre los 18 y 28° latitud Norte. En el Sureste de Asia, en Indonesia, Sri Lanka, Vietnam, Malasia, Islas Solaman, en algunos países africanos como Costa de Marfil, Nigeria y Togo, África y en muchos países de América Latina.

### Morfología

Árbol caducifolio de tamaño grande, natural en el Sudeste de Asia, en donde alcanza 45 m de altura y desarrolla un tronco con contrafuertes al llegar a la madurez. *Tectona grandis* es un árbol deciduo o semideciduo que puede alcanzar una altura entre los 20 y

50 metros, con tronco generalmente recto y sin ramas hasta los 20 o 25 metros de altura. El diámetro del tronco igualmente puede alcanzar entre los 150 a 250 cm. de DAP, y en la base puede ser acanalado con pequeños contrafuertes.

La corteza es blanda y las ramas son tetragonales. Hojas deciduas de 25-35 cm. de largo (plantas jóvenes tienen hojas más grandes), alternadas y opuestas, simples. La hoja es peciolada y ovalada-lanceolada hasta ampliamente ovalada, cuneiforme en el ápice y la base, borde entero o denticulado, suavemente peludo en ambas caras de la hoja, densamente tomentosas en la cara inferior. Inflorescencia con muchas flores en racimos terminales o axilares, brácteas muy pequeñas.

Flores bisexuales, antinómicas, pequeña. Cáliz gamosépalo campanulado tomentoso, corto de 5 a 7 lobulado, persistente, finalmente encerrando el fruto. Corola gamopétala, de 5 a 7 lobulada con un corto tubo patente de lóbulos reflejados, sin pelo ni pelusa, blanco o azulado. Estambres 5 o 6, insertados en la base del tubo de la corola, eserto, anteras dorsifijadas, 2 celdas, apertura a través de hendiduras longitudinales. Ovarios ovoides, 2 carpelar, 4 celdas, un óvulo por celda, estilo terminal con un estigma corto bifido con ramas subyúgales.

Fruto drupáceo, subgloboso o ligeramente tetragonal, consistencia de madera, con un exocarpo subcarnoso fino y grueso, huesudo, 4 celdas endocarpo. Semillas sin endosperma. Germinación de semillas epigénica, cotiledones iguales, peciolados, con una muesca o ápice emarginado.

## MANEJO DE LA PLANTACIÓN

El manejo de la plantación comienza cuando la planta se encuentra establecida; entre las operaciones de manejo se pueden citar el control de la maleza entre otros. Las verbenáceas son altamente sensibles a la competencia de la maleza, por lo que el control de la misma dentro de una plantación es indispensable, desde el trasplante hasta la etapa en la que los árboles alcanzan un tamaño suficiente para dominar la vegetación indeseable. Se mencionan las actividades que se deben realizar en plantaciones de teca como: podas, aclareos, control de malezas, control de plagas, fertilización.

### Control de malezas

#### Control manual:

- El Control de malezas es la más realizada en todo tipo de plantaciones, la forma manual consiste en utilizar herramientas como machetes, guadañas, azadones; entre otras el uso del azadón es indispensable en los primeros meses de vida de la planta, el uso de machete se realiza ya cuando tengamos una edad de aproximadamente 8 meses en la plantación, no quiere decir que no podamos utilizar las tres herramientas al mismo tiempo o a edad temprana, pero no se recomienda el uso de machete para no dañar con cortes o cortar la planta por completo. El emplear este método de chapeo es temporal, por lo que se requiere de varios al año, en la plantación establecida tiene un costo alto, pero necesario en el primer año para la eliminación de las malezas principales como bejucos, entre otros. El control se emplea alrededor de la planta (cajete), o en su caso en dirección de la línea de plantación limpiando 50 centímetros de lado y lado.

