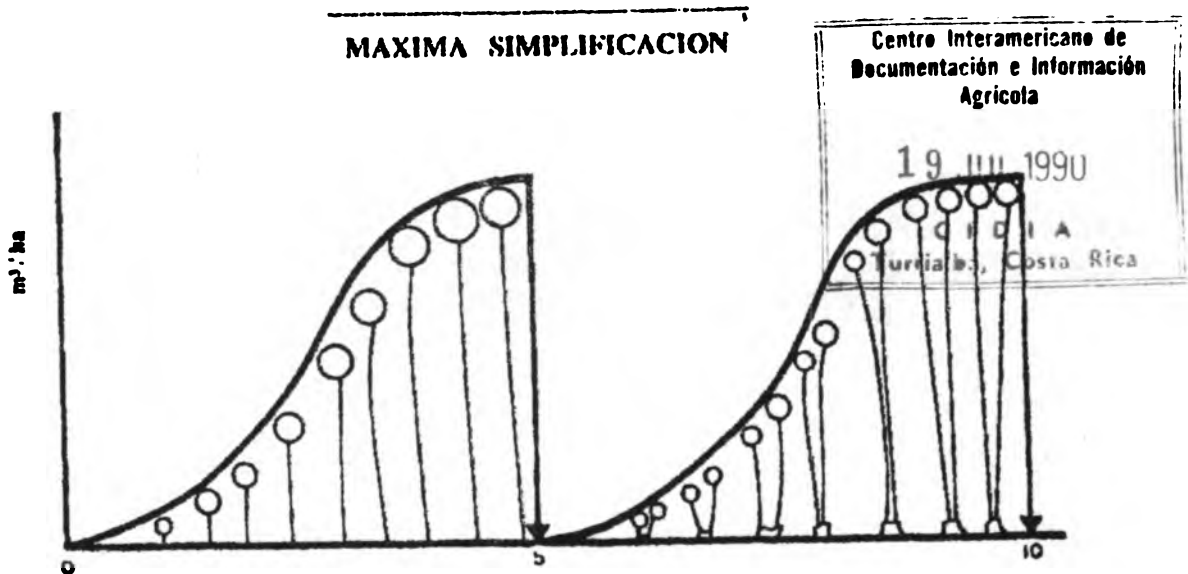
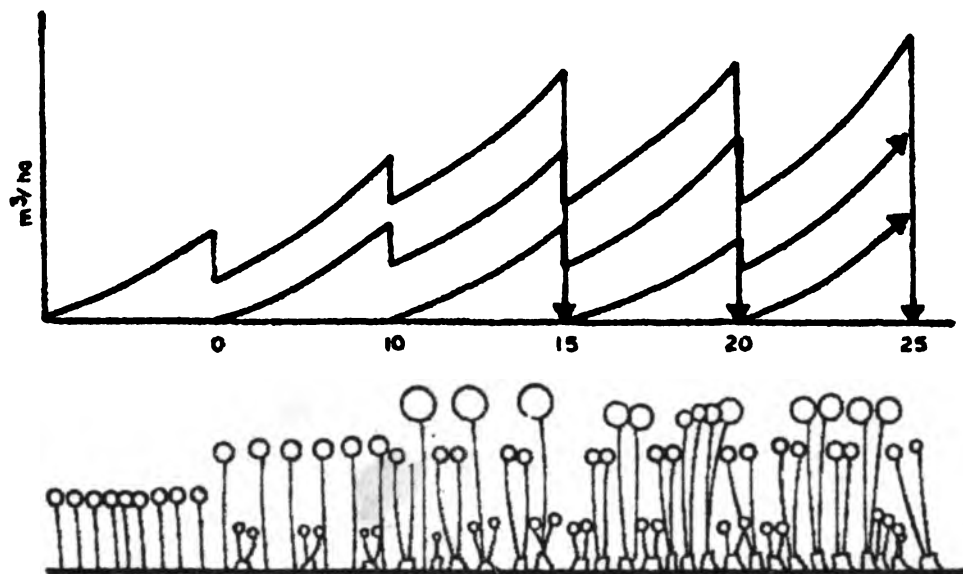


I Y II CURSO CENTROAMERICANO DE SILVICULTURA DE PLANTACIONES DE ESPECIES DE ARBOLES DE USO MULTIPLE.



TOMO II

MAXIMA COMPLICACION



I Siguatepeque, Honduras, del 8 al 20 de junio de 1987

II Liberia, Guanacaste, Costa Rica, del 26 de junio al 9 de julio de 1988

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
(CATIE)**

Turrialba, Costa Rica, 1989

INFORME INTERNO

**MEMORIAS DEL I Y II CURSO CENTROAMERICANO
DE SILVICULTURA DE PLANTACIONES DE ESPECIES
DE ARBOLES DE USO MULTIPLE.**

**I Siguatepeque, Honduras
del 8 al 20 de junio de 1987**

**II Liberia, Guanacaste, Costa Rica
del 26 de junio al 9 de julio de 1988**

Miguel Angel Musálem, Editor

**Publicación patrocinada por el
Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA)
CATIE-ROCAP 596-0117**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
(CATIE)
PROGRAMA DE PRODUCCION Y DESARROLLO AGROPECUARIO SOSTENIDO
AREA DE PRODUCCION FORESTAL Y AGROFORESTAL
Turrialba, Costa Rica, 1989**

CAPITULO VIII

CORTAS INTERMEDIAS

CORTAS INTERMEDIAS

Miguel Angel Musálem *

1. Definición

En el presente trabajo, se acepta bajo intervenciones silviculturales el concepto de Cortas Intermedias acostumbrado en bosques naturales y que se aplican durante todo el turno de la masa a excepción del período de regeneración.

Generalmente, se reconocen 6 tipos de Cortas Intermedias (Figura 1). Las tres primeras tienen su ámbito de aplicación en bosques naturales en forma exclusiva y, las tres últimas, son también aplicables a las masas artificiales.

2. Tiempo de aplicación

a) En masas naturales

Las limpias se aplican generalmente al inicio del turno así como las cortas de liberación. Las cortas de mejoramiento se aplican en masas no intervenidas con anterioridad con aclareos. Los aclareos en todo el turno, así como también las cortas de salvamento, de acuerdo a las condiciones que provocan las plagas y enfermedades o los factores meteorológicos. Las podas normalmente a partir de la mitad del turno (Figura 2).

b) En masas artificiales

Sin duda, las intervenciones silvícolas en forma de cortas intermedias más importantes en las plantaciones son los aclareos, junto con las podas y las cortas de saneamiento, que ocupan un lugar secundario. La aplicación de un programa adecuado de aclareos desde un principio del turno, reduce la necesidad de la aplicación de cortas de saneamiento de recuperación, y de mejoramiento.

Por su importancia en la silvicultura de los AUM, los aclareos, la poda y el manejo de copas, se discuten en forma más amplia en capítulos aparte de estas memorias. Aquí, solamente se dan algunos conceptos básicos para diferenciar unos de otros.

3. Definiciones.

3.1. Limpias

La limpia es una corta intermedia que se realiza en un rodal, para liberar a los mejores individuos jóvenes, de la competencia de individuos indeseables, de la misma edad, o que puedan llegar a competir con ellos en un futuro (Smith, 1986).

La necesidad de la aplicación de las limpias en el caso de la regeneración natural viene cuando tanto la preparación del sitio como el método de corta empleado para la

* Silvicultor principal. Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

- 1). Limpia**
- 2). Corta de liberación**
- 3). Corta de mejoramiento**
- 4). Corta de saneamiento**
- 5). Aclareos**
- 6). Podas**

Figura 1. Clasificación de las cortas intermedias.

regeneración crea condiciones favorables para la presentación tanto de especies deseables como de especies indeseables. El uso de la limpia se puede presentar en el caso de los bosques artificiales, donde la preparación del terreno promueve, también, el crecimiento de especies indeseables, por lo que la aplicación del Control de Malezas, término que se usa convencionalmente en este caso, se reserva para un control de toda la vegetación que compita con la cosecha principal, sea que sus copas compitan o no.

En el caso de los bosques naturales, el propósito principal de la limpia es mejorar o regular la composición de los rodales mezclados, es decir, regular la proporción de presencia de las especies deseables (Figura 3).

Por lo anterior, el uso de la limpia en bosques artificiales puros no es esencial. Sin embargo, para clima tropical húmedo, debe hacerse cuanto antes, durante el primer año, si no se ha realizado Control de Malezas en forma constante.

3.2. Corta de liberación.

La corta de liberación, en el sentido Silvicultural, se refiere a la liberación de los individuos de un rodal joven, de la competencia de árboles viejos y cuya copa proyecta sombra sobre los individuos jóvenes (Smith, 1986). En la corta de liberación, los árboles viejos pueden cortarse o matarse en pie, por anillamiento o envenenamiento.

Los árboles viejos del rodal están allí ya sea porque se dejaron en pie en la cosecha anterior, o desde antes del establecimiento del nuevo rodal, ya sea natural o artificialmente, pero no son aquellos que se han dejado intencionalmente para proporcionar sombra, semilla, u otro producto. Es posible observar en las plantaciones actuales la presencia de palmas y otras especies valiosas que se han dejado intencionalmente.

La corta de liberación, no es esencial, en la práctica de la producción de rodales puros, donde se ha realizado buena preparación inicial del sitio y Control de Malezas. Sin embargo, es posible su aplicación en plantaciones viejas y abandonadas que no han sido intervenidas (Figura 4).

3.3. Corta de Mejoramiento

La corta de mejoramiento se realiza en rodales, a la mitad del turno, con el propósito de mejorar la composición y calidad del rodal (Smith, 1986). Se eliminan los árboles de especies indeseables, y de forma indeseable de las mismas especies de la cosecha principal. La corta de mejoramiento se realiza para corregir condiciones de rodales de edad avanzada, donde no se han aplicado limpias y cortas de liberación, oportunamente.

Normalmente, las cortas de mejoramiento se aplican en conjunto con los aclareos en rodales de edad avanzada, donde estas no han sido aplicadas con anterioridad o sido abandonadas por algún tiempo y no son substitutos de cortas normales de aclareo, aplicándose solo una vez en el turno.

3.4. Corta de Recuperación.

Las cortas de recuperación o de salvamento se realizan con el propósito de extraer arboles que han sido dañados o están en inminente peligro de ser muertos o dañados por agentes distintos a la competencia del rodal (Smith, 1986).

Esta corta está indicada para recuperar árboles valiosos que han sido dañados y muertos o moribundos que de una manera u otra serán perdidos. Los daños pueden ser debido a insectos, hongos, incendio, rayos, viento, etc. tratando de reducir las pérdidas de producción.

Un caso especial son las cortas de saneamiento, que se diferencian de las cortas de salvamento en que se combinan con precauciones para evitar que se dispersen organismos y plagas de insectos u hongos, inclusive para prever que se llegue a establecer una plaga en un rodal (Figura 5).

3.5. Aclareo.

El aclareo es una corta intermedia diseñada para reducir la competencia entre individuos de un rodal, a intervalos regulares, para conducir el crecimiento del rodal sobre los individuos que quedan en pie.

El aclareo es tal vez la corta intermedia más importante durante el turno. En plantaciones forestales permite aumentar los rendimientos, acortar los turnos de producción, y mantener el vigor y crecimiento sano del rodal.

3.6. Poda.

La poda es una corta que elimina las ramas bajas del fuste, con el objeto de eliminar los nudos de la madera. Sin embargo en el manejo de las especies de AUM, las podas no solo se aplican para mejorar la calidad de la madera, sino también para obtener productos como follaje y leña y para graduar la sombra en cultivos asociados y en sistemas agroforestales, así como para obtener tutores para cultivos y postes para cercas vivas, entre otros productos (Figura 6).

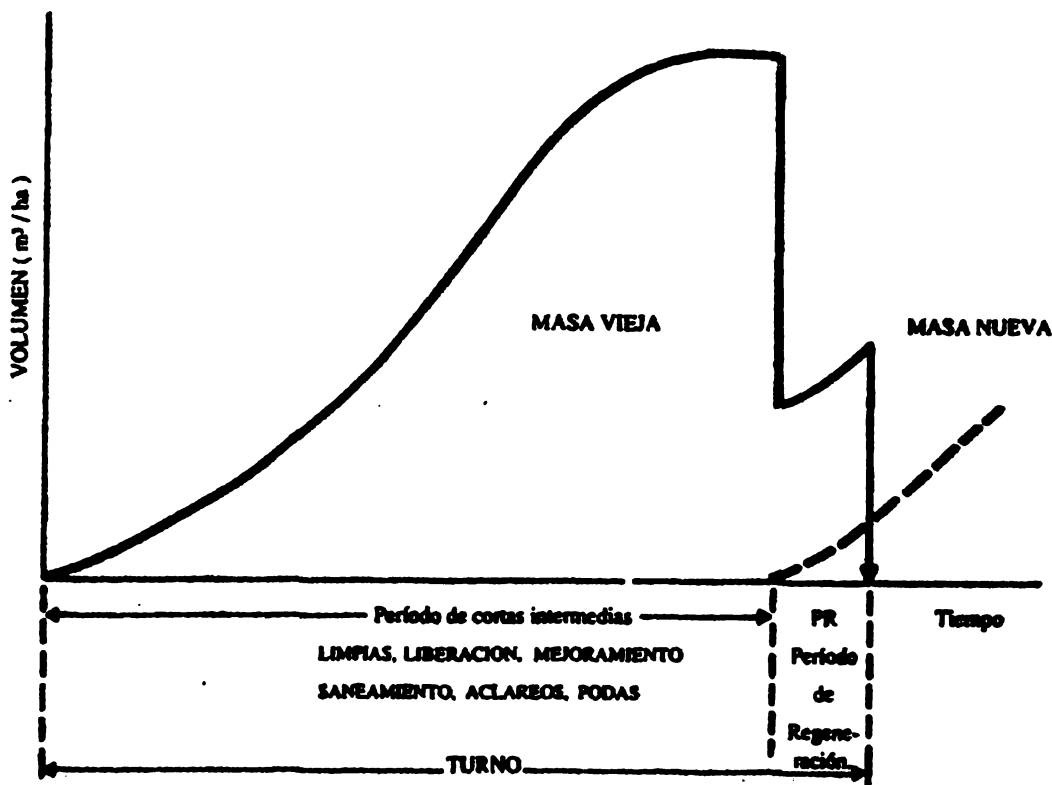


Figura 2 Concepto de cortas principales y cortas intermedias en masas naturales

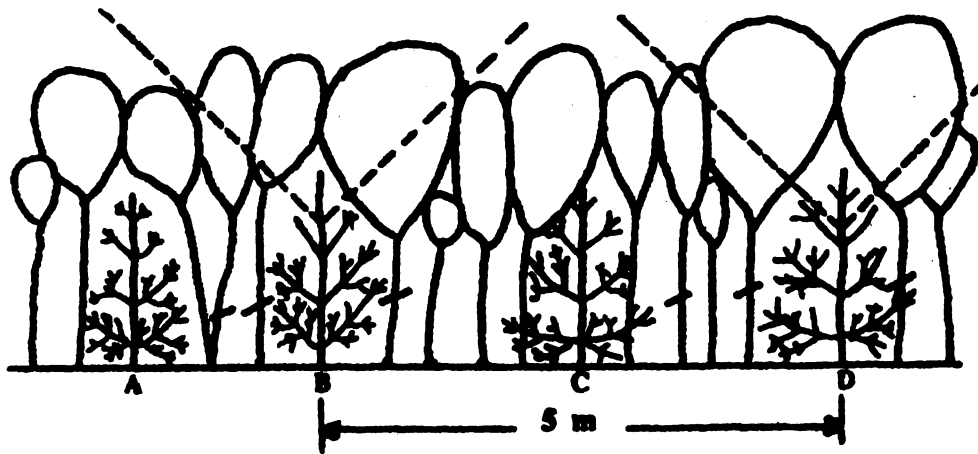


Figura 3. Limpia.

El objetivo que se muestra en esta figura es la remoción de todas las hojosas que interfieren con las coníferas dentro de un cono invertido cuyo ápice queda a más o menos de 50 cm por debajo del ápice de la conífera, y tiene un ángulo de 90° . Los árboles B y D espaciados más o menos 5 metros para dar 150 coníferas por acre son los que deliberadamente se han limpiado. Los árboles A y C se han ignorado. Si se quisiera aumentar el grado de la limpia, se debe ampliar el ángulo o se debe bajar el ápice del cono. El grado de la limpia depende del crecimiento relativo de las especies (Smith, 1986).

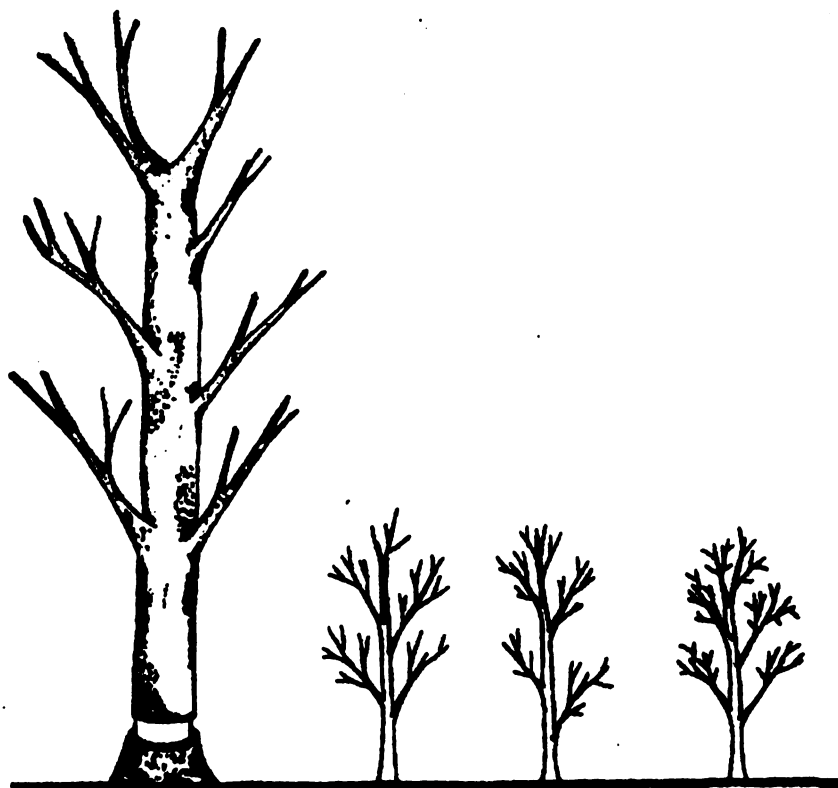


Figura 4. Corta de liberación. Anillamiento para matar en pie un árbol grande y eliminar la competencia por luz de la cosecha principal.

