

## Guía para el manejo de la densidad en plantaciones de Melina

(*Gmelina arborea* Roxb.)



## **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

Las plantaciones forestales abarcaban 187 millones de hectáreas en 2000, el 62 por ciento de ellas se encontraba en Asia. El área de plantaciones forestales aumentó de manera significativa respecto a las estimaciones de 1995 que consistían en 124 millones de hectáreas. La nueva tasa anual registrada es de 4.5 millones de hectáreas en todo el mundo, de las cuales el 89 por ciento se encontraba en Asia y en América del Sur. Se estima que cerca de 3 millones de hectáreas se han desarrollado con éxito. En el contexto mundial, la mitad de las plantaciones forestales tiene fines industriales, un cuarto está destinado a fines no comerciales y un cuarto a fines no especificados. En el contexto mundial, las principales especies de rápido crecimiento y de rotación breve pertenecen a los géneros Eucalyptus y Acacia. Los pinos y otras especies de coníferas constituyen las principales especies útiles con períodos de rotación media, sobre todo en las zonas templadas y boreales.

Una plantación forestal consiste en el establecimiento de árboles que conforman una masa boscosa y que tiene un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, plantaciones silvopastoriles, entre otras.

La primera plantación de melina en Costa Rica fue establecida en la zona Atlántica en 1966 en Manila de Siquirres por la empresa Celulosa de Turrialba. El área de esta plantación era de 2.000 has y la semilla usada fue traída por Daniel Ludwig, de 20 diversos sitios en donde el árbol crecía naturalmente (en especial en Asia), A partir de entonces, en Costa Rica se ha presentado una clara preferencia por usar melina en proyectos de reforestación por presentar una rotación corta (10 - 12 años) que se traduce en un período corto de tiempo para recuperar la inversión inicial. Desde 1979 con la creación del programa de incentivos estatales en Costa Rica, la melina se consolidó como una de las principales especies empleadas en los programas de reforestación, debido a su buen desarrollo silvicultural. A partir de 1986 la especie comenzó a ser utilizada en proyectos a gran escala hasta alcanzar su máximo en 1993 con 9.500 has. En 1997 ya existían en Costa Rica 49.300 has plantadas, lo que representaba el 94% del área total reforestada con la especie en América Central y el 22% del total reforestada en la región.

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 denso dependiente (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.

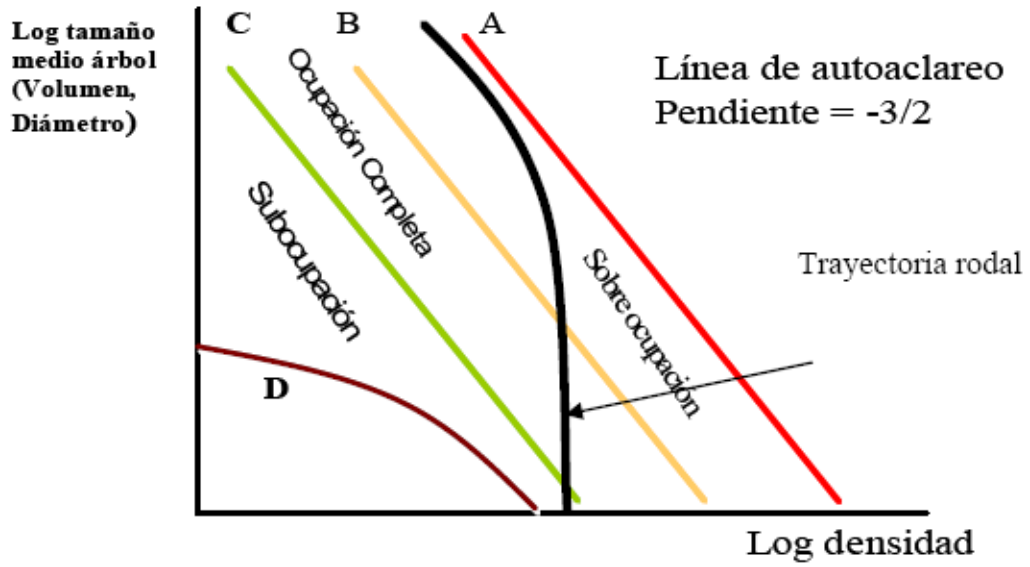


FIG. 1. Diagrama de densidad. Líneas que definen el grado de ocupación de un rodal. Línea de máxima densidad o de autoclareo (A); Línea de inicio de la mortalidad denso dependiente (B); Línea de inicio de la ocupación completa del rodal (C) y Línea de cierre del dosel (D).

## DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

### Biología

ORDEN.- Farnaciales

FAMILIA.- Verbenaceae

GÉNERO.- *Gmelina*

ESPECIE.- *arborea*

### Distribución

En su área de distribución natural se desarrolla en hábitats que varían desde húmedos hasta secos. Se encuentra en forma natural principalmente en las selvas mixtas de Birmania, asociado con *Tectona grandis*, *Terminalia tomentosa*, varias especies latifoliadas y bambúes. Su máximo desarrollo lo alcanza en los bosques más húmedos de Birmania, sobre todo en valles húmedos y fértiles, en estas condiciones puede crecer hasta los 1260m de altitud.

La *Gmelina arborea* es nativa de India, Bangladesh, Sri Lanka, Myanmar, Tailandia, sur de, Laos, Camboya y Sumatra en Indonesia y es una importante fuente maderera en las regiones tropicales y subtropicales de Asia.

Lugares de introducción a nivel mundial La especie ha sido introducida en muchos países tropicales incluyendo Filipinas, Malasia, Brasil, Gambia, Costa Rica, Burkina Faso, Costa de Marfil, Nigeria y Malawi; también es común en Cuba, Colombia, Brasil, Venezuela, Guatemala y en la zona tropical de México.

Lugares de introducción en Centroamérica En América Central existe un total de 225 000 ha de plantaciones forestales, de las cuales 52000 ha (23%) han sido plantadas con melina (*G. arborea*). Esta ha sido plantada con propósitos comerciales tanto en Costa Rica como en Guatemala.

### Morfología

La *G. arborea* es una especie de rápido crecimiento, oportunista en los bosques húmedos y se clasifica como una pionera de vida larga. Su capacidad de rebrote es excelente y los brotes presentan un crecimiento rápido y vigoroso. Es caducifolia, en las zonas secas,

puede llegar a medir 30 m de altura y presentar más de 80 cm de diámetro. Crece usualmente con un fuste limpio de 6 hasta 9m y con una copa cónica.

Copa: Presenta una copa amplia en sitios abiertos, pero en plantación su copa es densa y compacta. Corteza: lisa o escamosa, de marrón pálida a grisácea; en árboles de 6-8 años de edad se exfolia en la parte engrosada de la base del tronco y aparece una nueva corteza, de color más pálido y lisa. Raíz: Presenta un sistema radical profundo, aunque puede ser superficial en suelos con capas endurecidas u otros limitantes de profundidad. Fuste: Tiene un fuste marcadamente cónico, por lo regular de 50-80 cm de diámetro, en ocasiones hasta de 143 cm, sin contrafuertes pero en ocasiones engrosado en la base. Hojas: Grandes (10-20 cm de largo), simples, opuestas, enteras, dentadas, usualmente más o menos acorazonadas, de 10-25 cm de largo y 5-18 cm de ancho, decoloradas, el haz verde y glabra, el envés verde pálido y aterciopelado, nerviación reticulada, con nervios secundarios entre 3 y 6 pares y estípulas ausentes.

Usualmente, la especie bota las hojas durante los meses de enero o febrero en casi todas las regiones donde se cultiva. Las hojas nuevas se producen el marzo o a principios de abril. Flores: Numerosas, amarillo-anaranjadas, en racimos, monoicas perfectas, cuya inflorescencia es un racimo o panícula cimosa terminal, cáliz tubular, corola con 4-5 sépalos soldados a la base del ovario, de color amarillo brillante, cáliz 2.5 cm de largo y 4 estambres. La floración ocurre justo cuando las hojas han caído o cuando las nuevas hojas comienzan a desarrollarse. En su área de distribución natural la melina florece los meses de febrero a abril. En Centroamérica la floración se presenta, usualmente, entre diciembre y febrero pero en General, en América tropical florece de febrero a marzo, prolongándose en ocasiones hasta abril. La *G. arborea* inicia su época de floración y fructificación entre los 6-8 años, sin embargo en algunas plantaciones en Costa Rica florece a partir del tercer año. Frutos: Es un fruto carnoso tipo drupa, de forma ovoide u oblonga, carnoso, succulento, con pericarpo coriáceo y endocarpo óseo, de color verde lustroso, tornándose amarillo brillante al madurar, momento en el que caen al suelo, lo que facilita su recolección. Entre los frutos caídos naturalmente del árbol, los más indicados de recolectar son los de color verde amarillento, debido a que tienen el mayor porcentaje de germinación.