#### Control químico:

- El control químico de las malas hierbas ha probado ser indispensable en las plantaciones forestales; sin embargo, en la península de Yucatán existen pocas opciones para este tipo de control. La mayoría de los herbicidas con posibilidades de ser utilizados en las actividades forestales, tienen baja capacidad en el control de la maleza. Y se pierde rápidamente la duración del control después de su aplicación,

fluctúa de dos a tres o hasta cuatro meses (Neumann, 2001). La aplicación de herbicidas es una herramienta importante para el establecimiento y mantenimiento de la plantación; es bastante eficiente y en ciertas condiciones más económico que algunas prácticas de control mecánico y manual.

- El uso de herbicidas que contengan ia. Glifosato, son unos de los herbicidas que tienen una buena aplicación y son muy eficientes en el control de zacates (gramíneas) que es el tipo de malezas que atacan seriamente a la raíz de la planta; también el uso de ia. Glifosinato de Amonio es uno de los herbicidas que atacan a la maleza de hojas anchas; estos al ser combinados en proporción de 1.5 litros de Glifosato y 1.5 litros de Glifosinato de Amonio en 200 litros de agua por hectárea, dan como resultado la eliminación de un 90% de la maleza; se recomienda su aplicación en fechas donde exista una buena humedad para un mejor rendimiento; si se aplica en el mes de junio, es el periodo de los ápices juveniles de las herbacias que aparecen y se obtiene un mayor control. Se podría hacer en el mes de octubre, así se optimiza y se tiene un control todo el año. No se recomienda en plantaciones menores de un año, porque podría haber problemas de intoxicación. Su aplicación debe hacerse con mochilas equipadas con aspersores y con boquillas de bronce de calibración 4.0. La aplicación también puede hacerse mecánicamente, con una aspersora de 600 o 400 litros de agua con un aguilón de la medida de espaciamiento según la plantación, se utilizan dos o cuatro aspersores con boquillas de bronce de calibración 2.0 con corte de 90 grados, así la aspersión sería la adecuada con los cuatro aspersores para una aplicación completa, de calle y línea; solo se puede aplicar en plantaciones de 8 meses en adelante.

Control mecánico:

- La eliminación de la maleza de forma mecánica es la más rápida, pero teniendo en cuenta que el control químico va de la mano con el mecánico. Las principales actividades que se pueden realizar en una plantación son:
  - El uso del rastreo de la calle o de calle y línea, cuando haya un espaciamiento de 3.5 x 3.5 metros, con el uso de un tractor agrícola (JD 5715) y una rastra chica, esta actividad sólo se puede realizar en los primeros 4 meses de

crecimiento de la plantación; dando como resultado la eliminación total de la maleza, quedando una cantidad menor alrededor de la planta la cual se elimina con la actividad de cajete.

- La utilización de desvaradora con un tractor agrícola se utiliza cuando la plantación lo necesite, se recomienda desvarar antes de la aplicación de herbicida así da un mejor resultado y un rápido control de la maleza.
- La aplicación de herbicidas con tanque aspersor y tractor agrícola, esto va de la mano con el control químico.

### **Fertilización**

La época de fertilización deberá ser de 15 a 30 días después de la plantación. Las dosis más recomendables varían 100 a 150 gramos por planta de N-P-K, y las formulaciones más utilizadas han sido las siguientes: 17-17-17, 10-34-6, 10-28-6, 5-30-10, 10-30-10 y 5-30-6. Sin embargo, es fundamental realizar un análisis físico – químico completo de suelos con el fin de determinar los requerimientos y dosis adecuadas para la plantación.

### **Podas**

Los nudos constituyen uno de los defectos más comunes de la madera; por tal motivo, el control del crecimiento de las ramas, así como su eliminación, son prácticas importantes sobre todo cuando la producción se destina a madera aserrada o chapa.

La selección de las herramientas para realizar la poda depende de algunos factores como grosor, ángulo de corte y altura de las ramas. Por ejemplo, un operador con un serrote manual puede alcanzar desde el suelo las ramas que se encuentren a una altura de dos a dos metros y medio. El inicio de podas se inicia desde que la planta tiene sus primeros rebrotes, a la edad de los primeros 4 meses se le debe hacer la poda de selección o selectiva, consiste en eliminar los rebrotes no deseados a la competencia del crecimiento del fuste, se utilizan unas tijeras de mano que deben estar muy bien afiladas para que al cortar no se desgarre el tronco. Esta poda se puede seguir haciendo posteriormente a los cuatro meses de crecimiento si la planta lo requiere.