**CORTAS DE RECUPERACION
(CORTAS DE SALVAMENTO)**

**Recuperación
de árboles
dañados por:**

- * Huracanes, ciclones,
nieve, ventisca,
sequia, vientos fuertes
inundaciones, etc.
(Arboles muertos)

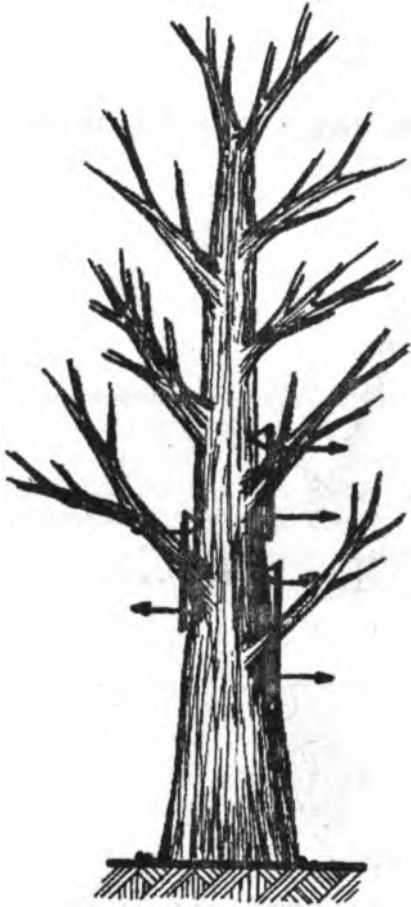
**Tipo especial
de corta de
recuperación**

**Corta de
saneamiento**

- * Plagas de
insectos
- * Enfermedades

**(Implica corta
de árboles vivos
como medida de
control)**

Figura 5. Clasificación de las cortas de recuperación.



PODA

Concepción Tradicional:

- * Mejorar la calidad de la madera.

Concepción Especies AUM:

- * Mejorar la calidad de la madera



- * Producción de Leña
- * Producción de follaje para forraje
- * Manejar la sombra en cultivos asociados
- * Material para
 - Cercos Vivos
 - Tutores

**Figura 6. Concepto amplio de la poda en cultivo de especies de AUM.
Manejo de copas**

tarde y evitar el daño que las excretas de los pájaros causan a obras y pascantes.

- **Control de sombra.** Poda muy utilizada para graduar la sombra en cultivos perennes como café y cacao y en cultivos de ornamentales.
- **Podas de fructificación y de rejuvenecimiento.** Utilizado consistentemente en árboles frutales de clima templado y frío, para aumentar la producción de flores y frutos, poda muy especializada donde se reconocen las yemas a flor y a madera.
- **Acceso a rodales y otras operaciones de explotación** Se utilizan para mejorar el acceso, seleccionar árboles para marqueo en aclareos, control de plagas o aplicación de fertilización.
- **Podas para evitar derrumbre por viento en *Gliricidia sepium* cuando joven.**
- **Podas para impedir floración y fructificación para evitar pérdida de nutrientes y regular la fisiología de la planta (Baggio, 1982.)**
- **Podas de ramas**

3. Manejo de copas

Sin embargo, después del inventario de todos los tipos de poda anotados en el capítulo anterior, lo más importantes desde el punto de vista de la silvicultura de AUM es la poda de ramas, denominada la operación como manejo de copas, con propósitos bastante definidos:

3.1 Manejo de copas para regular la sombra

3.1.1 En el caso de los cultivos perennes asociados con árboles por ejemplo, café y cacao, el manejo de la sombra mediante el corte de ramas de árboles de sombra queda prescrito en épocas específicas del año sus intensidades, así como su altura.

3.1.2 El manejo de copas para regular la sombra a cultivos anuales está indicado en los sistemas de establecimiento de plantaciones como en Taungya para aumentar el período disponible de producción del cultivo agrícola. También el caso de *Alley cropping* para producir e integrar al suelo el follaje, en el caso de los árboles fijadores de nitrógeno.

3.1.3 El manejo de copas para regular la sombra en cultivos de plantas ornamentales y otros.

3.1.4 El manejo de copas para regular la sombra para el ganado en diversas épocas del año y para aumentar la producción de los pastos asociados.

3.2 Manejo de copas para producción de follaje

3.2.1. El manejo de copas para producción de forraje. Este campo es muy importante para los árboles de uso múltiple. La producción de los árboles en masas puras, en líneas, en cercas y/o aislados reviste gran importancia. La época, la intensidad y la calidad del follaje son determinados en su calidad como forraje o suplemento proteico.

3.2.2. El manejo de copas para la producción de árboles de navidad y follaje ornamental.

3.3 Manejo de copas para la producción de leña.

Este aspecto de la producción bastante promisorio sucede en el caso de las cercas de *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Cupressus lusitanica*, *Pinus* sp., observable en una gran cantidad de especies y casos.

Los rendimientos, la frecuencia, la intensidad y la época de las cortas deben investigarse con bastante detenimiento.

Estas menciones tratan solamente de presentar la importancia que el conocimiento del manejo de copas tiene. Se deben observar prácticas sostenibles de manejo de copas con distintos propósitos para al menos las especies prioritaria de AUM.

4. El manejo de copas de las especies prioritarias de AUM

A continuación se presentan los casos de manejo de copa de cinco especies prioritarias de AUM, indicando los procesos seguidos así como los rendimientos obtenidos.

4.1. *Guazuma ulmifolia*. Producción de leña en épocas críticas. Producción de follaje y frutos, regulación de sombra para ganado, corte de postes para cercas.

4.2. *Gliricidia sepium*. Producción de postes (estacas), producción de follaje para forraje, producción de follaje para mulch, producción de leña, regula la sombra para ganado, alineación en , producción de postes y MIRU.

4.3. *Cupressus lusitanica*. Producción de leña, mejoramiento de la forma en árboles de navidad.

4.4. *Mimosa scabrella*. Manejo de sombra para café.

4.5. *Leucaena leucocephala*. Producción de follaje para forraje.

5. Literatura citada

- ADLARD, P. G. 1969. Quantitative effects of pruning *Pinus patula* in Malawi. *Commonw. For. Rev.* 48(4):339-349.
- BAGGIO, A. J. 1982. Establecimiento manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 91 p.
- BELIARD, C. A. 1984. Producción de biomasa de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, en cercos vivos bajo tres frecuencias de poda (Tres, seis, y nueve meses). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 97 p.
- GUILLEN, H. J. y HUEZO, Q. N. 1987. Evaluación de la leucaena (*Leucaena leucocephala*) como sustituto protéico de la harina de semilla de algodón en alimentación de bovinos lecheros Tesis Ing. Agr. San Salvador, Salv., Universidad Evanagélica de El Salvador. 51 p.
- HAWLEY, R. C.; SMITH, D. M. 1972. Silvicultura práctica. Trad. por Jaime Terradas. Barcelona, España, Ediciones Omega. 544p.
- KEOGH, R. M.; UNA. 1987. The care and management of teak (*Tectona grandis* L. f.) plantations; a practical field guide for foresters in the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. Heredia, C.R., UNA. 48 p..
- LUCKHOFF, H. A. 1949. The effect of live pruning on the growth of *Pinus patula*, *P. caribaea* and *P. taeda*. *Journal South African Forestry Association* 18:25-55.
- PICADO, W., SALAZAR, R. 1984. Producción de biomasa y leña en cercas vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud de dos años de edad en Costa Rica. *Silvoenergía* (C.R.) No 1: 1-4
- ROJAS, R. T. y TORRES, C. G. 1989. Arboles de navidad establecimiento y manejo., ITCR. Serie Informativa Tecnología Apropriada. N. 19. 47 p.
- SALAZAR, R.; ROSE, D. 1984. Firewood yields of individual trees of *Guazuma ulmifolia* Lam. in pastures in Hojanca, Guanacaste; Costa Rica. *Commonwealth Forestry Review* (G. B) 63(4): 271-278 p.
- SANTANDER, F. C.; CAMPOS, A. J. 1988. El guácimo (*Guazuma ulmifolia* lam.), especie forestal de uso múltiple para los trópicos húmedos. 1 ed. San José, C.R., Editorial Texto, 30 p.
- SCHONAU, A. P. G. 1974. The effect of planting spacement and pruning on growth, yield and timber density of *Eucalyptus grandis*. *South African Forestry Journal* 88:16-23.
- WILLIAMS, M. W. 1981. Decision-making in forest management. Chichester, G.B. Research Studies Press. 143 p.

UTILIZACION DEL INDICE DE DENSIDAD DEL RODAL (IDR) EN EL MANEJO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIONES FORESTALES

M.Sc. Edgar Ortíz Malavasi*

1. Introducción

El crecimiento de un árbol en un bosque depende de varios factores: a) de la competencia a que está sometido, b) del vigor del árbol, el cual depende a su vez de su edad y su estado fitosanitario, c) de sus características genotípicas y d) de la calidad del sitio en donde está creciendo. El crecimiento de un bosque con un todo ($m^3/ha/año$) es igual a la suma de los crecimientos individuales de cada árbol en el bosque y, por lo tanto, depende del número árboles creciendo en el bosque.

En bosques de una misma edad y tamaño medio de los árboles, el crecimiento neto por hectárea es mayor conforme se incrementa el número de árboles/ha, y hasta un tope máximo, el cual los bosques raramente sobrepasan. Por otro lado, conforme hayan más árboles en un bosque, el tamaño de cada árbol en el bosque será menor. Esto debido a que la competencia entre árboles es mayor y, por lo tanto, el crecimiento será menor.

Según lo expuesto, una plantación forestal puede ser manejada para maximizar su crecimiento por hectárea o para maximizar el crecimiento de los árboles individuales de la misma. Ambos objetivos son generalmente excluyentes (Long, 1985). Bajo la primera opción, se obtendrá de la plantación mucho material leñoso, para postes, leña y pulpa para papel, y, en un porcentaje menor, madera para aserrío. Bajo la segunda opción, se obtendrán rápidamente árboles grandes para aserrar. El manejo del bosque para alcanzar uno de estos objetivos implica el "manejo de la densidad del rodal".

El manejo de la densidad de un rodal es la manipulación y control de la cantidad de material creciendo en él, y el tratamiento silvícola aplicado se ha denominado: raleo forestal. Varios métodos se han desarrollado con este propósito, y pueden estudiarse en Daniel et al (1982), Hawley y Smith (1972) y Picado (1986). Esta nota técnica tiene como objetivo presentar y fundamentar una metodología recientemente propuesta (Long, 1985), la cual permite el diseño de un programa de raleos ajustados al objetivo de manejo fijado: maximizar crecimiento del rodal como un todo, o maximizar el crecimiento de los árboles individuales en el mismo.

* Profesor. Departamento de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

2. Evaluación de la densidad de un rodal

Si aceptamos que raleos son tratamientos silviculturales en los que se manipula y controla la densidad del rodal con el propósito de redistribuir el potencial de crecimiento y mejorar la calidad del rodal (Daniel *et al.*, 1982), es evidentemente necesario saber evaluar correctamente la densidad de un rodal. El concepto de densidad de un rodal, ha sido confundido por muchos como equivalente a número de árboles/ha en el rodal. Densidad de rodal, sin embargo, es una medida del estado de competencia entre árboles en el rodal, el cual depende no sólo del número de árboles/ha, sino que también de su tamaño y distribución en el rodal.

Al escoger una variable para evaluar densidad del rodal, debemos tener en mente que la variable seleccionada pueda ser utilizada eficientemente en el diseño de nuestro programa de raleos. Primeramente, la variable a seleccionar debe evaluar el estado de competencia del rodal correctamente y, por lo tanto, la variable a escoger debe integrar la evaluación del tamaño medio de los árboles, su número por unidad de área y su distribución espacial en el rodal (Clutter *et al.*, 1983). En segundo lugar, la variable escogida, debe ser independiente de la calidad del sitio y de la edad del rodal. Finalmente, la variable escogida nos debe permitir traducir fácilmente un objetivo de manejo en un programa de raleos. De las variables disponibles: Número de árboles/ha, área basal/ha, índice de espaciamento, razón árbol - área, factor de competencia de copas e índice de densidad del rodal (IDR), el último índice ha sido calificado como el mejor (Daniel *et al.*, 1982; Long, 1985).

El índice de densidad del rodal (IDR) fue desarrollado por Reineke (1933), y está fundamentado en la regla del auto-raleo, esto es, en la relación existente entre el número de árboles/ha y su tamaño medio.

En teoría, el IDR se debe calcular utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{IDR} = N * (\text{dap}/25)^{1.67} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

N = número de árboles por hectárea

dap = es el diámetro medio del rodal (en cm)

Una ventaja del IDR es la facilidad con que puede calcularse y aplicarse. La ecuación (1) uede manipularse algebraicamente para cualcular:

a) el número de árboles por ha dado un IDR y un dap determinados.

$$N = \text{IDR}/(\text{dap}/25)^{1.67} \dots \dots \dots (2)$$

b) el diámetro medio del rodal dado un IDR y N determinados.

$$\text{dap} = 25 * ((\text{IDR}/N)^{0.6}) \dots \dots \dots (3)$$

Cuando un rodal está en condición de auto-raleo el valor del IDR alcanza su máximo. Sabiendo que el IDR máximo describe la densidad de rodales en condición de auto-raleo, un programa de raleos, se diseñará de forma tal que se mantenga al rodal fuera de esta condición. La bondad del IDR como fue propuesta por Reineke, es que

permite comparar la densidad de rodales de distintas edades, calidades de sitio, número de árboles/ha y tamaño medio del árbol (dap). De acuerdo con la ecuación (1), un rodal A, con 1600 árboles/ha, y un dap de 12,5 cm, tendrá aproximadamente la misma densidad que un rodal B, con 800 árboles/ha y un dap de 18.9 cm:

$$\text{IDR} = 503 \text{ (para rodal A)}$$

$$\text{IDR} = 501 \text{ (para rodal B)}$$

Lo anterior significa que existe una curva (IDR) definida por la ecuación:

$$\text{IDR} = N * ((\text{dap}/25)^{1.67})$$

en la que se ubican todas las parcelas que tienen un mismo índice de densidad del rodal (IDR). Cuando un rodal está en condición de auto-raleo el IDR alcanza su máximo.

3. La regla de auto-raleo

Auto-raleo es el término que expresa que un bosque regula en forma natural su densidad. Cuando una plantación es muy densa, entra en un estado de auto-raleo, estado en el cual la competencia entre árboles alcanza su máximo, el crecimiento neto del rodal es mínimo y la mortalidad se maximiza. La regla del autoraleo describe entonces, cómo se comporta la mortalidad en un rodal en condición de auto-raleo (Westoby, 1984).

Aplicado a comunidades arbóreas la regla expresa que: "la biomasa/ha de rodales densos es inversamente proporcional a la raíz cuadrada del número de árboles por hectárea en el rodal".

Esto es:

$$B \propto N^{-1/2} \dots \dots \dots (4)$$

$$B = C * (N^{-1/2}) \text{ (Westoby, 1984)} \dots \dots \dots (4a)$$

donde:

B= biomasa/ha del rodal (en kg/ha o m³/ha)

N= número de árboles/ha

C= una constante

Una formulación alternativa de la regla es (Westoby, 1984; Drew y Flewelling, 1979):

"el tamaño medio máximo por árbol en un rodal denso es inversamente proporcional al número de árboles/ha en el rodal elevado a los 3/2".

Esto es:

$$W = C * ((N^{-3/2})) \text{ ó } \log(W) = \log(C) - 3/2 * \log(N) \dots \dots \dots (5)$$

donde:

W = es el tamaño medio por árbol ($m^3/\text{árb.}$)

C = es una constante

Una tercera forma de formular la regla de auto-raleo es (Drew y Flewelling, 1979):

Asumiendo que: $W \propto \text{dap}^{2.5}$

entonces: $W = K * (\text{dap}^{2.5}) \dots \dots \dots (6)$

Sustituyendo (5) en (6)

$$C * (N^{-3/2}) = K * (\text{dap}^{2.5})$$

Se obtiene:

$$N = K1 * (\text{dap}^{-1.67}) \quad \text{ó} \quad \log(N) = \log(K1) - 1.67 \log \text{dap} \dots \dots \dots (7a)$$

$$\text{dap} = K2 * (N^{-0.6}) \quad \text{ó} \quad \log \text{DAP} = \log K2 - 0.6 \log N \dots \dots \dots (7b)$$

Donde:

K , $K1$ y $K2$ son constantes a calcular

La regla del auto-raleo es empírica. Ella es el resultado de observaciones experimentales realizadas hasta el presente, pero no tiene aún explicación científica. Westoby (1984), con base en la información generada hasta el momento hipotetiza que existe una línea de auto-raleo por cada combinación especie/ambiente (ecuaciones 4, 5, 7a y 7b).

Esta línea representa el límite superior de cualquier combinación de biomasa/ha-número de árboles/ha. En ausencia de competencia entre árboles, los rodales tienden a incrementar en biomasa para un número dado de árboles/ha, hasta que alcanzan el límite impuesto por la línea de auto-raleo, para luego desplazarse a lo largo de esta (Figura 1).

La regla del auto-raleo tiene tres características importantes (Westoby, 1984):

- a) El tiempo no entra en juego en la ley, dado que mortalidad depende de la acumulación de biomasa en el rodal.
- b) La relación biomasa vs número de árboles, o la relación tamaño medio/árbol vs número de árboles es independiente de la calidad del sitio. Dado que la mortalidad es expresada como producto de la acumulación de biomasa, la mortalidad es más baja en malos sitios y más alta en buenos sitios.
- c) La línea de auto-raleo tiene una pendiente de $-1/2$ ($-3/2$ y -1.67 en ecuaciones 5 y 7a) para la mayoría de las especies estudiadas, y la localización de la línea, dada por su intercepción varía poco entre especies y condiciones de sitio.

Cuando un rodal entra en la banda de auto-raleo, la competencia por agua, iones minerales y principalmente por luz tiende a maximizarse. El resultado de esta alta

competencia es la desaparición y estancamiento de aquellos individuos que por sus características genéticas, vigor o condiciones de micrositio no están en condiciones de competir.