## **MANEJO DE LA PLANTACIÓN.**

En el manejo de la plantación comienza cuando la planta se encuentra establecida; entre las operaciones de manejo de la plantación 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 melina como son: podas, aclareos, control de malezas, control de plagas, fertilización.

### **Control de la maleza**

La melina en sus etapas iniciales de crecimiento es muy sensible a la competencia de la maleza, por lo que ésta debe eliminarse hasta que plantación alcance el crecimiento suficiente y para dominar a la vegetación espontánea.

Se recomienda que se realicen limpiezas por lo menos durante los dos primeros años, después del segundo año es necesario dar una limpieza anual hasta los cuatro años. El control de las malezas puede ser manual, mecánico, químico o mixto.

### **Fertilización**

No hay gran experiencia reportada en la literatura sobre el efecto de la fertilización sobre el crecimiento de la especie a nivel de plantación; sin embargo, algunos ensayos señalan que la aplicación de triple 15 (NPK) mejoró el crecimiento en plantaciones de un año cuando se aplicaron dosis de 150 g por planta.

### **Podas**

La forma en que las ramas de los árboles se ordenan dentro de la copa se conoce como patrón arquitectural de un árbol. Cada especie presenta un patrón de distribución de ramas característico. Fisiológicamente las ramas juegan un papel muy importante ya que albergan las hojas, lugar donde se lleva a cabo la conversión de la energía del sol en carbohidratos a través de la fotosíntesis. Desde el punto de vista industrial, en donde interesa la obtención de madera como materia prima, se busca la obtención de madera libre de nudos, esto se puede lograr mediante la eliminación artificial de las ramas o

esperando la eliminación natural de las ramas. Esta eliminación de ramas se conoce como poda y en plantaciones forestales consiste en la eliminación principalmente de ramas cuya actividad fotosintética es reducida o nula (ramas muertas). Como operación silvicultural, la poda es una inversión que se hace en los mejores individuos de la plantación y cuya retribución se espera con el mejoramiento de la calidad de la madera. En todo caso siempre se va a obtener de un árbol madera con nudos, lo que se busca con la poda es maximizar la proporción de madera libre de nudos y en las secciones nudosas la obtención de madera con nudos vivos.

Los árboles de melina se caracterizan por la presencia de ramas relativamente gruesas. Esto puede verificarse cuando se estudia la relación entre el grosor promedio de las tres ramas más gruesas con respecto al diámetro del árbol (Struck y Dohrenbusch, 2000). Esta relación ha sido denominada índice de grosor de ramas y puede variar entre especies, ya sean latifoliadas nativas y exóticas y también entre coníferas. Utilizando el índice de grosor de ramas se obtuvo que el grosor de las ramas de melina en árboles de 6 años de edad creciendo en la Zona Sur puede llegar a representar hasta el 60 % del diámetro a la altura del pecho.

### **Problemas fitosanitarios**

Plagas: Plantaciones de Melina en México no reportan plagas u otras enfermedades.

Sin embargo se presentan problemas de defoliación que son ocasionados por la hormiga arriera *Atta cephalotes*, o *Acromirmex* spp. Las cuales pueden combatirse con insecticidas de contacto organofosforados.

### **Aclareos**

Posterior al establecimiento de una plantación, los árboles de melina inician un período de rápido desarrollo, durante el cual los individuos utilizan la energía proveniente del proceso de fotosíntesis en diferentes procesos fisiológicos, que en orden de importancia podrían resumirse en: respiración, producción de biomasa foliar y raíces finas, floración y fructificación, crecimiento primario (altura) y crecimiento secundario (diámetro). Desde el punto de vista silvicultural, los árboles en la plantación comienzan a ocupar el sitio, esto es utilizar las reservas de agua, nutrientes y luz. Sin embargo, conforme los árboles acumulan biomasa, sus copas y su sistema radical crecen hasta entrar en competencia y

la tasa de crecimiento en volumen puede reducirse rápidamente. Cuando los árboles en la plantación entran en competencia, el silvicultor haciendo uso de criterios e indicadores, recomienda la ejecución de aclareos para ejercer control sobre la capacidad de carga del sitio, la estructura de la plantación, la productividad, el tamaño de los árboles y el tiempo transcurrido hasta la cosecha final. El objetivo final de los aclareos será concentrar el potencial de crecimiento en los individuos de mayor desarrollo y mejor calidad de fuste.