Después de haber realizado la poda selectiva, se realiza la poda baja, donde se eliminan los rebrotes innecesarios de los dos primeros tercios de la altura total de la

planta, esta poda puede iniciarse a la edad de 12 meses y dependiendo de la cantidad y grosor de los rebrotes se puede anticipar la poda, al inicio de lluvias se incrementa la cantidad y el crecimiento de los mismos; el implemento que debe utilizarse es un serrrote manual.

Es importante evitar herramientas que cortan por impacto como machetes o hachas, ya que éstas causan un gran daño por desgaje de las ramas y corteza. Otra de las podas es la poda alta, ésta define la altura del fuste limpio donde se utiliza una extensión de madera o aluminio, en la cual se monta el serrrote; se recomienda la extensión de aluminio, porque se adapta a cualquier altura de planta; esta poda se inicia cuando ya la plantación tiene una altura promedio de 3 metros en adelante.

### **Problemas fitosanitarios**

#### **“Malla de la Teca” por *Pseudomonas***

Los árboles afectados presentan un leve amarillamiento y flacidez del follaje, el cual posteriormente comienza a ennegrecerse desde los bordes, hasta cubrir toda la lámina foliar y matarla. Como son árboles pequeños (menos de 1.5 m de altura), la infección comienza a afectar también los tejidos internos del tallo, produciendo la muerte de todo el individuo. Se ha manejado eficientemente eliminando desde la raíz los individuos afectados, los cuales se extraen de la plantación. Los hoyos dejados se asperjan con antibióticos como estreptomina. Algunos otros plantadores utilizan tetrahidrobórato de boro.

#### **El esqueletizador *Hyblaea puera***

Desde hace aproximadamente 4 años, *Hyblaea puera* (Hyblaeidae, Lepidóptera), conocido a nivel mundial como el “esqueletizador de la Teca”, produce defoliaciones importantes en plantaciones de Teca durante el periodo de sequía. Las larvas pliegan y unen con seda un borde de la hoja con la lámina foliar donde se albergan. De allí salen a alimentarse del resto de la lámina foliar dejando únicamente las nervaduras primaria y secundarias.

#### **El defoliador *Rabdopterus* sp.**

*Rabdopterus* sp. es una especie polífaga de la familia Chrysomelidae (Orden Coleóptera). Los adultos se alimentan de follaje de la Teca, produciendo perforaciones características de forma alargada y curva de aproximadamente 1.3 de largo y 0.16 cm de ancho.

### **Otros de foliadores**

En menor importancia, en cuanto a daños de las defoliadoras descritas anteriormente, otras plagas comienzan a presentarse en forma más frecuente y produciendo cada vez daños más severos. Son una especie de gran tamaño y voracidad de genero (*Automeryx*) (Familia Saturniidae, Orden Lepidóptera), tres especies de *Oxidia* (Familia Geometridae, Orden Lepidóptera) conocidas como los “medidores gigantes de la Teca” y varias especies no identificadas de saltamontes (Orden Saltatoria). Estos últimos también pueden alimentarse de los brotes terminales, lo que hace que las consecuencias de sus daños sean de gran importancia económica.

### **Nectria sp.**

Puede atacar arboles de teca de hasta 40 cm de diámetro. En la base del fuste se observa un área ovalada de la corteza de color oscuro. Esta corteza podrida se puede desprender manualmente y observar los tejidos del xilema expuestos.

### **Aclareo**

Los aclareos son cortes parciales que se realizan en plantaciones inmaduras, con el objeto de estimular el crecimiento de los árboles y aumentar la producción de madera utilizable. En esta operación se remueven los árboles excedentes, para que se pueda concentrar el potencial productivo de la población en los árboles seleccionados. Para la selección de los árboles a remover, se deben considerar la forma y calidad del tronco, sanidad de los árboles, posición relativa con plantas adyacentes y condición de la copa. Los aclareos pueden ser sistemáticos o selectivos.