Utilizando la regla del auto-raleo como fue formulada en las ecuaciones 7a y 7b, podemos calcular el tamaño medio máximo por árbol (expresado en términos de su dap) que se puede obtener en un rodal de un número determinado de árboles/ha (N). Siguiendo la hipótesis de Westoby (1984), la línea de auto-raleo para cada combinación especial/condición de sitio está definida por la ecuación:

$$N = K * (dap^B) \dots \dots \dots (8)$$

donde:

K y B parámetros a estimar

En teoría B= -1,67 y K varía para cada combinación especie/ambiente. El parámetro B, el cual es utilizado para el cálculo de IDR, puede, sin embargo, variar para distintas especies. Para estimar el valor de B y K se necesita información referente al número de árboles/ha y diámetro promedio de parcelas experimentales, en rodales en donde persiste el estado de auto-raleo, esto es rodales, realmente densos. El principal problema radica en cómo determinar cuáles rodales o parcelas están en condición de auto-raleo. Una forma práctica y simple para resolver el problema es calcular inicialmente un IDR utilizando la siguiente ecuación:

$$IDR = N * (dap/25) \dots \dots \dots (9)$$

En esta ecuación asumimos que B= 1. Una vez calculado este IDR inicial, escogemos para calcular el verdadero valor de B aquellas parcelas con IDR inicial más alto. Una vez escogidas las parcelas en condición de auto-raleo la determinación de los parámetros B y K se puede hacer gráficamente o a través de una regresión matemática para el modelo lineal:

$$\log N = \log a + b \log dap$$

donde:

- a= es el estimador de K
- b= es el estimador de B

Westoby (1984) sugiere que se consideren aquellos puntos (parcelas) en donde se compruebe una mortalidad, debida a alta densidad, de un 20 %. Es necesario aclarar que el incluir puntos que no han empezado a autoralearse pueden empinar (b más grande) o aplanar (b más baja) la línea de auto-raleo. Finalmente, una vez calculado b (el estimado de B) es recomendable probar si el valor calculado es estadísticamente diferente de -1.67. Si se fallara en rechazar la hipótesis nula (Ho: B= -1,67) se debe calcular el IDR tal y como se presentó en la ecuación 1. Si se logra rechazar la hipótesis nula, el IDR se calcula como en 1, pero sustituyendo 1.67 por el nuevo valor de b. El IDR máx para la especie, se estima recalculando los IDR de las parcelas en condición de auto-raleo para luego tomar su promedio.

4. Relaciones densidad - crecimiento - objetivo de manejo de la plantación

La densidad es una característica dinámica de una plantación. A medida que crecen los árboles en la plantación, la densidad se hace mayor. Raleo o manejo de densidad de rodal es la manipulación y control de la cantidad de material creciendo en el bosque (Long, 1985). La dificultad mayor en el manejo de la densidad, es determinar los niveles apropiados a los cuales se debe mantener la densidad del rodal para alcanzar los objetivos de la plantación (producción de leña, pulpa, postes, o árboles para aserrar). Langsaeter (1941) citado por Long (1985), Hawley y Smith (1972) y Daniel et al. (1982), ha establecido claramente las relaciones densidad-crecimiento de árboles y rodales.

Del análisis hecho por Langsaeter, y evaluando densidad en términos del IDR (Figura 2), podemos señalar cuatro zonas de IDR de gran importancia en el manejo de plantaciones. La zona I (zona de subutilización del sitio), zona en la cual la densidad del rodal es baja, y en donde los árboles crecen aislados. En esta zona el crecimiento/árbol es máximo, y el crecimiento/ha se incrementa conforme aumenta el número de árboles/ha. La zona II en la cual el crecimiento de los árboles comienza a disminuir a medida que incrementa la densidad, dado que la competencia entre árboles aumenta. El crecimiento/ha, sin embargo, sigue en aumento al incrementarse la densidad. En esta zona no hay subocupación del sitio, y la denominamos zona de traslación. La zona III, o zona de máximo crecimiento/ha. El crecimiento/árbol continua disminuyendo a medida que se incrementa la densidad. El crecimiento/ha, sin embargo, alcanza su máximo en esta zona. Finalmente, la zona IV o banda de auto-raleo. El crecimiento/árbol, y el crecimiento/ha disminuyen a medida que se incrementa la densidad, el límite superior de esta zona está dado por el IDR máx. de la especie. Rodales con densidad cayendo dentro de esta zona, están bajo intenso auto-raleo, el crecimiento neto del rodal es mínimo. La relación entre las zonas definidas anteriormente con el manejo de una plantación, está dada en los siguientes términos:

Zona 1 (zona de subutilización del sitio).

Debe evitarse que después de efectuar un raleo, la densidad de la plantación se ubique en esta zona. Si el objetivo de manejo es maximizar crecimiento/ha, la estrategia es planificar el raleo de forma que después del raleo, la plantación tenga una densidad próxima al límite superior de la zona. La densidad correspondiente al límite superior de la zona es señalado como punto de cierre del dosel.

Zona 2 (zona de transición).

Si el objetivo de manejo es maximizar el crecimiento/árbol, para obtener rápidamente árboles para aserrar, debe evitarse que la densidad del rodal supere el límite superior de esta zona.

De igual forma si el objetivo de manejo es maximizar crecimiento/ha, debe evitarse que después de un raleo, la densidad del rodal sea inferior al límite superior de la zona.

Zona 3 (zona de máximo crecimiento/ha).

Si el objetivo de manejo de la plantación es maximizar crecimiento/ha, la densidad del rodal debe mantenerse dentro de los límites de esta zona. Si la densidad del rodal sobrepasa el límite de la clase, la plantación empieza a sufrir mortalidad como

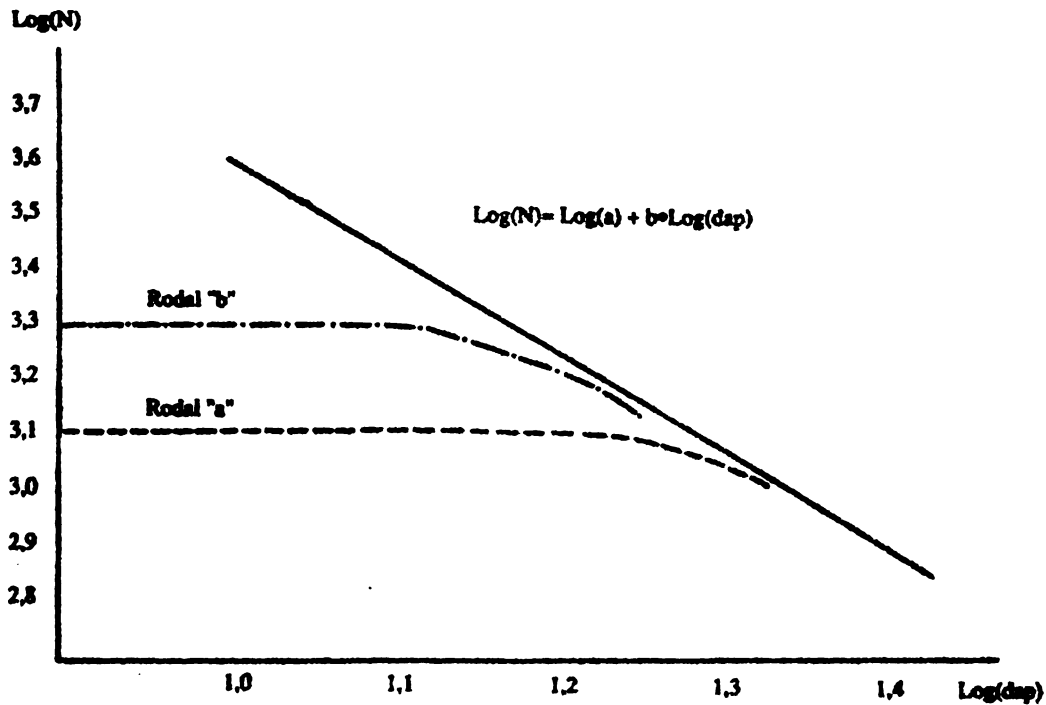


Figura 1. Trayectoria de dos rodales ("a" y "b") dentro de un diagrama $\text{Log}(N)$ vs. $\text{Log}(\text{dap})$, ambos rodales son de la misma edad y calidad de sitio. El rodal "a" fue plantado a 1250 árboles/ha. El rodal "b" fue plantado a 2000 árboles/ha, donde: N es número de árboles/ha y dap es diámetro medio a 1,3 m del suelo (en cm).

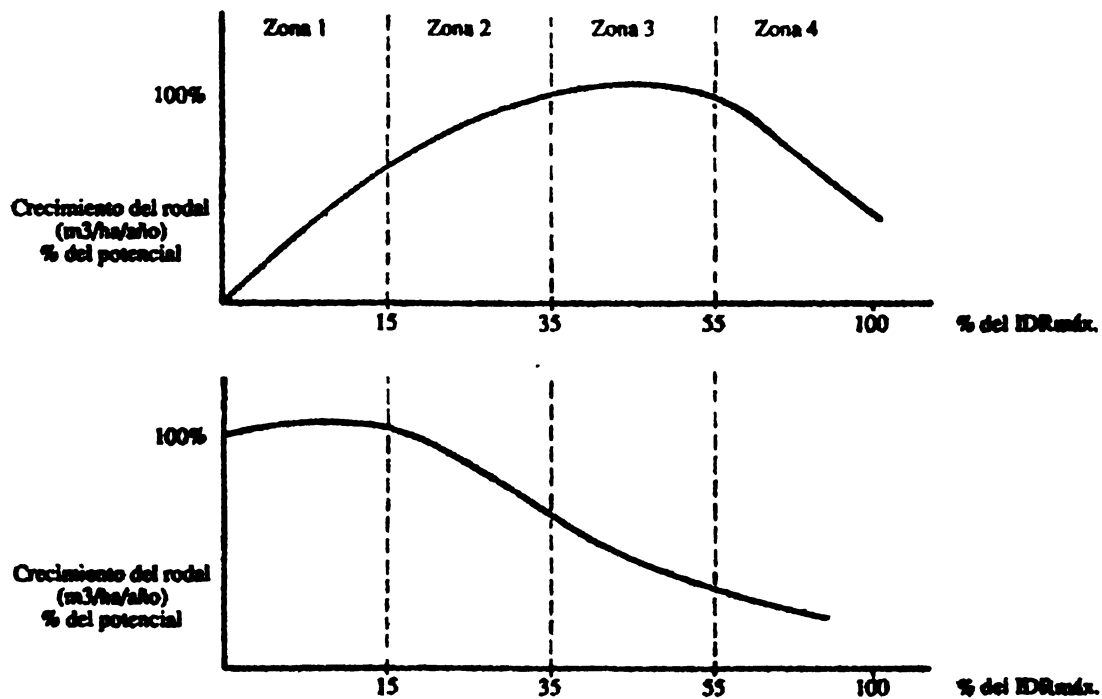


Figura 2. Crecimiento del rodal y crecimiento por árbol relacionado con la densidad del rodal expresada como un porcentaje del $\text{IDR}_{\text{máx}}$. para la especie. El potencial de crecimiento depende del genotipo, la calidad del sitio y la edad del rodal (según Langhammer, 1941).

producto de la alta densidad. Al efectuar un raleo, este se planifica de la forma que se reduzca la densidad del rodal al límite inferior de la zona.

Zona 4 (zona o banda de auto-raleo).

Debe evitarse que una plantación alcance densidades ubicadas en la banda de auto-raleo.

5. Sistema propuesto

El sistema para planificar un programa de raleos propuesto en esta nota técnica fue inicialmente propuesto por Drew y Flewelling (1979) y mejorado por Long (1985). El sistema utiliza el IDR de Reineke (1933) para evaluar la densidad del rodal y aplica los principios expuestos por Langsaeter (1941). En el diseño del programa de raleos se utilizan las ecuaciones:

$$1) \quad IDR = N * (dap/25)^{1.67}$$

$$2) \quad N = IDR / (dap/25)^{1.67}$$

$$3) \quad dap = 25 * (IDR/N)^{0.6}$$

donde:

IDR es el índice de densidad del rodal

dap es el diámetro medio a 1.3 m (en cm)

N es el número de árboles/ha

El sistema propuesto permite diseñar el programa de raleos para alcanzar cualquier objetivo de manejo: maximizar crecimiento por hectárea o maximizar el crecimiento de los árboles en el bosque. Así mismo, permite el diseño del programa de raleos para obtener al momento de la corta final un diámetro medio/árbol previamente especificado.

Utilizando las ecuaciones 1, 2 y 3 se pueden hacer varios cálculos que permiten diseñar el programa de raleos. Por ejemplo, se puede calcular:

- a) el diámetro promedio a obtener para cuando la plantación tenga un determinado IDR y número de árboles/ha.
- b) el IDR para cuando la plantación alcance un dap medio determinado y con un número inicial de árboles especificado.
- c) el número de árboles/ha que debe existir para alcanzar un especificado dap y IDR.

Para poder comprender la metodología propuesta, a continuación se plantea un ejemplo en el que se utiliza la especie *Pinus caribaea*, y la información requerida se recolectó en el Proyecto "Growth and site relations of Caribbean Pine..." (AID/SC/E2/06). El desarrollo del programa de raleos incluye los siguientes pasos:

- A. Determinar el objetivo final de la plantación.

B. Calcular el IDR máx. para la especie.

1. Seleccionar las parcelas en condición de auto-raleo.
2. Calcular el coeficiente de regresión (b) del modelo lineal:
$$\text{Log}(N) = \text{Log}(a) + b * \text{Log}(dap)$$
3. Comprobar estadísticamente la hipótesis nula de que $B = -1.67$, contra la alternativa de que B no es igual a -1.67 .
4. estimar el IDR máx para la especie.

C. Especificar los límites de las zonas de subutilización, transición, máximo crecimiento/ha y de la banda de autoraleo.

D. Diseñar el programa de raleos según el objetivo de la plantación.

El desarrollo de estos puntos se presenta a continuación.

Punto A.

Dado que se quiere ejemplificar el procedimiento, se diseñará un programa para cada uno de los siguientes objetivos:

- a. maximizar crecimiento/ha y alcanzar un diámetro medio final de corta de 35 cm.
- b. maximizar crecimiento de los árboles en la plantación para obtener árboles para aserrar con diámetro medio de 40 cm.

Punto B.

a. Utilizando el procedimiento sugerido anteriormente, se encontraron cinco parcelas en condición de auto-raleo de 63 estudiadas. Sus características se resumen en el Cuadro 1.

b. El modelo desarrollado con la información en el Cuadro 1 fue:

a) $\text{Log}(N) = 5,36 - 1.583 * \text{Log}(dap)$

b) $r = -0,99$

c) límites de confianza para B ($\alpha = 0,05$)

$$-2.058 \leq B \leq -1.108$$

c. Dado que el límite de confianza para B incluye a -1.67 , no se puede rechazar la hipótesis nula de B sea igual a -1.67 .

d. Utilizando la ecuación 1 se calcula el IDR máx. para *Pinus caribaea* en Costa Rica, la cual se estimó en 1380.

Punto C.

Para definir los límites de las zonas de densidad se utilizó la información generada hasta el momento por Long (1985) y especialmente Drew y Flewelling (1979) quienes establecen valores de aplicación general. Los valores exactos para la especie deberán generarse a través de experiencia, pero en general, los límites de las zonas de densidad se presentan en el Cuadro 2.

Utilizando la información del Cuadro 2, se construye un "Diagrama de manejo de densidad para plantaciones de *Pinus caribaea* (Figura 3).

Punto D.

Diseño del programa de raleos según objetivo de manejo.

Caso 1. Objetivo: maximizar crecimiento/ha y alcanzar un diámetro medio de corta final de 35 cm (Cuadro 3).

Caso 2. Objetivo: maximizar crecimiento/árbol para obtener lo más rápido posible árboles con un dap medio de 40 cm (Cuadro 4).

6. Conclusiones

A una plantación forestal se le puede controlar y manipular su densidad con el objetivo de maximizar su crecimiento/ha, o para maximizar el crecimiento de los árboles en la misma. Para manipular y controlar la densidad de una plantación es requisito primario el saber evaluar correctamente la densidad de la plantación. De las variables y/o métodos propuestos, el IDR de Reineke (1933) ofrece las mejores características. Utilizando el IDR para evaluar densidad del rodal podemos identificar los intervalos de densidad (expresados como un porcentaje del IDR_{máx.} de la especie) en los que se maximiza el crecimiento/ha de la plantación o el crecimiento/árbol. Como en todo sistema para diseñar raleos, el principal problema del sistema propuesto aquí es el identificar los límites apropiados para cada una de las zonas de densidad definidas (subutilización, transición, etc.). Los valores dados en esta nota técnica son generalizaciones que se pueden aplicar en primera instancia y que están sujetos a revisión para cada especie en particular.

Cuadro 1. Características dasométricas de las cinco parcelas encontradas en condición de auto-raleo.

Parcela	Edad	dap	Hdom.	AB	NA	Esp.	S%
1	10	23,0	33,9	71,3	1591	2,51	7,4
2	14	23,4	22,7	70,7	1542	2,55	11,2
3	17	25,8	25,6	76,3	1293	2,78	10,8
4	15	22,4	21,5	75,0	1729	2,40	11,2
5	11	19,4	17,7	63,8	2037	2,21	12,5

Donde: edad en años
dap en cm
Hdom. es altura dominante en metros
AB es el área basal en metros cuadrados por ha
Esp. es espaciamiento medio en m
S % es el índice de espaciamiento.

Cuadro 2. Límites de zonas de densidad.

Zona	(% del IDR _{máx})	
	Límite máx.	Límite mín.
Zona 1 (zona de subutilización)	---	15 a 25
Zona 2 (zona de transición)	15 a 25	35 a 40
Zona 3 (zona de máximo crec./ha)	35 a 40	55 a 60
Zona 4 (zona o banda de auto-raleo)	55 a 60	100

Cuadro 3. Programa de raleos para maximizar crecimiento/ha (diámetro medio final 35 cm).

Intervención	IDR		No. árboles/ha		dap	
	antes	después	antes	después	antes	después*
1	799	483	1600	796	16,0	18,5
2	799	483	796	433	24,3	26,7
Corta final	799	---	433	---	---	35,0

*Se asume que los raleos serían selectivos, con 10 % de incremento de dap después del raleo.

Cuadro 4. Programa de raleos para maximizar crecimiento/árbol (diámetro promedio de corta final 40 cm).

Intervención	IDR *		No. árboles/ha		dap (cm)		
	antes	después	antes	después	antes	después*	
1	483	207	1600	695	12,2	12,1	
2	483	207	695	220	20,1	24,1	**
Corta final	483	---	220		40,0	---	

* Se escogió mantener la plantación dentro de la zona de transición con el objetivo de utilizar al máximo el sitio, aunque esto signifique el sacrificar un poco el crecimiento por árbol.