En los trópicos ha sido una práctica común iniciar una plantación forestal con un mayor número de árboles (en el cultivo de melina en Costa Rica se han utilizado densidades iniciales desde 1100 hasta 1600 árboles por hectárea).

Es así como a lo largo de la vida de una plantación se manipula el número de individuos tratando de mantener la densidad de la plantación dentro de rangos que permitan el crecimiento del rodal o bien el crecimiento individual de los árboles remanentes, siempre tomando en consideración el objetivo final para la obtención de productos específicos.

## **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. El nivel de espesura (ocupación) del rodal afecta una serie de atributos del mismo tales como su diámetro medio, volumen, conicidad media, longitud media de copa, tamaño de ramas, vigor de los árboles y longitud de la rotación. A la vez, estos atributos afectan la cantidad y calidad de la madera producida y por ende su valor comercial. Asimismo, el vigor del rodal y su resistencia a plagas y enfermedades también dependen del nivel de espesura. La elección de un régimen de espesura, es por tanto, una decisión crítica de la cual depende la consecución 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. Otro criterio es la estabilización de la sobrevivencia. La fase de manejo corresponde al lapso desde que termina la fase de establecimiento hasta el final del turno 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 de la implementación 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 concreta. Por otra parte permite determinar un punto de referencia concreto para los aclareos.

El resultado operativo es la densidad real de establecimiento. El régimen de espesura es la combinación del conjunto de técnicas que determinan la densidad a lograr al final de la fase de establecimiento y los aclareos. En una situación de no aplicar aclareos, el régimen de espesura se reduce a lo referido a la fase de establecimiento, es decir el espaciamiento inicial y las técnicas de establecimiento que determinan en buena parte la sobrevivencia (el otro elemento que escapa del control es el factor climático).

## **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 microsítio, 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 para Melina

DQ	NH	Por60	Por40	Por25
8				
8.5				
9				
9.5				
10				
10.5				
11				
11.5				
12				
12.5				1132
13				1063
13.5				1001
14				944
14.5				892
15				845
15.5				802
16				762
16.5			1160	725
17			1106	691
17.5			1056	660
18			1009	631
18.5			966	604
19			925	578
19.5			887	555
20			852	533
20.5			819	512
21		1182	788	492
21.5		1138	759	474
22		1097	731	457
22.5		1058	705	441
23		1021	681	426
23.5		987	658	411
24		954	636	397
24.5		923	615	385
25		893	596	372
25.5		865	577	361
26		839	559	350
26.5		814	542	339

DQ	NH	Por60	Por40	Por25
27		790	526	329
27.5		767	511	319
28		745	497	310
28.5		724	483	302
29	1173	704	469	293
29.5	1142	685	457	285
30	1111	667	445	278
30.5	1082	649	433	271
31	1054	633	422	264
32	1002	601	401	250
32.5	977	586	391	244
33	954	572	381	238
33.5	931	559	372	233
34	909	545	364	227
34.5	888	533	355	222
35	868	521	347	217
35.5	848	509	339	212
36	829	498	332	207
36.5	811	487	324	203
37	794	476	317	198
37.5	777	466	311	194
38	760	456	304	190
38.5	745	447	298	186
39	729	438	292	182
39.5	715	429	286	179
40	700	420	280	175

## GUÍA DE LA DENSIDAD DE LA ESPECIE

La figura 1 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 18.7 centímetros (cm) y con una densidad de 371 individuos por hectárea, la segunda plantación con mayor Dq de 22.9 cm y densidad de 587, requiere de aclareo con el fin de evitar pérdidas en el incremento volumétrico.

Con la tabla anterior la ubicación de la primera parcela se aproxima al 25 %, para segunda se ubica próximo al 40 %.