Los aclareos sistemáticos son cortes aplicados a poblaciones altamente uniformes, donde los árboles aún no se diferencian en clases de copa; esto se efectúa en poblaciones jóvenes no aclaradas anteriormente.

Los aclareos selectivos, por el contrario, implican la selección de los individuos según ciertas características previamente establecidas. Los árboles removidos son siempre los de menor calidad, subyugados o defectuosos. Se recomienda marcar los suprimidos o arboles con algún defecto, en un porcentaje de 25% de un aclareo inicial a una edad de 2 ó 3 años; los árboles que estén muertos deben considerarse como ya aclareados. Se puede dar un uso a los árboles que se corten ya sea para hacer polines, pequeñas tablas, tarimas, entre otros. Para realizar un segundo aclareo al 25%, la plantación debe de tener una edad de 4 a 5 años, a esta edad ya se tienen determinadas

las copas de la competencia entre árboles, de los cuales se determinan qué árboles tienen algún tipo de daño (huracán, animal, infeccioso, etc.), dejando los arboles con calidad, como recomendación general.

## **MANEJO DE LA DENSIDAD INICIAL DE LA ESPECIE**

La manipulación de la espesura es el medio más eficiente de que dispone el silvicultor para lograr los objetivos del manejo de plantaciones forestales. En el nivel de densidad (ocupación), la plantación afecta una serie de atributos de los árboles tales como su diámetro medio, volumen, conicidad media, longitud media de copa, tamaño de ramas, vigor de los árboles y longitud del periodo de cosecha. A la vez, estos atributos afectan la cantidad y calidad de la madera producida y por ende su valor comercial. Asimismo, el vigor de la plantación y su resistencia a plagas y enfermedades también dependen del nivel de densidad. La elección de nivel de densidad, es por tanto, una decisión crítica de la cual depende el logro de los objetivos del manejo.

El modelo de densidad pretende establecer un marco teórico para la optimización del establecimiento y manejo de plantaciones forestales con fines de producción. En primer lugar, diferencia entre la fase de establecimiento y la fase de manejo. La primera corresponde a todo lo referido a la creación de una masa forestal desde la preparación del sitio hasta el momento en que puede considerarse establecida la plantación. Este corresponde aproximadamente al momento en que la competencia entre árboles plantados desplaza la competencia entre estos y la maleza. La fase de manejo corresponde al lapso desde que termina la fase de establecimiento hasta el periodo de cosecha e incluye todo lo referido al aclareo y poda.

La ventaja de esta separación radica en la naturaleza diferente de los problemas y aspectos técnicos y especialmente al hecho de contar con un criterio de densidad meta de establecimiento. Esta es la “densidad deseada” que constituye un elemento importante en la planificación y posterior evaluación del plan de establecimiento de una plantación ya que permite orientar las técnicas de preparación de terreno, producción de plantas, plantación y mantenimiento hacia una meta de producción definida. Por otra parte permite determinar un punto de referencia concreto para los aclareos.

El resultado operativo es la densidad real de establecimiento. El método de densidad es la combinación del conjunto de técnicas que determinan la densidad a lograr al final de la fase de establecimiento y los aclareos.

## **TABLA DE DENSIDAD**

Así la revisión rápida de conceptos nos lleva a proponer el número de individuos que puede recomendarse mantener en un sitio para que su desarrollo donde se aproveche el potencial del sitio (nutrimentos del suelo y espacio de crecimiento). La siguiente tabla indica el número aproximado de individuos que debe de mantenerse si se quiere un incremento máximo individual o un incremento máximo por unidad de superficie, sin perder incremento en dimensiones y calidad de la madera.

La definición de un criterio de densidad es primordial para conseguir las densidades adecuadas y lograr el manejo efectivo de las plantaciones, el crecimiento de un árbol (medidos en metros cúbicos por año) depende de varios factores, la competencia, su estado sanitario, sus características genotípicas, el manejo silvicultural y la calidad del sitio o micrositio, una plantación forestal puede ser manejada para maximizar su crecimiento por hectárea o para maximizar el crecimiento de los árboles, el tratamiento silvícola aplicado para esto se ha denominado aclareo.