** Se asume un raleo selectivo, con 20 % de incremento del dap después del raleo.

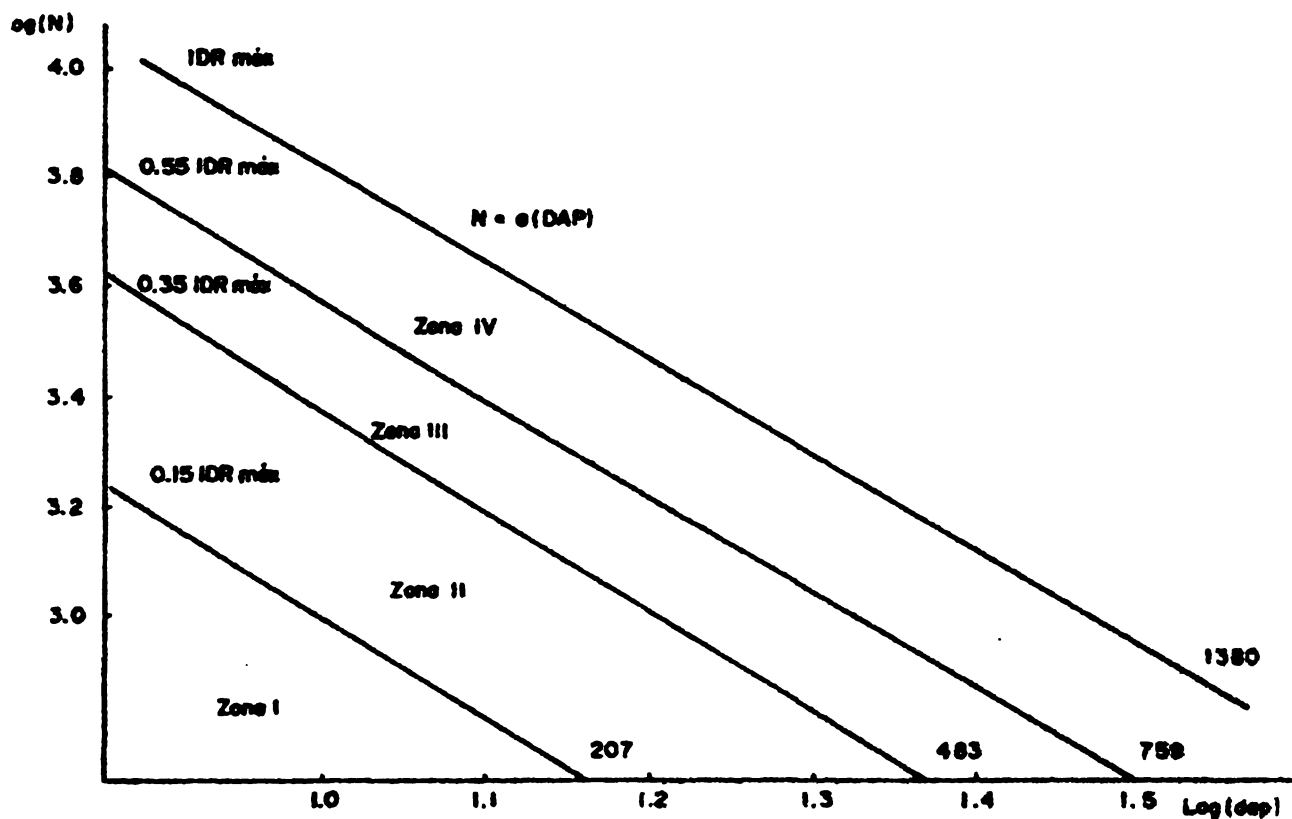


Figura 3. Diagrama de manejo de densidad para plantaciones de *Pinus caribaea*.

7. Bibliografía

- CLUTTER, J. L. et al. 1983. Timber management: a quantitative approach. New York, EE.UU., John Willey. s.n.p**
- DANIEL, P. W. et al. 1982. Principios de silvicultura. 2 ed. México, D.F., Méx. McGraw Hill Book Co.**
- DREW, T. J.; FLEWELLING, J. W. 1979. Stand density Management: and alternative approach and its applications to Douglas - fir planttions. For. Science 25(3):516-532.**
- HAWLEY, R. C.; SMITH, D. M. 1972. Silvicultura práctica. Barcelona, España, Ediciones Omega. s.n.p.**
- LANGASAETER, A. 1941. Om tynning i enaldret gran-og furuskog. Meddel. f. d. Norske Skogforsoksvesen 8:131-216.**
- LONG, J. N. 1985. A practical approach to density management. Forestry Chronicle 61:23-27..**
- PICADO, W. 1986. Aspectos generales sobre prácticas de raleo en plantaciones forestales. Turrialba, C.R., CATIE. s.n.p.**
- REINEKE, L. H. 1933. Perfecting a stand - density index for evenaged forests. Journal of Agricultural Research 46(7):627-637.**
- WESTOBY, M. 1984. The self-thinning rule. Advance in Ecological Research 14:167-225.**

DIAGRAMA GENERAL PARA PLANIFICAR RALEOS FORESTALES EN PLANTACIONES DE *Pinus caribaea* (Morelet)

M.Sc. Edgar Ortiz Malavassi *

Resumen

El manejo de la densidad de una plantación puede hacerse con el objetivo de maximizar el crecimiento de los árboles individuales en el bosque o para maximizar el crecimiento del rodal.

A través de la utilización del índice de densidad del rodal (IDR) para evaluar la densidad de una plantación, se ha diseñado un sistema para planificar raleos forestales que se ajusten a los objetivos finales de la plantación.

El sistema es aplicado en Costa Rica a *Pinus caribaea* Morelet y se propone un diagrama y sistema general para planificar raleos forestales en plantaciones de esta especie.

* Profesor del Departamento de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

1. Introducción

El manejo de la densidad de un rodal es la manipulación y control de la cantidad de material creciendo en un rodal, con el propósito de alcanzar objetivos de manejo específicos y el tratamiento silvícola aplicado se ha denominado raleo forestal.

El manejo de la densidad de una plantación puede hacerse con el objetivo de maximizar el crecimiento del rodal como un todo o con el objetivo de maximizar el crecimiento de los árboles individuales en el bosque. Ambos objetivos son generalmente excluyentes (Evans, 1984; Long, 1985). Bajo la primera opción se obtendrá de la plantación muchos árboles pequeños para postes, leña y pulpa para papel y, en un menor porcentaje, árboles para aserrío. Bajo la segunda opción se obtendrá rápidamente árboles grandes para aserrar.

El objetivo de esta ponencia es presentar un sistema general para planificar raleos forestales en plantaciones de *Pinus caribaea*, el cual permite diseñar un programa de raleos acorde con los objetivos finales de la plantación.

2. Metodología

El sistema propuesto se fundamenta en la construcción de un diagrama en el cual se especifican los límites de la densidad a los cuales se debe mantener una plantación de *P. caribaea*, para así alcanzar un objetivo de manejo específico: maximizar el crecimiento por hectárea o maximizar el crecimiento por árbol.

La metodología para su construcción, está basada en los trabajos de Long (1985), Drew y Flewelling (1979) y Langsaeter (1941), y ha sido fundamentada y explicada por Ortíz (1986). En el diagrama se utiliza el índice de densidad del rodal (IDR) de Reineke (1933) para evaluar la densidad del rodal, índice que es la variable más eficiente para evaluar densidad de una plantación (Daniel *et al.*, 1982; Long, 1985). Para la construcción del diagrama se utilizó información proveniente del proyecto "Growth and site relations of Caribbean Pine..." (AID/SCT/E2/06) y de la base de datos mantenida por CATIE, Turrialba. El proceso de construcción del diagrama consta de los siguientes pasos:

- 1) Calcular el índice de densidad del rodal máximo (IDR_{máx}) para *P. caribaea* en Costa Rica, según el método propuesto por Ortíz (1986).
- 2) Especificar los límites de densidad dentro de los cuales en una plantación de *P. caribaea* se maximiza el crecimiento por hectárea y el crecimiento por árbol. Estos límites se expresan como porcentajes del IDR_{máx} calculado en el paso 1, y la determinación de estos porcentajes se hace siguiendo los lineamientos generales dados por Long (1985) y Drew y Flewelling (1979). Con este procedimiento se especifican los límites de cuatro zonas o bandas de densidad:
 - a) La zona de subutilización de la capacidad de producción del sitio y de máximo crecimiento /árbol.

- b) Una zona de transición en donde el crecimiento por árbol decrece y el crecimiento por hectárea se incrementa .
 - c) Una zona de máximo crecimiento por hectárea y, finalmente
 - d) Una banda de auto-raleo cuyo límite superior está dado por el $IDR_{m\acute{a}x}$ y en donde el rodal empieza a sufrir mortalidad debida a alta densidad.
- 3) Graficar la información generada en los pasos 1 y 2. Para ello se utiliza un eje de coordenadas cartesianas. En el eje vertical se coloca la variable $\log(N)$ y en el eje horizontal la variable $\log(dap)$, donde $\log(dap)$ es el logaritmo en base 10 del diámetro promedio a 1.30 m (en cm)

3. Resultados.

El resultado del anterior procedimiento se presenta en la Figura 1. Este diagrama general para planificar raleo en plantaciones de *P. caribaea*, en combinación con la técnica ilustrada por Long (1985), permite :

- a) Determinar si una plantación de *P. caribaea* requiere o no un raleo forestal. El único requisito previo es definir los objetivos finales de la plantación.
- b) Determinar la intensidad de un raleo, en el caso de que la plantación lo necesite, según los objetivos finales de la misma.
- c) Determinar la intensidad de un raleo, o lo que es lo mismo, el número de árboles a quedar en la plantación, para que el rodal alcance un determinado diámetro medio por árbol.

Las estrategias de manejo propuestas, en relación con la bandas de densidades (Figura 1) son:

- 1) Si el objetivo de manejo es producir árboles grandes para aserrar, se debe maximizar el crecimiento por árbol. Para ello se debe mantener la plantación dentro de los límites de la zona 1; sin embargo, manteniendo la plantación dentro de estos límites de densidad se corre el riesgo de subutilizar el potencial del sitio. Es, por lo tanto, preferible mantener la plantación dentro de los límites de la zona 2, estos es, en el momento que la plantación alcance una densidad de 483, ésta debe reducirse a una densidad no inferior a 207
- 2) Si el objetivo de manejo es maximizar crecimiento por hectárea, la plantación debe mantenerse dentro de los límites de densidad de la zona 3. Con esta estrategia de manejo maximiza volumen/ha; sin embargo, se sacrifica el tamaño de los árboles. El mantener la densidad de la plantación dentro de la zona 3 es recomendable para cuando se desean árboles para leña, pulpa y postes pequeños y medianos.

- 3) Debe evitarse que la plantación supere la densidad especificada por el límite superior de la zona 3. Al superar este límite el rodal entra en la banda de auto-raleo y por lo tanto el rodal empieza a sufrir mortalidad por alta densidad, por lo que el crecimiento neto del rodal empieza a minimizarse.

El índice de densidad del rodal máximo (IDR_{máx}) para *P. caribaea* en Costa Rica, se estimó en 1380, y el IDR para cualquier plantación de *P. caribaea* se debe calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{IDR} = N (\text{dap}/25)^{1.67}$$

en donde:

N es el número de árboles/ha en el rodal
dap es el diámetro medio por árbol (en cm)

En el diagrama de manejo se identifican cuatro zonas o bandas de densidad en términos de IDR_{máx}. Los límites de estas zonas se presentan en el Cuadro 1.

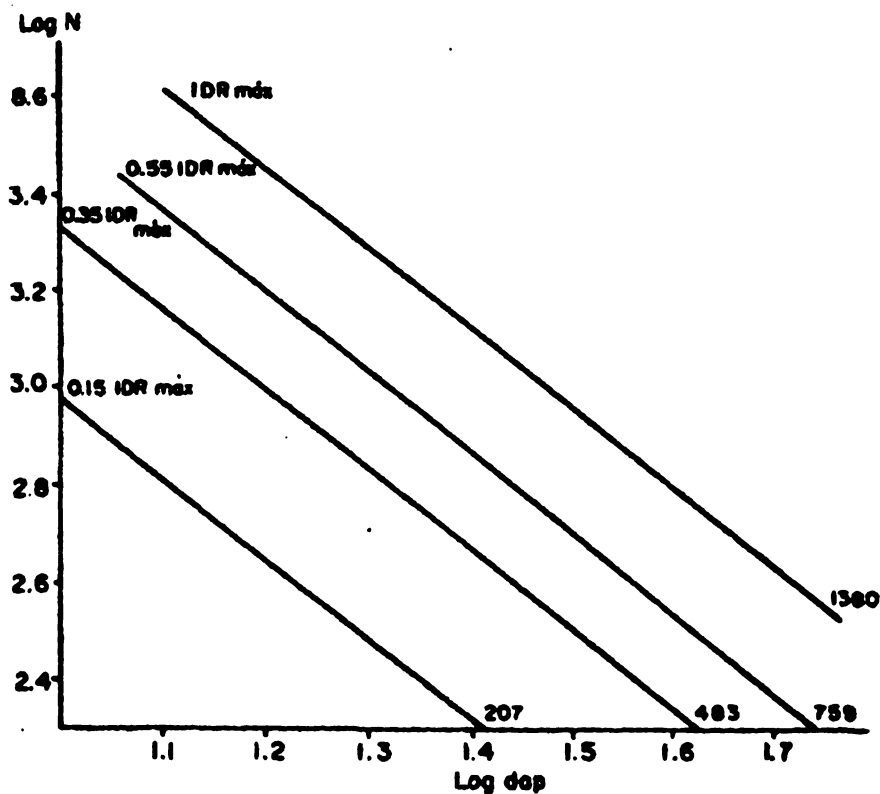


Figura 1. Diagrama general para planificar raleos forestales en plantaciones de *Pinus caribaea*.

4. Ejemplo de utilización del sistema propuesto.

Para desarrollar este ejemplo se utilizará la información recolectada en una plantación de *P. caribaea* en Orosí, Cartago. Las características generales de la plantación se muestra en el Cuadro 2.

Pregunta 1: ¿Requiere o no raleo la plantación?

El IDR actual de la plantación es 763, que se ubica dentro de la zona o banda de auto-raleo, y por lo tanto la plantación debe ralearse.

Si se desea maximizar crecimiento/ árbol dado que el objeto final de la plantación es producir árboles para aserrar, la densidad de la plantación debe bajarse, y mantenerse entre 207 y 483. Si se desea maximizar crecimiento/ ha dado la que el objeto final de la plantación es producir árboles para leña, pulpa y postes pequeños y medianos, la densidad de la plantación debe bajarse y mantenerse entre 483 y 759

Pregunta 2: ¿Cuántos y cuáles árboles deben quedar en la plantación si se desea maximizar crecimiento por árbol?

Para determinar el número de árboles a mantener, se debe conocer el tamaño (dap) que se desea que tengan los árboles al momento de la corta final o al momento de una futura corta intermedia.

Una vez fijado el diámetro deseado (dap f), el número de árboles a dejar se estima utilizando la Figura 1 o la fórmula:

$$N = IDR f (25/dap f)^{1.67}$$

en donde se conoce que IDR f debe ser 483, que es la densidad máxima que debe alcanzar la plantación, dado el objetivo de manejo fijado. De esta forma si dap f es 30 cm, el número de árboles a quedar (NF) debe ser 356 y se deben cortar 1112 árboles.

Para conocer cuáles árboles se deben cortar, se utiliza la información dada en el Cuadro 2. Dado que el objetivo de la plantación es árboles para aserrar, el raleo debe ser combinado (Picado, 1986). Se desea favorecer el desarrollo de los mejores árboles y, por lo tanto, se deben eliminar los árboles defectuosos y de las clases diamétricas inferiores. Esto implica eliminar 1098 árboles/ha con diámetros inferiores a 21.4 cm y los árboles defectuosos de las categorías superiores (14 árb./ha). De esta forma, después del raleo quedarán en la plantación 356 árb./ha y se estima que su dap medio será de 24.03 cm y, por lo tanto, el IDR se habrá reducido a 333.

Cuadro 1. Zonas o bandas de densidad.

ZONA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
Zona 1 (Zona de máximo crecimiento/árbol)	---	207
Zona 2 (Zona de transición)	207	483
Zona 3 (Zona de máximo crecimiento/ha)	483	759
Zona 4 (
Zona o banda de auto-raleo)	759	1380

Cuadro 2. Distribución diamétrica y árboles con defectos * por clase diamétrica de una plantación de *Pinus caribaea* Morelet, en Orosi, Cartago, Costa Rica.

Clase No.	Clase diamétrica (cm)	Arboles/ha	%	Arboles con defectos/ha*	% en la clase
1	1,5-6,4	45	3,1	30	66,7
2	6,5-11,4	232	15,8	35	15,1
3	11,5-16,4	380	25,9	41	10,8
4	16,5-21,4	471	32,1	19	4,0
5	21,5-26,4	300	20,4	10	3,3
6	26,5-31,4	40	2,7	4	10,0
Total		1468	100,0	139	100,0

No. de árboles/ha= 1468 dap= 16.9 cm IDR= 763

* Árboles torcidos, bifurcados, con cola de zorro o quebrados.

Pregunta 3: ¿Cuántos y cuáles árboles deben quedar en la plantación si se desea maximizar crecimiento por hectárea?

Para determinar el número de árboles a mantener, se debe conocer el tamaño (dap) que se desea que tengan los árboles al momento del próximo raleo. Una vez fijado el diámetro (dap F), el número de árboles a dejar en la plantación se estima utilizando la Figura 1 o la fórmula:

$$N = IDR F (25/dap f)^{1.67}$$

En donde se sabe que IDR F debe ser 759, que es la densidad máxima que debe alcanzar la plantación, dado que el objetivo de manejo fijado es maximizar crecimiento por hectárea. De esta forma, si dap f es 25 cm, el número de árboles a dejar es 759, y se deben cortar 709 árboles.

Para determinar cuáles árboles se deben cortar, se utiliza la información dada en el Cuadro 2. Dado que el objetivo de la plantación es maximizar crecimiento por hectárea, sacrificando con ello el tamaño de los árboles, la estrategia de raleo puede ser:

- a) Cortar todos los árboles de las primeras dos categorías diamétricas (equivalente a 277 árboles/ha), ya que de estos árboles se puede esperar poca respuesta al raleo.
- b) Cortar los árboles defectuosos de las categorías restantes (74 árboles/ha)
- c) Cortar 358 árboles escogidos proporcionalmente entre los árboles remanentes de las categorías superiores; esto es: 109, 145, 93 y 11 árboles de las categorías diamétricas 3, 4, 5 y 6 respectivamente. Con esta estrategia, quedarán en la plantación, después del raleo, 759 árboles/ha, con un dap medio de 19.1 cm, con lo que el IDR se habrá reducido a 484.

5. Conclusiones

El diagrama y sistema general para planificar raleos forestales en plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet presentado, permite diseñar un raleo y/o programas de raleos acorde con los objetivos y metas fijadas para la plantación. Utilizando el sistema propuesto, el forestal puede determinar cuántos y cuáles árboles debe cortar para alcanzar un determinado objetivo, puede fácilmente saber si la plantación requiere o no de un raleo, puede diseñar los raleos para cosechar árboles con las dimensiones y características que se requieran.

Los valores escogidos como límites de las cuatro zonas de densidad señaladas en la Figura 1, son generalizaciones razonables que se pueden aplicar en primera instancia y que están sujetas a una futura revisión. No existe duda, sin embargo, que estos valores son una buena aproximación a los valores óptimos.