SITIOS CAMPECHE	ESPECIE	Dq (cm)	DENSIDAD (N/HA)
1	Melina	18.78	371
6	Melina	22.97	587

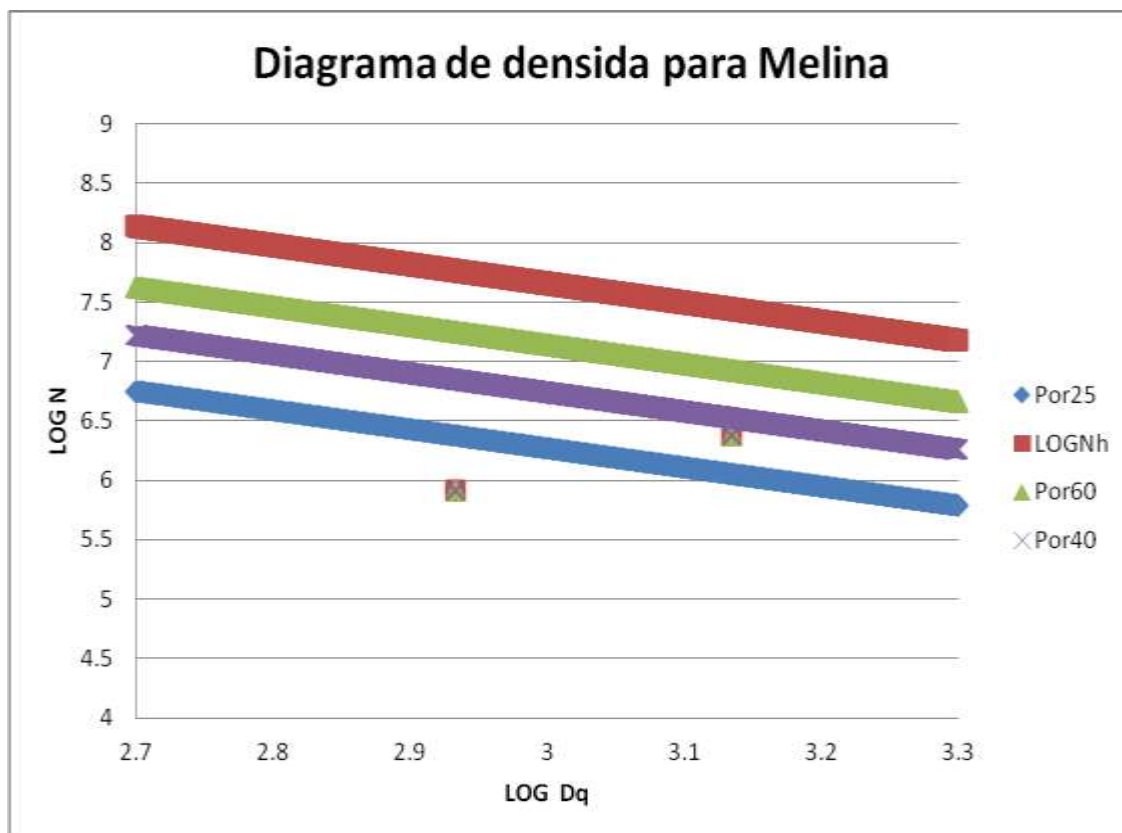


Figura 1. Expresión grafica de la Guía de densidad para Cedro, con los porcentajes de 25, 35, 60 y del 100

## **BIBLIOGRAFÍA**

CHAUCHARD, L.; 2001. *Crecimiento y producción de las repoblaciones de Pinus radiata D.Don en el Territorio Histórico de Gipuzkoa-País Vasco*. Tesis Doctoral U.P.M. Pub. 40 Serv. Pub. Gob. Vasco. Bilbao.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1997. Plantaciones de Melina en el Estado de Guerrero. En: *Tecnologías Llave en Mano-División Forestal*. SAGAR. México. pp. 157-158.

Blanco, M. y Cruz, L. 1999. Evaluación de la resistencia a la degradación por insectos de algunas especies maderables de uso comercial bajo diferentes tratamientos. Informe de Proyecto de Investigación No. 731-95-251. Laboratorios de Productos Forestales.

Universidad de Costa Rica. 76 p. Bolaños, P. 2002. Posibilidades de diseño a partir de productos secundario (cabería) de madera de melina. Informe de práctica de especialidad. Cartago, C.R.}

Instituto Tecnológico de Costa Rica. p 100. Boone, R; Kozlik, C.J.; Bois, P. y Wengert, E.M. 1988. Dry kiln schedules for commercial wood: temperate and tropical. General Technical Report FPL-GTR-57. United States Forest Service. Forest Products Laboratory.158 p.

## ANEXO FOTOGRÁFICO



Figura 2. Predio Hacienda Dzidzila propietario Carlos Diez



Figura 3. Predio CitroCampeche administrado por Chedraui