En esta tabla se observa la densidad recomendable de plantas por hectárea que es de 35% si se requiere hacer máximo el volumen del sitio, y de acuerdo al número de 1200 árboles por hectárea para un mejor desarrollo y crecimiento.

Tabla de densidad

Tabla de densidades y competencias por espacio en Teca				
Dq	100%	60%	35%	25%
10.5				1,163.19
11				1074.11528
11.5				995.379946
12				925.410039
12.5				862.922752
13				806.864528
13.5			1058.90849	756.36321
14			994.96813	710.691521
14.5			936.93444	669.238886
15			884.085268	631.489477
15.5			835.806949	597.004964
16			791.575168	565.410834
16.5			750.939659	536.385471
17			713.511901	509.651358
17.5		1163.9231	678.955142	484.967959
18		1109.10218	646.97627	462.125907
18.5		1058.26138	617.319139	440.942242
19		1011.01554	589.759068	421.256477
19.5		967.025607	564.098271	402.927336
20		925.992095	540.162056	385.83004
20.5		887.649653	517.795631	369.854022
21		851.762441	496.861424	354.901017
21.5		818.120252	477.236814	340.883438
22		786.535206	458.812203	327.723002
22.5		756.838941	441.489382	315.349559
23		728.880209	425.180122	303.700087
23.5	1170.87135	702.522809	409.804972	292.717837
24	1129.40635	677.643813	395.292224	282.351589
24.5	1090.22005	654.132028	381.577016	272.555012
25	1053.14444	631.886666	368.600555	263.286111
25.5	1018.02698	610.816186	356.309442	254.506744
26	984.728809	590.837286	344.655083	246.182202
26.5	953.123365	571.874019	333.593178	238.280841
27	923.095039	553.857024	323.083264	230.77376
27.5	894.53807	536.722842	313.088325	223.634518
28	867.355537	520.413322	303.574438	216.838884
28.5	841.458482	504.875089	294.510469	210.36462
29	816.76513	490.059078	285.867796	204.191283
29.5	793.2002	475.92012	277.62007	198.30005
30	770.694285	462.416571	269.743	192.673571
30.5	749.183312	449.509987	262.214159	187.295828
31	728.608046	437.164827	255.012816	182.152011
31.5	708.913661	425.348196	248.119781	177.228415
32	690.049343	414.029606	241.51727	172.512336
32.5	671.967944	403.180766	235.18878	167.991986

## GUÍA DE LA DENSIDAD DE LA ESPECIE

La figura muestra las parcelas establecidas en el estado de Campeche y el nivel de densidad donde están ubicadas, la primera plantación corresponde a un diámetro cuadrático promedio (Dq) de 16.88 centímetros (cm) y con una densidad de 555 individuos por hectárea, la segunda plantación con una mayor Dq de 17.66 cm, requiere de aclareo con el fin de evitar perdidas en el incremento volumétrico.

Con la tabla anterior la ubicación de la primera parcela se aproxima al 25%, para segunda se ubica próximo al 60%.

SITIOS CAMPECHE	ESPECIE	Dq (cm)	DENSIDAD (N/ha)
5	Teca	16.88	555
7	Teca	17.61	1041