6. Literatura citada.

- DANIEL, P.W., et al.** 1982. Principios de silvicultura. 2 ed. México, D.F., Méx., McGraw Hill Book.
- DREW, T.J; FLEWELLING, J.W.** 1979. Stand density management: an alternative approach and its applications to Douglas-fir plantations. For.Science 25 (3): 519-532.
- EVANS, J.** 1984. Plantation Forestry in the Tropics. Oxford, G.B., Clarendon Press. s.n.p.
- LANGSAETER, A.** 1941. Om tynning i enadret gran-og faraskog- Meddel. f.d Norske Skogfrspksiesen 8: 131-216.
- LONG, J.N.** 1985. A Practical approach to density management. Forestry Chronicle 61: 23-27
- ORTIZ M., E.** 1986. Utilización del Índice de Densidad del Rodal (IDR) en el manejo de la densidad de plantaciones forestales. Julio de 1986. San Isidro del General, San José, C.R., CATIE, Proyecto Madeleña. s.n.p.
- PICADO, W.** 1986. Aspectos generales sobre prácticas de raleo en plantaciones forestales. Turrialba, C.R., CATIE. s.n.p.
- REINEKE, L.H.** 1933. Perfecting a stand density index for even-aged forests. J. Agric. Res. 46: 627-638

AGRADECIMIENTO

El autor agradece al Dr. Rodolfo Salazar (CATIE), al Ing. Valentín Jiménez (CATIE) y al Ing. Pablo Camacho (ITCR), su colaboración en la obtención de la información necesaria para realizar este trabajo.

PLANIFICACION DE ACLAREOS EN PLANTACIONES FORESTALES DE *Gmelina arborea* EN COSTA RICA BASADO EN LA METODOLOGIA DEL INDICE DE DENSIDAD DEL RODAL (IDR) *

Dagoberto Arias **
Nelson Campos **

1. Introducción

Para obtener de una plantación forestal los productos esperados (madera para aserrar, madera para pulpa, leña o postes) es necesario, entre otras cosas, manipular y controlar su densidad, de forma que podamos maximizar su crecimiento por hectárea o el crecimiento de sus árboles en forma individual. El tratamiento silvicultural que permite alcanzar alguno de estos objetivos se denomina aclareo (Ortiz, 1986), y debe planificarse cuidadosamente.

En la planificación de aclareos forestales lo que se requiere es calcular el número de árboles que se deben cortar y establecer un criterio de selección para determinar cuáles individuos deben ser eliminados del rodal, todo esto dependiendo del producto que se quiera obtener al final de la rotación. Para planificar aclareos se han utilizado diferentes metodologías, las cuales no evalúan en forma correcta la densidad del rodal o no permiten establecer criterios para determinar cuáles árboles deben extraerse. Algunas de las metodologías utilizadas en Costa Rica y que tienen estos problemas son: el número de árboles por hectárea (N/ha), el área basal por hectárea (G) y el índice de espaciamento relativo (S%). En la literatura (Daniel et al., 1982; Long, 1985; Ortiz, 1986) se menciona otro método: el del índice de densidad del rodal (IDR), el cual ha sido calificado como el mejor (Daniel et al., 1982), y que no tiene los problemas mencionados anteriormente (Arias y Campos, 1987).

El índice de densidad del rodal (IDR) fue desarrollado por Reineke en 1933 y se fundamenta en la denominada regla del auto-raleo, que describe cómo se comporta la mortalidad en rodales en los cuales la competencia entre los árboles alcanza su máximo (Ortiz, 1986). El índice de densidad de rodal (IDR) se calcula utilizando la fórmula:

$$\text{IDR} = N (\overline{dap}/25)^b$$

donde: \overline{dap} es el diámetro medio de los árboles en la parcela o rodal,

N es el número de árboles por hectárea en el rodal, y

b es el coeficiente de regresión de la línea de auto-raleo, y es un coeficiente específico para cada especie.

El método como tal se basa en el diseño de un diagrama para planificar aclareos, el cual es específico para la especie con que se trabaje. En él se definen cuatro zonas de

* Reimpreso de Nota Técnica No. 2. Abril 1988. ITCR. DIF.

** Estudiantes de Ingeniería Forestal. ITCR. Cartago, Costa Rica.

en cuestión. Los límites de cada zona se establecen tomando en cuenta valores de aplicación general dados por Long (1985) y Drew y Flewelling citados por Ortiz (1986), y en concordancia con las características biológicas de la especie para la cual se construye el diagrama (tipo de copa, patrón y frecuencia de ramificación).

Para cada zona de densidad del rodal que se define en el diagrama, se obtiene una distinta respuesta de crecimiento de los árboles en el rodal. En la zona 1 el crecimiento de los árboles es máximo, sin embargo el crecimiento del rodal como un todo está en su mínimo, si se busca producir árboles para aserrar en una forma rápida, la plantación debe mantenerse en las densidades que comprenden esta zona. Sin embargo a muy bajas densidades los árboles pueden crecer con formas cónicas y con excesiva ramificación. La zona de densidad 2, es una zona intermedia en que el crecimiento de los árboles individuales empieza a disminuir, y el crecimiento por hectárea del rodal empieza a ser mayor que en la zona 1, por lo que si se busca producir madera para aserrío, la densidad de la plantación medida a través del IDR debe mantenerse en esta zona, evitándose así problemas de conicidad y excesiva ramificación de los árboles. La zona 3, es la zona en que el crecimiento por árbol tiende a ser mínimo, pero el crecimiento por hectárea alcanza su máximo. Si el objetivo de la plantación es producir árboles de pequeña dimensión para postes, pulpa o leña se debe mantener la densidad del rodal dentro de los límites de densidad que definen esta zona dado que la producción por hectárea está en su máximo. La zona 4 ó zona de auto-raleo es la zona de densidad en que los árboles empiezan a morir por exceso de competencia, por lo que no debe permitirse que una plantación alcance una densidad de rodal que se ubique en esta zona.

El mayor problema para construir el diagrama de planificación de aclareos para una especie, reside en calcular el coeficiente de regresión " b " que aparece en la fórmula para el cálculo del índice de densidad (IDR). Este coeficiente es como se dijo anteriormente, específico para cada especie y se debe calcular a partir de datos experimentales.

En Costa Rica, el uso del IDR es reciente, y había sido desarrollado y empleado únicamente en plantaciones de *Pinus caribaea* (pino) (Ortiz, 1986; Vargas 1986). En este artículo se presentan los resultados de la construcción del diagrama para planificar aclareos utilizando el IDR en plantaciones forestales de *Gmelina arborea* Roxb. (melina), poniendo especial énfasis en explicar la forma en cómo aplicar los resultados obtenidos en el diseño de un programa de aclareos.

2. Metodología

La metodología empleada para desarrollar el IDR para melina puede ser estudiada en Ortiz (1986) y Arias y Campos (1987). Básicamente consiste en la definición de los límites de las diferentes zonas de densidad y en la construcción de un diagrama para planificar aclareos en plantaciones forestales de la especie.

Para efectos del presente trabajo, una vez desarrollado el IDR para melina, se diseñó un ejemplo real para explicar la forma de cómo utilizar los resultados obtenidos.

3. Resultados

La información requerida para elaborar el presente trabajo fue tomada de Arias y Campos (1987). A continuación se presentan los límites de las cuatro zonas de densidad para melina en Costa Rica (Cuadro 1).

donde:

Zona 1 (Zona de subutilización del sitio):

En esta zona la densidad del rodal es baja y los árboles tienden a crecer en forma aislada. El crecimiento por árbol es máximo, y el crecimiento por hectárea se incrementa conforme aumenta el número de árboles por hectárea.

Zona 2 (Zona de transición):

Zona en la cual el crecimiento por árbol comienza a disminuir a medida que incrementa la densidad, dado que la competencia entre árboles aumenta. El crecimiento por hectárea, sin embargo, sigue en aumento al incrementarse la densidad. En esta zona no se da subutilización del sitio.

Zona 3 (Zona de máximo crecimiento por hectárea):

El crecimiento por árbol continúa disminuyendo a medida que se incrementa la densidad. El crecimiento por hectárea, sin embargo, alcanza su máximo.

Zona 4 (Zona o banda de auto-raleo):

En esta zona el crecimiento por árbol y el crecimiento por hectárea disminuyen a medida que se incrementa la densidad, el límite superior de esta zona está dado por el IDR máximo de la especie. Rodales con densidad cayendo dentro de esta zona, están bajo intensa competencia, por lo que el crecimiento neto del rodal es mínimo.

Debe aclararse que debido a que la melina tiende a desarrollar mala forma en espacios abiertos, se consideró conveniente trabajar con los límites superiores del ámbito dado por Long (1985) y Drew y Flewelling citados por Ortiz (1986); esto con el fin de obligar al método a trabajar con las densidades más altas posibles y así evitar la apertura de grandes espacios en el rodal después de efectuado un aclareo.

En el Gráfico 1 se muestra el diagrama general para planificar aclareos en plantaciones forestales de melina en Costa Rica.

Las ecuaciones que se emplean en forma complementaria con el gráfico son:

$$1. IDR = N (\overline{dap}/25)^{1.998}$$

$$2. N = IDR (25/\overline{dap})^{1.998}$$

$$3. \overline{dap} = 25 (IDR/N)^{0.5}$$

donde:

IDR = índice de densidad del rodal

\overline{dap} = diámetro promedio a 1,3 m (en cm)

N = número de árboles por hectárea

Cuadro 1. Límites generales de las zonas de densidad para *Gmelina arborea* en Costa Rica

Zona	Límite inferior	Límite superior
Zona 1	0	247
Zona 2	247	394
Zona 3	394	592
Zona 4	592	986

Cuadro 2. Distribución diamétrica de árboles sanos y defectuosos (*) de una parcela de *Gmelina arborea* en Pueblo Nuevo, Sarapiquí, Costa Rica

Clase	Clase diamétrica (cm)	N/ha	N/ha con defectos
1	3.1 - 8.0	48	48
2	8.1 - 13.0	160	64
3	13.1 - 18.0	144	16
4	18.1 - 23.0	272	48
5	23.1 - 28.0	160	16
6	28.1 - 33.0	16	0
		800	192

N/ha = 800 $\bar{dap} = 18.1$ cm IDR actual = 420

Fuente: Datos de campo recolectados en Pueblo Nuevo, Sarapiquí

(*) Árboles torcidos, bifurcados, quebrados, enfermos o suprimidos

Cuadro 3. Programa de aclareos para producir madera para aserrío en plantaciones de *Gmelina arborea*

Intervención	IDR		N/ha		dap (cm)	
	antes	después	antes	después	antes	después
1	420*	(3)	800*	(3)	18.1*	(3)
2	(4)	(5)	(3)	(7)	(4)	(6)
3	(8)	(10)	(7)	(2)	(8)	(9)
Corta final	(11)	---	(2)	---	(1)	---

* Estos datos se conocen por la información recolectada en el campo

Nota: Los números entre paréntesis indican la secuencia en que debe llenarse el cuadro.

Los resultados obtenidos anteriormente, le permiten al ingeniero forestal o al empresario dueño del bosque, diseñar un aclareo o programa de aclareos contemplando los objetivos y metas fijadas para la plantación. Si se utiliza correctamente el sistema propuesto, se puede conocer fácilmente si una plantación requiere o no de una intervención silvícola; en caso de requerirla, se puede determinar cuantos y cuales árboles se deben cortar para alcanzar el objetivo deseado.

3.1 Ejemplo de la utilización de las ecuaciones de IDR para planificar aclareos en plantaciones de *Gmelina arborea* en Costa Rica, considerando como objetivo de la plantación la producción de madera para aserrío

El ejemplo que se describe a continuación presenta la forma de utilización del IDR para programar aclareos forestales. Para ello se tomaron datos de una parcela de melina ubicada en Pueblo Nuevo, Sarapiquí y se establecieron las preguntas que normalmente realizaría la persona encargada de planificar el aclareo.

Pregunta 1:

¿Debe aclarearse en este momento la plantación?

Dado que el objetivo de la plantación es producir madera para aserrío, la misma deber mantenerse en la zona 2 cuyo límite máximo de IDR es 394. Al ser el IDR actual de esta parcela mayor que el límite máximo de la zona óptima, es necesario efectuar un aclareo.

Pregunta 2:

¿Cómo planificar los aclareos para este lote?

Para planificar los aclareos es necesario completar el Cuadro 2.

A continuación se muestra la forma de llenar el cuadro, incluyendo los cálculos correspondientes:

- (1) El primer dato que se fija es el diámetro promedio que se desea en el momento de la corta final, en este caso, se estimó que debe ser de 35 cm.
- 2) Conociendo el diámetro promedio final (35 cm) y el IDR máximo para producir madera para aserrío (394), se procede a determinar el número de árboles por hectárea (N) que se deben tener al momento de la corta final, para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$N = \text{IDR} (25/\overline{\text{dap}})^{1.998}$$

$$N = 394 (25/35)^{1.998}$$

$$N = 202 \text{ árboles/ha}$$

El siguiente paso consiste en programar el primer aclareo, a continuación se indica la forma de hacerlo:

Cuadro 3a. Programa de aclareos para producir madera para aserrío en plantaciones de *Gmelina arborea*

Intervención	IDR		N/ha		dap (cm)	
	antes	después	antes	después	antes	después
1	420	341	800	448	18.1	21.8
2	394	247	448	282	23.4	23.4
3	394	283	282	202	29.6	29.6
Corta final	394	---	202	---	35.0	---

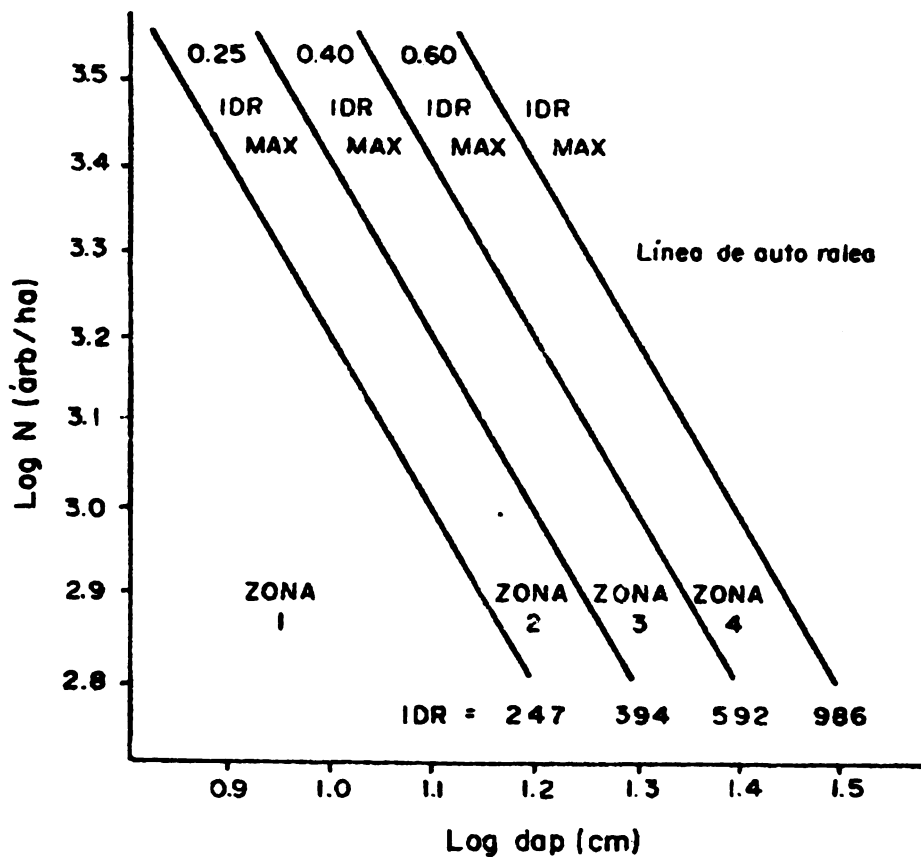


Figura 1. Diagrama general para planificar aclareos en plantaciones de *Gmelina arborea*

- (3) Como se mencionó anteriormente, el objetivo de la plantación es producir madera para aserrío, por lo tanto, el rodal debe ubicarse en la zona en donde el IDR oscile entre 247 y 394. Para lograr esto deberán eliminarse ciertos árboles con el fin de bajar el IDR de la plantación hasta esta zona óptima.

Considerando el objetivo de manejo, los árboles defectuosos son los que deben ser eliminados, de esta forma el potencial de crecimiento se distribuye en los individuos de mejor calidad.

El número de árboles que se deben cortar para ubicar la densidad de la plantación en la zona óptima se debe establecer por tanteo, así, por ejemplo, se tiene lo siguiente:

En un primer intento se decidió cortar 288 árboles, eliminando las clases diamétricas 1 y 2 (ver Cuadro 2) y los árboles defectuosos de las clases diamétricas 3, 4 y 5; con esto, el número de árboles se disminuiría a 512.

Para conocer el IDR después de efectuado un aclareo, como el que se propuso anteriormente, es necesario conocer el diámetro promedio después del aclareo. Para esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$\overline{dap} = \frac{\sum (PM_i) (N_i)}{\sum N_i}$$

donde:

\overline{dap} = diámetro promedio después del aclareo.

PM_i = punto medio de la clase diamétrica i

N_i = número de árboles remanentes por hectárea de la clase i después del aclareo

es así como:

$$\overline{dap} = \frac{(15.55)(128) + (20.55)(224) + (25.55)(144) + (30.55)(16)}{128 + 224 + 144 + 16}$$

$$\overline{dap} = 21.0 \text{ cm}$$

Conocido el diámetro promedio después del aclareo (21 cm) y el número de árboles por hectárea después del mismo (512), se procede a calcular el IDR:

$$IDR = N (\overline{dap}/25)^{1.998}$$

$$IDR = 512 (21.0/25)^{1.998}$$

$$IDR = 361$$

Como se puede observar, el IDR de la plantación se logró bajar hasta la zona óptima; sin embargo, está muy cerca del límite superior, por tal motivo se decide bajarlo aún más con un aclareo de mayor intensidad. Si se eliminan 64 árboles más de la clase diamétrica 3 (ver Cuadro 2), se obtiene que el número de árboles por hectárea queda en 448, el diámetro promedio después del aclareo en 21.8 cm y el IDR en 341.

A pesar que el IDR no bajó hasta 247, se decide no bajarlo más, ya que, esto implicaría efectuar un aclareo muy intenso; el cual se considera no es conveniente para los árboles remanentes debido a la susceptibilidad que podrían presentar a ciertos factores abióticos (principalmente viento).