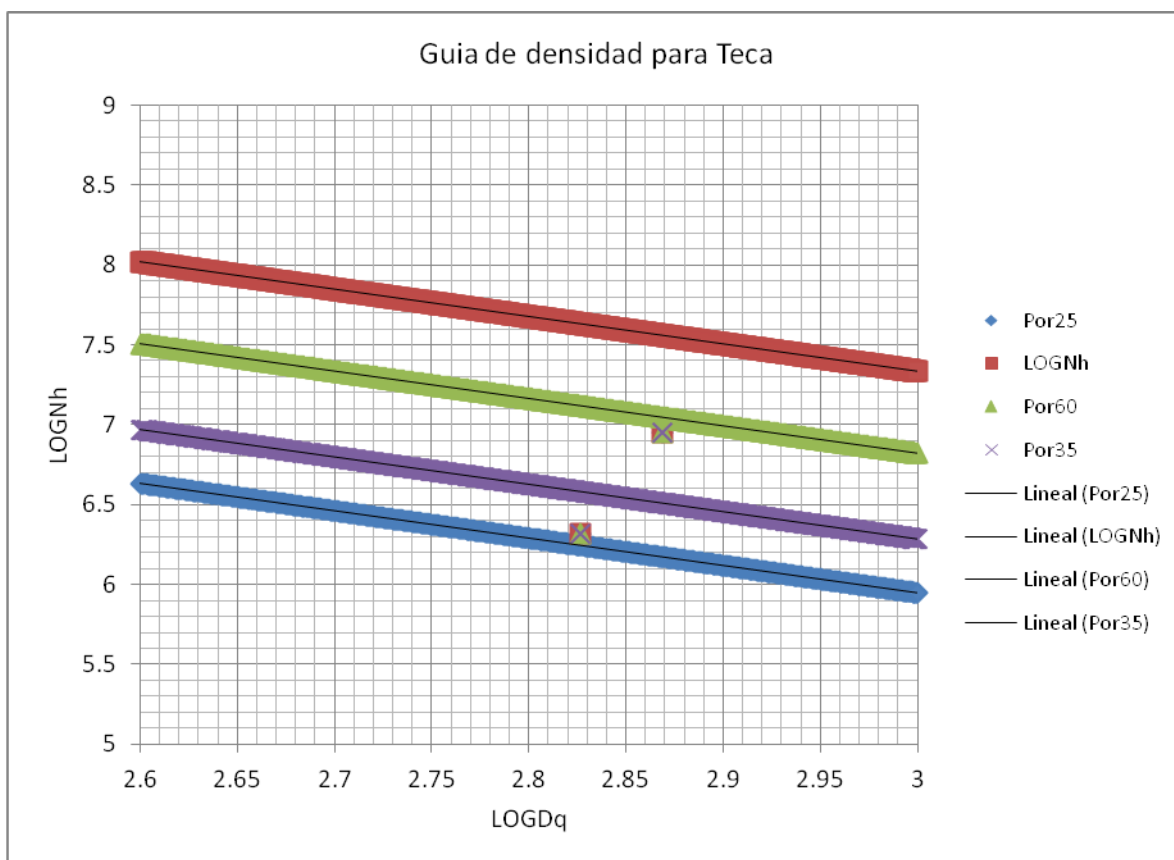


Figura 1. Expresión grafica de la Guía de densidad para Teca, con los porcentajes de 25, 35, 60 y del 100

## BIBLIOGRAFÍA

Reineke, L.H. 1933 *Perfecting a stand-density index for even-aged forest*. "Journal of Agricultural Research" 46:627-638

Chaves, SE. 1989. *Factores limitantes en el crecimiento de teca (Tectona grandis L. f) en la zona de Puntarenas, Costa Rica*. Guía Agropecuaria (CR) 7(14):64-66.

Bandara K, MA. 1997. *Teak second rotation establishment experiment in dry zone of sri lanka*. Forestry Symposium 1997. (en línea). Consultado 23 feb. 2003. Disponible en

<http://ybiol.tripod.com/forest/sympo/9741band.htm>

[www.inta.gov.ar/.../forestales/BECKER\\_AmarillamientoMelia.pdf](http://www.inta.gov.ar/.../forestales/BECKER_AmarillamientoMelia.pdf)

[www.sirefor.go.cr/.../Arias\\_indice\\_densidad\\_rodal\\_plantaciones\\_teca.pdf](http://www.sirefor.go.cr/.../Arias_indice_densidad_rodal_plantaciones_teca.pdf)

[www.fs.fed.us/global/iitf/Tectonagrandis.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/Tectonagrandis.pdf)

ANEXO FOTOGRÁFICO



Figura 2. Parcela 5 en le predio Hacienda Dzizhila



Figura 3. Parcela 7 en predio Hacienda Dzizhila