- (4) Luego del primer aclareo los árboles seguirán creciendo, con lo cual el IDR aumentará. Un segundo aclareo deberá efectuarse en el momento en que el IDR llegue a 394; esto sucederá cuando el diámetro promedio haya aumentado a:

$$\overline{dap} = 25 (IDR/N)^{0.5}$$

$$\overline{dap} = 25 (394/448)^{0.5}$$

$$\overline{dap} = 23.4 \text{ cm}$$

- (5) Al efectuar el segundo aclareo, el IDR de la plantación deberá bajarse hasta el límite inferior de la zona óptima, es decir, 247.
- (6) Dado que después de aplicado el primer aclareo, la calidad de los árboles tenderá a ser más homogénea, se recomienda realizar un aclareo sistemático, con el cual el diámetro promedio se mantendrá, aproximadamente igual, o sea, en 23.4 cm.
- (7) Con los datos anteriores es posible determinar el número de árboles por hectárea que deben quedar en la plantación después de efectuar el segundo aclareo:

$$N = IDR (\overline{dap}/25)^{1.998}$$

$$N = 247 (25/23.4)^{1.998}$$

$$N = 282 \text{ árboles/ha}$$

- (8) Nuevamente, los árboles remanentes seguirán creciendo, así, un tercer aclareo debe hacerse cuando el IDR llegue otra vez a 394, y esto será cuando la plantación alcance un diámetro promedio de:

$$\overline{dap} = 25 (IDR/N)^{0.5}$$

$$\overline{dap} = 25 (394/282)^{0.5}$$

$$\overline{dap} = 29.6 \text{ cm}$$

- (9) Para llegar a 202 árboles por hectárea (ver paso 2), es necesario cortar 80 árboles. Si el aclareo se hace otra vez en forma sistemática, el diámetro promedio permanecerá aproximadamente en 29.6 cm.

- (10) Con este tercer aclareo, el IDR va a disminuir hasta:

$$IDR = N (\overline{dap}/25)^{1.998}$$

$$IDR = 202 (29.6/25)^{1.998}$$

$$IDR = 283$$

- (11) Luego de efectuar el tercer aclareo, debe dársele tiempo a la plantación para que el IDR suba hasta 394, momento en que deber realizarse la corta final; se obtienen así, árboles con un diámetro promedio de 35 cm aproximadamente.

Efectuados todos los cálculos anteriores, el programa de aclareos quedaría como se muestra en el Cuadro 3a.

4. Conclusiones y recomendaciones

1. El método del IDR, por sus características, permite manejar una plantación con el fin de alcanzar cualquier objetivo de manejo.
2. El IDR aparte de prescribir aclareos, también permite el diseño de un programa de aclareos.
3. Dado que los límites de las zonas de densidad del IDR son generalizados, es necesario generar experiencias para lograr identificar los valores óptimos para la especie.
4. Se considera conveniente desarrollar el IDR para aquellas especies más utilizadas en los programas de reforestación.
5. Se recomienda la utilización del IDR para la planificación de aclareos en *Pinus caribaea* y *Gmelina arborea*.

5. Bibliografía

- 1. ARIAS, D; CAMPOS, N. 1987. Evaluación de tres métodos para prescribir aclareos en plantaciones forestales de *Pinus caribaea* y *Gmelina arborea* en Pueblo Nuevo, Sarapiquí. Tesis Ing. For. Cartago, C.R., ITCR. p. irr.**
- 2. DANIEL, P. W.; HELMS, U.; BAKER, F.S. 1982. Principios de Silvicultura. 2 ed. México., INGRAMEX. 492 p.**
- 3. LONG, J. N. 1985. A practical approach to density management Forestry Chronicle No. 61: 23 - 27.**
- 4. ORTIZ, E. 1986. Utilización del Índice de Densidad del Rodal (IDR) en el manejo de la densidad de plantaciones forestales. Cartago, C.R., ITCR. 13 p.**
- 5. ORTIZ, E. 1986. Diagrama general para planificar raleos forestales en plantaciones de *Pinus caribaea* (Morelet). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Forestal. 10 p.**
- 6. VARGAS, G. 1986. Análisis de cuatro métodos para determinar la intensidad de raleo. Informe de Práctica de especialidad. Cartago, C.R., ITCR. 47 p.**

LOS ACLAREOS EN PLANTACIONES DE ARBOLES DE USO MULTIPLE. I. Definición, metodo y grado de los aclareos.

Miguel Angel Musálem *

1. Introducción

En los países europeos, la práctica de los aclareos es ya bastante antigua y la investigación sobre su aplicación y sus efectos sobre el desarrollo de los rodales muy conocida. También, en el norte de América, sobre todo en su aplicación a rodales coetáneos naturales, y en plantaciones, principalmente de coníferas, sobre todo en especies de pino. La literatura disponible al respecto es extensa.

En los tropicos, la introducción de varias especies para plantaciones industriales, a pesar de su gran extensión, es bastante reciente, y puede decirse que la experiencia es muy escasa y la literatura respectiva es muy reducida. Más recientemente, el desarrollo de plantaciones con especies de Arboles de Uso Múltiple (AUM) han hecho evidente la necesidad de desarrollar metodologías específicas para estas especies.

En estos apuntes, se hace especial énfasis en la inclusión de la experiencia generada para las especies de AUM en los neotrópicos. Se trata de conjuntar los resultados de la investigación para las especies prioritarias de AUM del Proyecto Madeleña. Sin embargo, se incluye en la parte inicial un marco sobre la teoría general de los aclareos.

2. Definición de Aclareo

2.1. Definición.

Por aclareo se entiende la operación de derribo de los árboles de un rodal, realizado entre el período de establecimiento y el período de cortas de regeneración, en el que los árboles extraídos son de la misma especie que los que quedan en pie (Winters, 1977). Así, el aclareo es la renovación de elementos vivos de un rodal, en forma periódica y ordenada, con el fin de proporcionar a los árboles que quedan en pie, mejores condiciones de crecimiento y redistribuir y concentrar el potencial del rodal en un modo óptimo (James, 1978; Braathe, 1975; Smith, 1986; Wilson, 1979) (Figuras 1 y 2).

2.2. El lugar de los aclareos en la práctica forestal.

Los aclareos, en la silvicultura de los bosques naturales, tienen un lugar de importancia; debido a que los árboles quedan localizados al azar en el rodal y, en número variable, la intervención del aclareo se ve con bastante claridad. Sin embargo, en el caso de las plantaciones forestales, se piensa que es más productivo analizar más profundamente el espaciamiento inicial de la plantación con relación al producto final a

* Silvicultor Principal. Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

**ACLAREO
CLAREO
RALEO**

Derribo de árboles de un rodal, realizado entre el período de establecimiento y el período de cortas de regeneración, en el que los árboles extraídos son de la misma especie que los que quedan en pié.

(WINTERS, 1977)

Figura 1. Definición de aclareo.

ACLAREO :

Es la remoción de elementos vivos de un rodal, en forma periódica y ordenada, con el fin de proporcionar a los árboles que quedan en pié, mejores condiciones de crecimiento y redistribuir y concentrar el potencial del rodal en un modo óptimo.

**(JAMES, 1928; BRAATHE, 1975; HAWLEY
Y SMITH, 1972; WILSON, 1979)**

Figura 2. Definición de Aclareo.

obtener, lo que posibilita menor número de intervenciones en el rodal mediante aclareos. En efecto, el manejo de una plantación es tan importante como la selección de las especies a utilizar y debe planearse desde antes de su establecimiento.

En muchos casos de producción y, por las características de los productos deseados, no es posible concluir con el número de árboles deseados igual al número de árboles iniciales, esto es, por el natural desarrollo de los individuos del rodal. En el aclareo, que es la operación que reduce en forma dirigida el número de árboles del rodal, se evita que se llegue al punto de competencia fuerte entre los árboles, para aprovechar todo el potencial de crecimiento del sitio concentrado sobre los árboles remanentes y, también, el de aprovechar el material producido que de otro manera se perdería.

Sin embargo, a pesar de la necesidad de su aplicación desde el punto de vista silvícola (Figura 3), la aplicación se ve condicionada por diversos factores, entre ellos, las características de la especie, sitio, tipo de producto, la posibilidad económica de su ejecución, como también, la posibilidad del aprovechamiento y comercialización de los productos derivados (Figura 4)

2.3. Aplicación de los aclareos en América Central y Panamá.

El estado del conocimiento de la aplicación de los aclareos en las plantaciones en América Central y Panamá, al igual que en otras zonas tropicales es reducida. En las plantaciones tradicionales, con fines industriales, la actividad forestal es reciente, se tiene poca experiencia al respecto, debido a que las plantaciones son relativamente jóvenes, y no ha habido tiempo suficiente para ganar experiencia con ensayos de espaciamiento y aclareo para las especies más utilizadas.

Para estas plantaciones de 2 a 20 años, la necesidad de aclareo es inminente y, aún con la poca experiencia que se tiene, debe ejecutarse, si no se desea perder rendimiento y debilitar la plantación.

Para el caso de la región, en la silvicultura de las especies de AUM, la introducción es mucho más reciente y, por la diversidad de productos a obtener, la experiencia es aún menor. Sin embargo, es claro que la intervención de aclareo es necesaria para muchos casos donde la necesidad de obtener productos intermedios es de gran importancia.

3. Efecto de la aplicación de los aclareos

Los efectos fisiológicos principales sobre los árboles y los rodales son variados (Figura 5). En el caso de los rodales se pueden mencionar que al aplicar aclareos pueden surgir las hierbas, por penetración de mayor luz solar al piso de la plantación; así también, se ayuda a la descomposición de la materia orgánica por el aumento de la temperatura del suelo. También, se aumenta el nivel freático, debido a la disminución de la transpiración. Es muy conocido el efecto de reducir la mortalidad por anticiparse al establecimiento de la competencia. Los árboles remanentes alcanzan copas más largas pues las ramas bajas permanecen mayor tiempo, y también, las copas de los árboles remanentes se expanden para ocupar el campo de los árboles eliminados, lo que brinda mayor área de fotosíntesis.

- 1) **Reducir el número de árboles en un rodal para que los árboles remanentes tengan más espacio para desarrollar su copa y raíces, asegurando un aumento de dimensiones que alcance el tamaño del producto que se desea.**
- 2) **Remover los árboles muertos, que están muriendo, suprimidos, infestados y cualquier otro que sea un foco de infección o posible daño a los árboles sanos remanentes.**
- 3) **Remover árboles de forma pobre (sinuosos, torcidos, bifurcados, cola de zorro, etc.), de tal forma que el incremento futuro se concentre solo en los mejores árboles.**
- 4) **Favorecer a los árboles más vigorosos, con buena forma, que se cosecharán al final del turno.**
- 5) **Proveer un retorno financiero intermedio de la venta del producto del aclareo.**

(EVANS, 1982)

Figura 3. Propósito de la aplicación de los aclareos.

- a) Especie :** Características de crecimiento.
Fisiología, tolerancia, copa.
- b) Sitio :** Topografía, fertilidad.
- c) Tipo de producto final
que se desea obtener :** Leña, postes, madera, aserrío.
- d) Factibilidad económica
de su ejecución :** Capacitación, instrumentos,
beneficios.
- e) Posibilidad de aprovechar la
materia prima producida :** Mercado, comercialización,
industria

(BRAATHE, 1975; WIKSTEIN, 1966)

Figura 4. Factores que afectan la aplicación de los aclareos.

Los efectos de aclareo sobre el crecimiento del árbol individual (Figura 6). Se pueden resumir en que se estimula el crecimiento en diámetro de los árboles remanentes; al redistribuir el crecimiento futuro en pocos árboles, se obtiene un rodal con más árboles grandes. Además de afectar la cantidad de madera, el aclareo también afecta su calidad. Sobre los árboles remanentes un aclareo demasiado fuerte podría causar una mayor conicidad, ramas bajas y por lo tanto, nudos gruesos y madera menos densa debido a un crecimiento en diámetro acelerado. Por esto es conveniente mantener siempre una competencia relativa entre árboles.

4. Epoca e intensidad de aclareo.

Una vez que se toma la decisión de aclarar una plantación se deben responder tres preguntas básicas que son: ¿Cuándo aclarar? y ¿Cuánto o que intensidad aplicar?. Como indica Evans (1982) ninguna de estas preguntas podrá responderse hasta que no se conozca el objetivo de la plantación y se conozcan las posibilidades financieras de los diferentes regímenes alternativos.

4.1. Epoca del aclareo.

El primer aclareo es la operación silvicultural más importante en un turno porque define el curso y flexibilidad de las operaciones subsiguientes y el tamaño de trozas que será posible alcanzar (Lewis, Keeves y Leech, 1976, citado por Evans, 1982).

Desde el punto de vista silvicultural práctico, el primer aclareo debe hacerse cuando las copas de los árboles se ven reducidas por la competencia por luz. Entre mayor sea el espacio de crecimiento inicial mayor tiempo se tardará para intervenir la plantación por vez primera y viceversa.

Desde el punto de vista financiero, es preferible obtener ingresos en el menor tiempo posible, por lo que una densidad de plantación inicial más alta podría justificarse.

En las plantaciones del trópico, el primer aclareo se realiza dos o cuatro años después del cierre de las copas de los árboles (Evans, 1982)

4.2. Intensidad del aclareo.

La intensidad del aclareo debe variar proporcionalmente dependiendo de la calidad de sitio donde se encuentra el rodal a intervenir. En los mejores sitios la intensidad del aclareo será mayor y más temprana que en los peores sitios.

En las condiciones de mercado donde no hay diferencias de precios por la calidad de la madera producida, el objetivo del aclareo debe ser obtener el mayor rendimiento en volumen.

Para lograr el máximo rendimiento en volumen el aclareo no debe ser muy intenso pues se perdería parte del potencial de crecimiento del sitio, ni demasiado leve ya que no favorecería a los árboles remanentes.

Como el aclareo es costoso, es importante asegurarse que sea hecho efectivamente. Es, por ejemplo, más barato aclarar $10\text{m}^2/\text{ha}$ de área basal cada cinco años que $2\text{m}^2/\text{ha}$ cada año.

RODALES

- a) Resurgimiento de hierbas
Penetración de la luz

- b) Acelera descomposición de materiales
Más luz, más temperatura

- c) Puede elevar el nivel freático
Menos transpiración

- d) Reduce mortalidad natural
Se aprovecha oportunamente. Reduce competencia

- e) Incrementa el largo de las copas
Retrasa poda natural de ramas

- f) Permite la expansión de las copas
Mayor espacio, crea huecos que se ocupan

- g) Como consecuencia, se aumenta la superficie fotosintética del árbol

Figura 5. Efectos fisiológicos, de la aplicación de los aclareos, en los rodales.

ARBOLES

- a) Mayor crecimiento en **diámetro**
- b) Poco o nulo efecto en el crecimiento en **altura**
- c) **Afecta la forma del fuste**
- d) **Aumenta el grosor de la corteza**
- e) **Aumenta el grosor de la rama**
- f) **Retrasa la poda natural**

Figura 6. Efecto de los aclareos en el crecimiento de los árboles individuales.

5. Método de aclareo.

La selección del método de aclareo a utilizar depende del estado de crecimiento del rodal, de la disponibilidad de equipo, personal técnico, utilización del material producido, y de la disponibilidad de capital.

Se puede considerar dos tipos básicos de aclareos (Figura 7)

- 1) Sistemático
- 2) Selectivo

El aclareo sistemático consiste en la eliminación de árboles de un rodal ya sea a espaciamiento regular o líneas completas a intervalos regulares y no toma en cuenta características individuales de los árboles. Es de fácil aplicación, y más barato que otros aclareos. Este sistema se utiliza en la primera intervención y cuando los árboles del rodal son uniformes.

El aclareo selectivo, en cambio, utiliza la característica individual de los árboles para su aplicación y existen varios métodos.

En el aclareo selectivo la reducción del número de árboles se aplica con muy poca posibilidad de que la competencia entre los árboles remanentes sea perfecta desde el punto de vista equidistancia. Lo anterior viene apoyando más la aplicación de aclareos sistemáticos sobre los aclareos selectivos en las plantaciones. En teoría, si el aclareo selectivo se aplica con la mayor oportunidad, es decir, cuando comienza la necesidad de su aplicación, el aclareo tiende a ser cada vez más sistemático.

5.1. Clasificación de los árboles.

Para estar en capacidad de explicar los métodos y grados de aclareo, se ha recurrido a caracterizar el árbol individual dentro de un rodal por medio de un sistema de clasificación de árboles. Los árboles, dentro del rodal, generalmente se dividen en cuatro clases de copa, de la siguiente manera (Figura 8):

Árboles dominantes: estos árboles constituyen el nivel superior de las copas del rodal y reciben plenamente la luz por encima de su copa y alguna por los lados.

Árboles codominantes: éstos árboles son un poco más bajos que los dominantes (alrededor de 5/6), pero constituyen parte del nivel general de las copas del rodal. Reciben plenamente la luz por encima de su copa, pero relativamente poca desde los lados.

Árboles intermedios: estos árboles tienen cerca de 2/3 de la altura de los dominantes, muchos de ellos tienen libre la parte terminal de sus copas; reciben muy poca luz en forma directa. A los árboles intermedios algunas veces se les denomina árboles subdominantes.

Árboles suprimidos: el árbol de esta clase tiene 1/2 de la altura de los árboles dominantes; reciben muy poca luz en forma directa (Braathe, 1978).

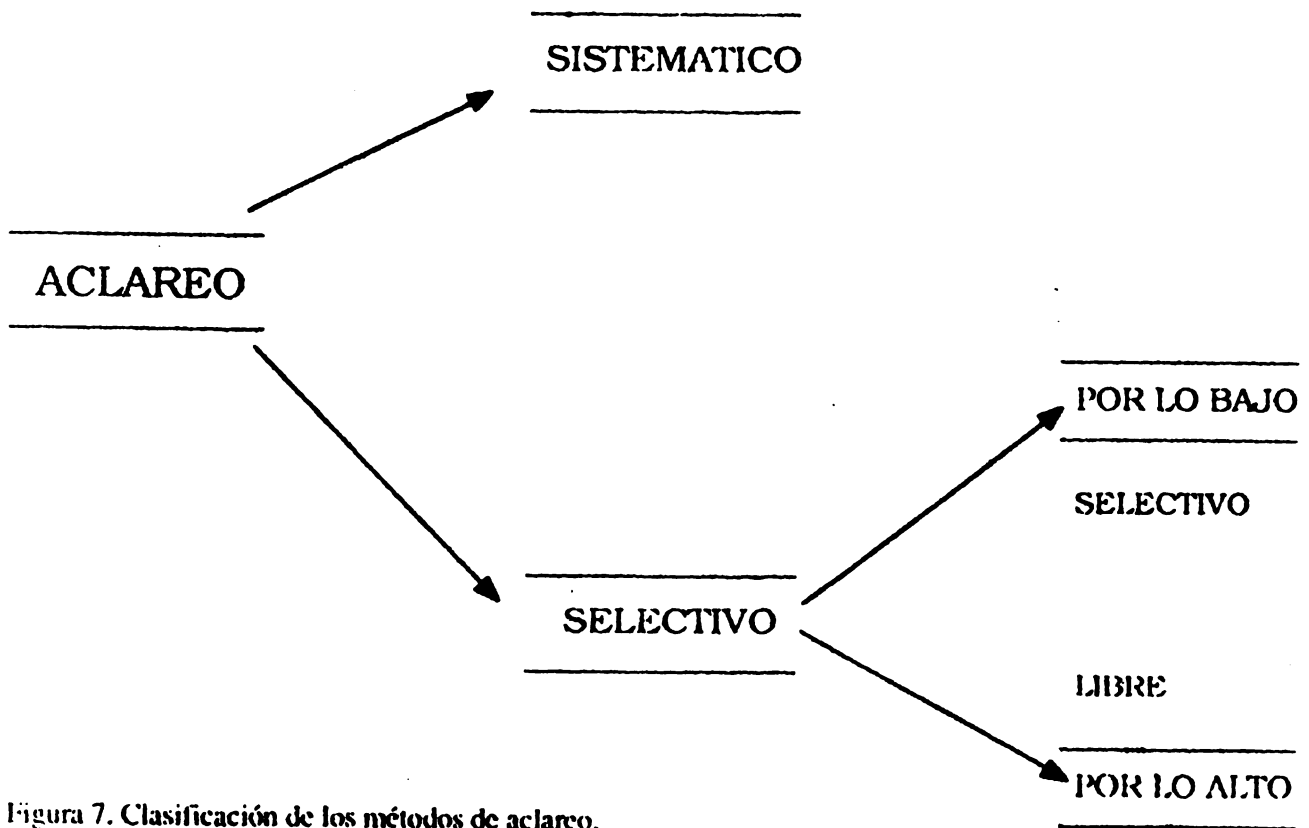


Figura 7. Clasificación de los métodos de aclareo.

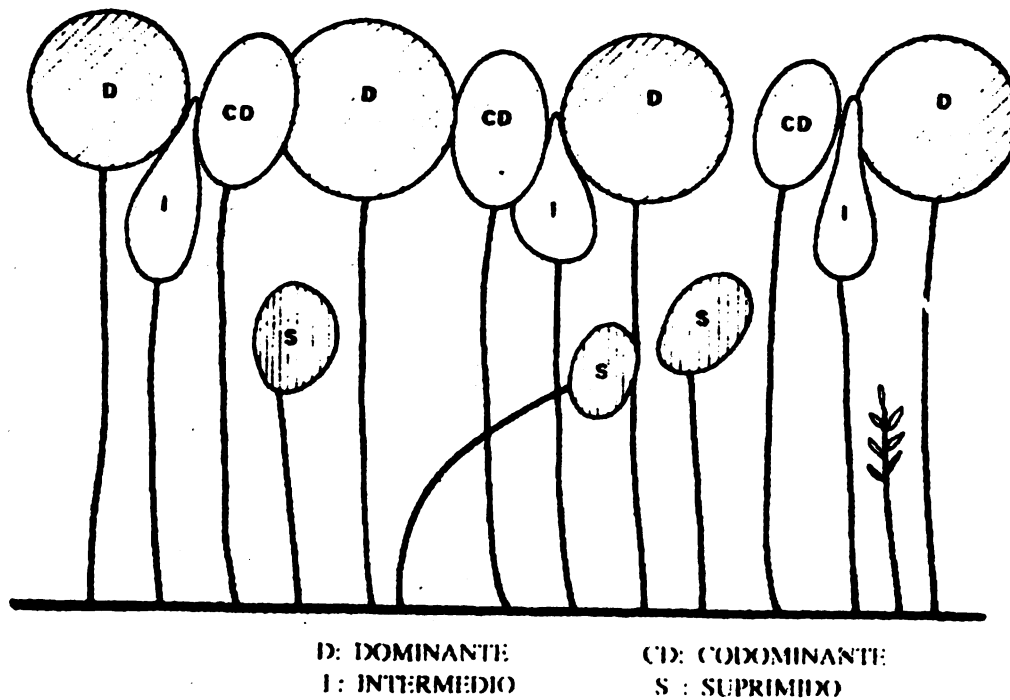


Figura 8. Clasificación de copas en un rodal coetáneo.

Además de estas cuatro clases de copa, algunas veces es necesario considerar en los rodales naturales, separadamente los árboles de los pisos superior e inferior que no pertenecen estrictamente al rodal pues caen fuera el intervalo de 20 años que es la variación máxima permitida en rodales coetáneos.

Para caracterizar completamente cada árbol, se han agregado letras a los símbolos de las clases de copa. Estas letras indican anomalías en los árboles tales como: copa descentrada(a), árbol lobo (b), árbol lobo con fuste deforme (c), copa estrecha (d), árbol enfermo(e), y árbol muerto (f)(Shotte, 1912, citado por Braathe, 1978)

Aclareo por lo bajo y por lo alto. Por medio de este sistema de clasificación de árboles u otros similares, se han definido y adoptado dos sistemas de aclareo, denominados aclareo por lo bajo y aclareo por lo alto (Figura 9 y 10)

En el aclareo por lo bajo se extraen los árboles que pertenecen a las clases de copas bajas mientras que en el aclareo por lo alto se extraen los árboles de las clases de copas altas y medias, especialmente entre la clase codominante, en tanto que la mayoría de los árboles de la clase de copa suprimida permanecen junto con la mayoría de los dominantes.

Aclareo selectivo. Algunas veces también el aclareo selectivo se considera entre los métodos de aclareo de masas coetáneas. En este método, se cortan principalmente los árboles más grandes. Solamente se puede aplicar en un corto período de tiempo en los rodales coetáneos. El aclareo selectivo, si se lleva a cabo durante largo tiempo, resulta en un tipo de bosque de selección. Este método, no ha sido muy utilizado, pero en rodales naturales muy heterogéneos donde los árboles tienen fuertes variaciones en calidad, podría utilizarse en el primero y segundo aclareos. Sin embargo, no se prevé su utilización en plantaciones.

Braathe (1978), citando a Vanselow (1943) y Carbonier (1954) indica que cuando se aplican aclareos por lo alto en forma consistente, el aclareo, puede tomar el carácter de un aclareo por lo bajo.

Aclareo libre. Los rodales naturales rara vez son suficientemente uniformes como para garantizar en el futuro la formación de un buen rodal, cuando se trata a través de cualquiera de los métodos de aclareo descritos anteriormente. La preparación de un rodal par una alta utilización del suelo y la obtención de una producción de buena calidad, requieren cortar árboles de todas las clases, y al método mediante el cual se cortan los árboles de todas clases después de una decisión libre se le denomina método de aclareo libre.

El sistema no tiene reglas específicas de cuáles árboles deben cortarse aunque sí establece los árboles que deben dejarse. Esto puede explicarse de la siguiente manera: Aclarear (aclareo libre) es dejar en el área un número adecuado de los mejores árboles bien espaciados en lo posible.

En esta definición se establece que se dejarán los mejores árboles. Pero ¿Cuáles son los mejores árboles que se dejarán en cada caso?. Esto dependerá asimismo del tipo de producto que se necesite. Si la idea es producir madera para pulpa, se dejarán aquellos árboles con crecimiento más rápido, ya que producirán volúmenes más altos de este material; aún cuando algunos de estos árboles tiendan a convertirse en árboles lobo, esto no representa problemas para el tipo de utilización propuesto. Por otra parte, si el objetivo es producir madera para aserrío, la calidad de los fustes adquiere gran

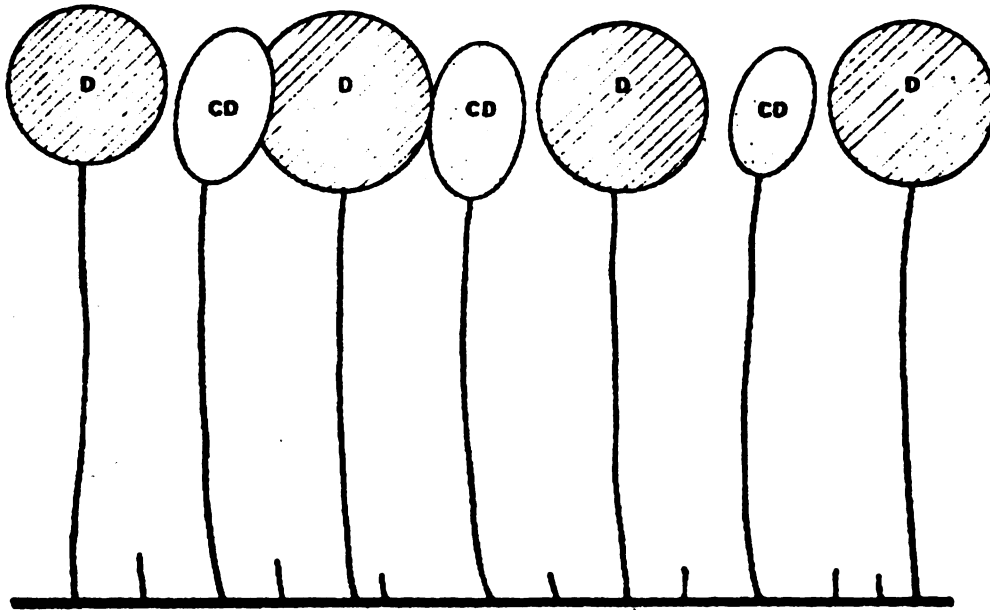


Figura 9. Ejemplo de aclareo por lo bajo en un rodal coetáneo. Se han eliminado los árboles de copas bajas de la Figura 8.

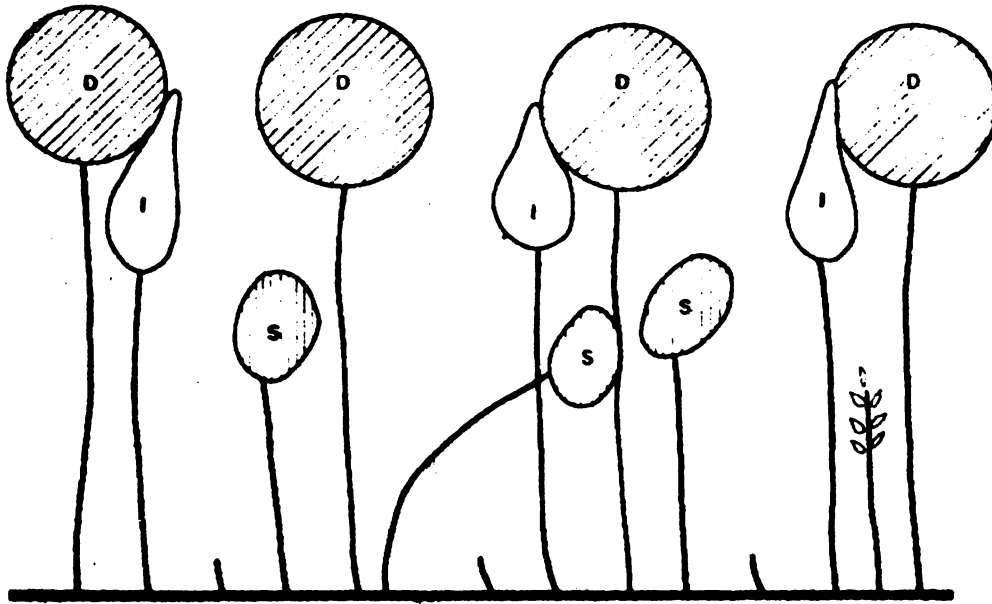


Figura 10. Ejemplo de aclareo por lo alto en un rodal coetáneo. Se han eliminado los árboles de copas altas de la Figura 8.

importancia y por lo tanto se dejarán los árboles con fustes rectos y ramas delgadas, aún cuando su crecimiento sea poco menor que los de los árboles que se vayan a cortar.

En la definición también se establece que se dejarán los árboles tan bien espaciados como sea posible. A este respecto, frecuentemente se presentan contradicciones, dado que en el bosque los mejores árboles no siempre se encuentran bien espaciados y, por lo tanto, si se van a dejar los mejores árboles, es imposible obtener un buen espaciamiento entre ellos, y si por el contrario, se requiere un determinado espacio, necesariamente se tendrán que dejar árboles de calidad secundaria. En la práctica, generalmente se trata de conciliar estos dos objetivos aunque algunos autores le otorgan mayor importancia al espaciamiento.

El tipo de aclareos aplicado en dado caso depende, en gran medida, de la condición del rodal. Si el rodal contiene muchos árboles lobo, en las dos primeras cortas se aplican aclareos por lo alto y a veces aclareos selectivos, pero después de esta regularización inicial del rodal, el aclareo libre generalmente toma un ligero carácter de aclareo por lo bajo, sobre todo al inicio del turno, el aclareo cambia gradualmente a un aclareo por lo alto (Eide y Langsaeter, 1941, citado por Braathe, 1978). En rodales de latifoliadas donde la calidad juega un papel muy importante, es necesario cortar en favor de unos pocos árboles de alta calidad y el aclareo se convertirá típicamente en un aclareo por lo alto (Moller, 1954, citado por Braathe, 1978).

5.2 Medidas para el método de aclareo.

Una medida del método de aclareo es la utilizada por Eide y Langsaeter (1941) (citado por Braathe, 1978) que consiste en el promedio de los diámetros de los árboles cortados (d) en relación con el promedio de los árboles dejados en pie (D). Cuando esta relación d/D es igual o menor a 0.70, el aclareo es un aclareo por lo bajo. Cuando se tienen valores entre 0.70 y 0.85 no se puede definir estrictamente entre un aclareo por lo bajo y uno por lo alto, en tanto que valores superiores a 1.00 indican un aclareo selectivo.

Para la construcción de tablas de producción, Peterson (Braathe, 1978) dividió teóricamente los aclareos en dos clases: aclareo por lo bajo y "aclareo completo", entendiendo por aclareo por lo bajo cuando se cortan los árboles de clase de copa más bajos y, por "aclareo completo", la extracción de una cierta proporción de los árboles de cada categoría diamétrica tal que la relación $d/D=1.00$. Variando la proporción de área basal extraída a través de aclareos por lo bajo y "aclareos completos", es posible indicar todos los tipos de aclareos hasta $d/D=1.00$.

Peterson (1955, citado por Braathe, 1978) también llamó aclareo alto a las cortas de las copas más altas y si se varía el aclareo alto y el aclareo completo y eventualmente se pasa por el aclareo bajo, en relación a cada uno, es posible explicar aclareos con $d/D=1$. Sin embargo, las investigaciones de Peterson no incluyen este tipo de aclareo. Ullen (1940) definió el método de aclareo comparando el porcentaje de árboles extraídos con el porcentaje del volumen extraído. Si esta relación es 1.40 o más, la corta se considera un aclareo por lo bajo, mientras que si se encuentran alrededor de 1.00, se considera aclareo por lo alto y menos de 0.60 un aclareo selectivo (Langsaeter, 1941, citado Braathe 1978).

Debe hacerse hincapié, sin embargo, que en el primer aclareo de un rodal, generalmente se extrae un gran número de árboles pequeños, lo que puede disminuir los valores de estos índices y dar un panorama equivocado del carácter de la corta. En

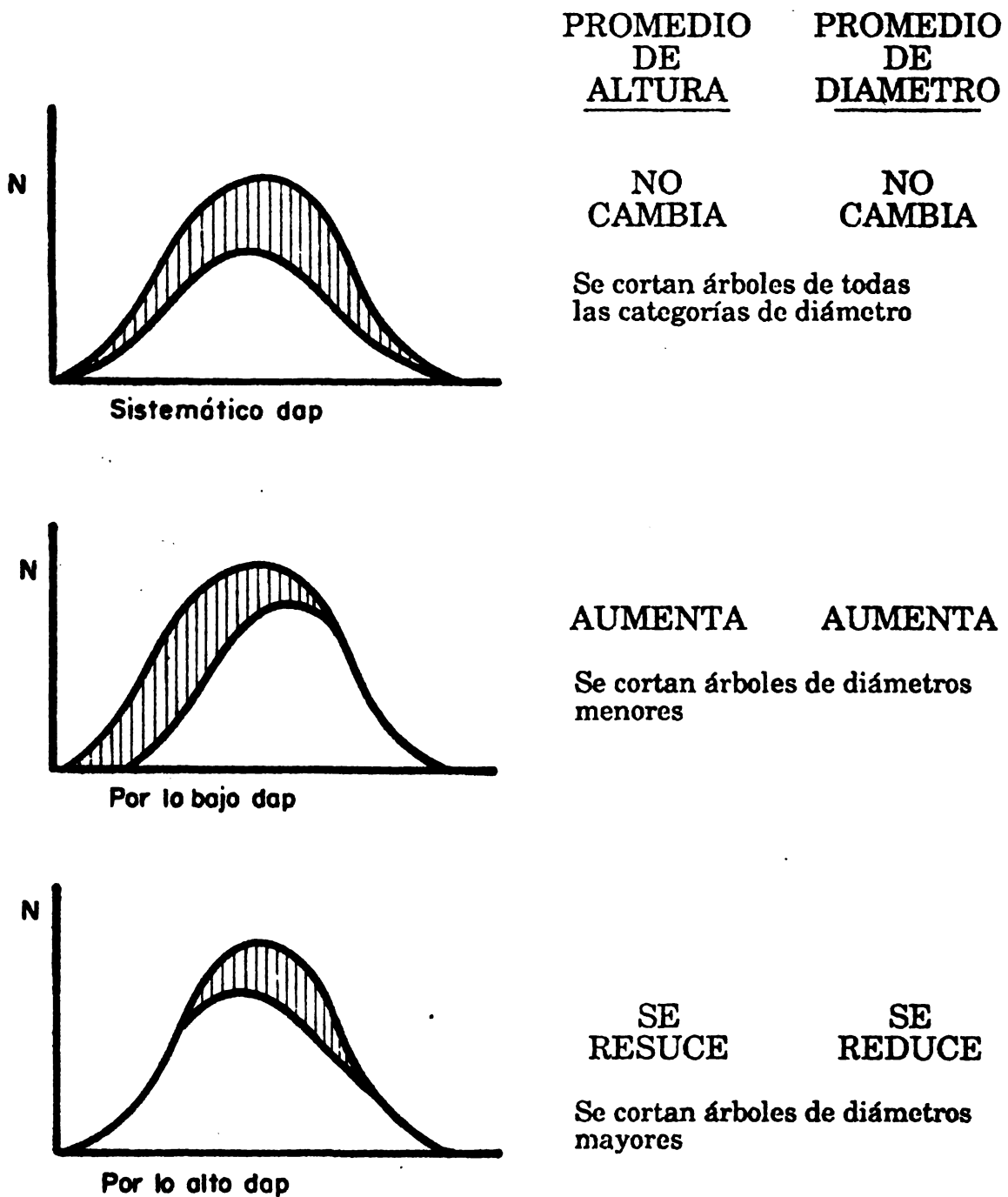


Figura 11. Efecto del método de aclareo en la distribución diamétrica del rodal.

ACLAREO SISTEMATICO VS SELECTIVO

SISTEMATICO :

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1) Barato | 1) No se conoce |
| 2) Poca especialización | calidad de los |
| 3) Poca supervisión | árboles derribados, |
| 4) No se requiere marqueo | ni de los que quedan |
| 5) Derribo y extracción fácil | en pié. |
| | 2) Posibilidad de |
| | derribo por viento. |

Recomendado para :

Primero y segundo aclareos para reducir número de árboles e incrementar espacio de crecimiento.

SELECTIVO : (por lo bajo)

- | | |
|---|---|
| 1) Árboles pequeños
concentra incremento
en los mejores árboles | 1) Caro
requiere marqueo |
| 2) Selección positiva | 2) Poco rendimiento
en el corto plazo. |

Figura 12. Ventajas y desventajas de los métodos de aclareo.

aclareos posteriores, todos estos índices son satisfactorios, además de que la relación d/D es fácil de aplicar.

5.3. Grados de aclareos.

Los grados de aclareo se han definido mediante la indicación de qué clases deben ser cortados. En esta definición, el número de árboles que se deja dependerá de las condiciones del rodal antes del aclareo. Por esto, se han utilizado otros índices, por ejemplo, el área basal extraída expresada en porcentaje del área basal antes del aclareo; asimismo, el número de árboles y el volumen; ahora bien, estos índices son relativos, dependiendo de la densidad inicial del rodal

Es ya una costumbre designar a los grados de aclareo, para el aclareo por lo bajo, con A, B, C y D, indicando con A un aclareo ligero donde se extraen solamente los árboles muertos; mientras que con D se designa un aclareo fuerte, con el cual se cortan todos los árboles suprimidos y los intermedios, además de parte de los codominantes. Sin embargo, los aclareos que se llevan a cabo en diferentes países no pueden ser comparables a un nivel científico por medio de estas definiciones.

Por las dificultades anteriores, los investigadores han desarrollado varios índices que califican la densidad del rodal, para estar en capacidad de utilizar una medida de la densidad que pueda, al mismo tiempo, ser utilizada para comparar los grados de aclareo y poder generalizar las respuestas de los rodales a dichas intervenciones. Debido a su importancia, se discuten en un capítulo aparte de estas memorias.

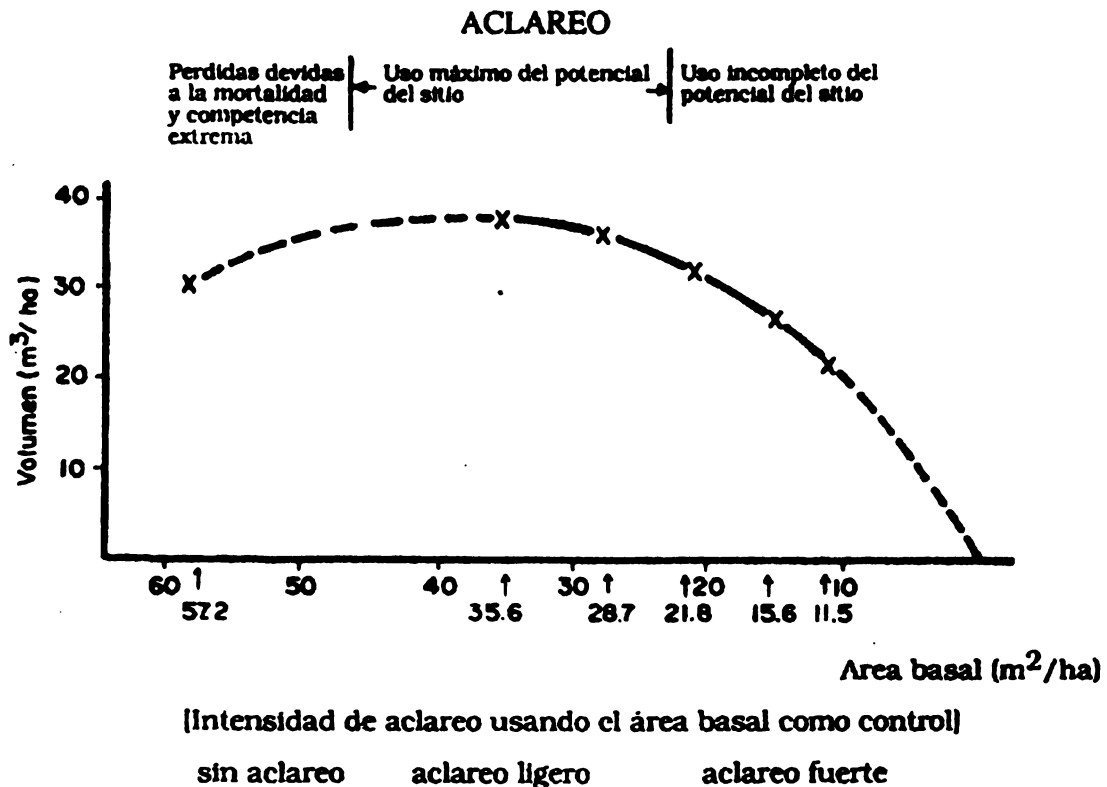


Figura 13. Relación entre el rendimiento expresado en incremento medio anual, y la intensidad de aclareo en *Araucaria cunninghamii* (EVANS, 1982).

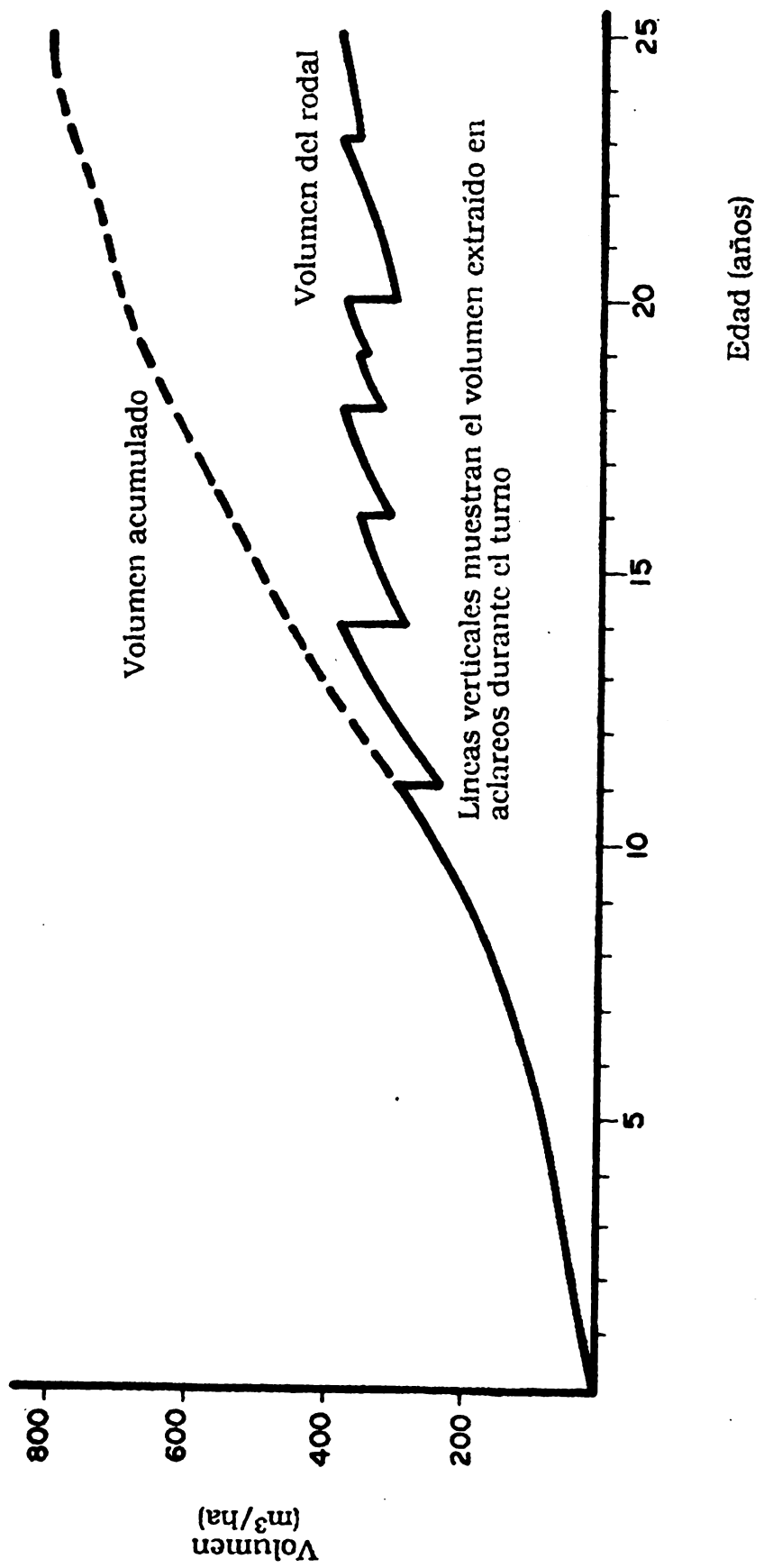


Figura 14. Volumen acumulado por hectárea y volumen en pie por hectárea de un rodal de *Araucaria cunninghamii*, aclareado frecuentemente para mantener el área basal remanente alrededor de 29 m²/ha (EVANS, 1982).

Cuadro 1. Posibles combinaciones de espaciamiento inicial y programa de aclareos para plantaciones puras.

	Distanciamiento (m)	Espacio de crecimiento (m²)	N° Arboles/ha
Espaciamiento inicial	1 x 1	1.00	10 000
1º Aclareo	1 x 2	2.00	5 000
2º Aclareo	2 x 2	4.00	2 500
3º Aclareo	2 x 4	8.00	1 250
4º Aclareo	4 x 4	16.00	625
Espaciamiento inicial	1 x 1.5	1.50	6 666
1º Aclareo	1.5 x 2	3.00	3 333
2º Aclareo	2 x 3	6.00	1 666
3º Aclareo	3 x 4	12.00	833
4º Aclareo	4 x 6	24.00	416
Espaciamiento inicial	1 x 2	2.00	5 000
1º Aclareo	2 x 2	4.00	2 500
2º Aclareo	2 x 4	8.00	1 250
3º Aclareo	4 x 4	16.00	625
4º Aclareo	4 x 8	32.00	312
Espaciamiento inicial	2 x 2	4.00	2 500
1º Aclareo	2 x 4	8.00	1 250
2º Aclareo	4 x 4	16.00	625
3º Aclareo	4 x 8	32.00	312
4º Aclareo	8 x 8	64.00	156
Espaciamiento inicial	2.5 x 2.5	6.25	1 600
1º Aclareo	2.5 x 5.0	12.50	800
2º Aclareo	5.0 x 5.0	25.00	400
3º Aclareo	5.0 x 10	50.00	200
4º Aclareo	10 x 10	100.00	100

Cuadro 2. Posibles combinaciones de espaciamiento inicial y programa de aclareos en plantaciones asociadas a cultivos agrícolas.

	Distanciamiento (m)	Espacio de crecimiento (m ²)	N° Arboles/ha
Espaciamiento inicial	0.5 x 5	2.5	4 000
1º Aclareo	1 x 5	5.0	2 000
2º Aclareo	2 x 5	10.0	1 000
3º Aclareo	4 x 5	20.0	500
Espaciamiento inicial	1 x 5	5.0	2 000
1º Aclareo	2 x 5	10.0	1 000
2º Aclareo	4 x 5	20.0	500
Espaciamiento inicial	0.5 x 6	3.0	3 333
1º Aclareo	1 x 6	6.0	1 666
2º Aclareo	2 x 6	12.0	833
3º Aclareo	4 x 6	24.0	416

Cuadro 3. Posibles combinaciones de espaciamiento inicial y programa de aclareos en cultivos perennes.

Cultivo	Distanciamiento (m)	Espacio de crecimiento (m ²)	No. Arboles/ha
Café	6 x 6	36.0	277
	6 x 8	48.0	208
	8 x 8	64.0	156
Cacao	8 x 8	64	156
	8 x 10	80	125
	10 x 10	100	100
	10 x 12	120	83
	12 x 12	144	69

6. Literatura citada.

BRAATHE, P. 1978. Los aclareos en rodales coetáneos. Traducción del inglés por MUSALEM, M.A. y BECERRA, F. Departamento de enseñanza e investigación y servicio en bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Publicación especial. Chapingo, Mex., México. 143 p.

EVANS, J. 1982. Plantation Forestry in the Tropics. Oxford, Clarendon Press. 471 p.

SMITH, D. M. 1986. The practice of silviculture. Eighth Edition. John Wiley and Sons. New York. 527 p.

WINTERS, R. K. 1977. Edited addendum No.1. Terminology of forest science, technology, practice and products. IUFRO/Society of American Foresters, Washington, D.C.

ENSAYO DE ACLAREOS EN PLANTACIONES DE CIPRES (*Cupressus lusitanica*) EN CARTAGO, COSTA RICA *

M.Sc. Eladio Chaves **

RESUMEN

Se presentan resultados de los primeros tres años de investigación sobre aclareos en plantaciones de ciprés en la zona de Cartago, Costa Rica.

El ensayo se estableció bajo un diseño de bloques completos con tres repeticiones y cuatro tratamientos de aclareo. Como parámetros del aclareo se usó el índice de espaciamento relativo (S%), se dejó un S% de 21, 23 y 25, además de un testigo. Hasta la fecha se han realizado dos aclareos , manteniendo constantes los índices establecidos.

Los resultados preliminares muestran que con los aclareos fuertes se obtienen mayores incrementos, aunque se tiene una menor área basal por unidad de superficie.

* Forma parte del Proyecto de Investigación 822048, financiado por la Vicerrectoría de Investigación, Universidad Nacional.

** Profesor. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica

1. Introducción

En Costa Rica desde la publicación de la ley forestal 4465 en 1969 se estableció los incentivos para reforestación, pero no es hasta 1979, cuando se crean los fondos para impulsar los incentivos para todos aquellos empresarios que se dediquen a la reforestación. También, se ha decretado préstamos blandos, que de alguna forma han contribuido al establecimiento de plantaciones forestales en el país.

Hasta 1984 se había establecido 10.500 ha, pero en los últimos tres años se han dado incentivos para el establecimiento de 18.000 ha*. Todo este auge de la reforestación no ha ido acompañado con un programa de investigación. Por esa razón se han presentado algunos resultados poco satisfactorios, por la falta de información desde el nivel de semilla y calidad de las plantas, hasta el establecimiento y manejo de las plantaciones.

La Universidad Nacional, con el fin de generar la información necesaria para el manejo de plantaciones forestales, inició el establecimiento de parcelas permanentes de aclareo y rendimiento en plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica*) desde 1982. Se inició con esta especie porque fue una de las primeras especies introducidas que se ha plantado en áreas grandes y pequeñas, además que existen plantaciones que han sido cosechadas, además de ser una de las especies principales en los proyectos de reforestación en las zonas altas y medias del país.

2. Materiales y métodos

Se escogió plantaciones que tuvieran una área suficiente que permitiera instalar por lo menos tres repeticiones, de esa forma se trabajó en dos sitios: Cartago, propiedad de Radiográfica Costarricense y en Tarbaca, propiedad de Oscar Chacón. Ambas plantaciones tenían 10 años, cuando se instalaron los ensayos.

Para realizar los aclareos se empleó el índice de espaciamiento relativo (S%) que es una relación entre el espaciamiento promedio de los árboles sobre la altura promedio de los árboles dominantes.

Se utilizaron cuatro tratamientos y tres repeticiones en un diseño de bloques completos al azar. Como tratamientos se emplearon tres intensidades de aclareos y un testigo. Los tratamientos consistieron en dejar un S% de 21 (que representa un aclareo leve), un S% de 23 (aclareo moderado) y un aclareo fuerte con un S% de 25, además de una parcela testigo (sin aclareo). Hasta el momento se han aplicado dos aclareos.

3. Resultados

Los resultados que aquí se exponen corresponden a la plantación de Cartago. En las Figuras 1, 2, 3, 4 y 5 se presentan los resultados del comportamiento de las plantaciones de ciprés bajo diferentes intensidades de aclareo en los primeros tres años de observación, desde 1982, cuando se realizó la primera intervención hasta 1985 que se hizo la segunda.

* Valerio, R. 1988. Comunicación personal. Departamento de Repoblación, Dirección General Forestal. San José, Costa Rica.

En la Figura 1 corresponde al S% que se utilizó como parámetro para efectuar los aclareos, en relación con la edad en años. Cuando se inició el ensayo la plantación presentó un S% promedio de 21. En los tratamientos sin aclareo el S% fue disminuyendo hasta un 17 por ciento que representa el promedio de las tres repeticiones.

Con los aclareos utilizando un S% de 23, las parcelas pasaron de un S% de 20 a 23,5 % en el primer aclareo y casi el mismo comportamiento en el segundo aclareo tres años después. Al realizar aclareos más fuertes el S% pasó de 22,5 % a 25, pero una parcela recibió el tratamiento un año después. Tres años después con el aclareo las parcelas se llevaron de un S% de 21,5 a 25 % que representa un aclareo fuerte.

En la Figura 2 que muestra el cambio del área basal con respecto a la edad. En las parcelas testigo presentan con un promedio de área basal (de 24 m²/ha en 1982 y 29 m² en 1985. En el aclareo leve el área basal se bajó de 23,5 m²/ha a 21 m²/ha en el primer aclareo y en el segundo se bajó de 26 m²/ha a 22,5 m²/ha. En las parcelas que les correspondió el aclareo moderado el área basal se bajó de 26 m²/ha a 21,5 m²/ha en el primer aclareo y en el segundo de 27 m²/ha a 20 m²/ha. Con el aclareo fuerte el área basal se bajó en forma escalonada de 22 m²/ha a 19,5 m²/ha y el segundo año se bajó casi dos metros, correspondientes a una parcela que se intervino un año después, en el segundo aclareo el área basal se bajó de 23 m²/ha a 17 m²/ha.

En términos de área basal la mayor pendiente de crecimiento se observó en el tratamiento de aclareo moderado, donde se dejó un S% de 23, aunque en promedio estas parcelas presentaron una mayor área basal inicialmente.

En la Figura 3 se presenta la relación entre el diámetro del área basal promedio (dg en cm) y la edad en años, en general cuando se hace más intenso el aclareo el dg se incrementa.

En la Figura 4 se presenta la relación entre el número de árboles contra la edad, en las parcelas testigo se ha presentado ya una disminución por muerte natural, pero aún tienen más de 1200 árboles/ha. En el aclareo leve el número de árboles se bajó de 1250 árboles/ha a 1100 en el primer aclareo y a 1000 árboles/ha en el segundo. En el aclareo moderado se bajó de 1500 árboles/ha a 1100 árboles/ha en el primer aclareo y a 750 árboles/ha en el segundo. Con el aclareo fuerte se pasó de 1250 a 850 en el primer aclareo y a 650 árboles/ha en el segundo.

En la figura se presenta la relación entre la altura dominante en relación con la edad, la variación de la altura dominante en los distintos tratamientos es poca, en general la altura dominante se considera independiente de la densidad dentro de ciertos rangos. Dentro del ensayo se nota un mayor incremento en los tratamientos de aclareo fuerte (S% = 25), sobre todo en el último año.

Con el proyecto se ha generado alguna información sobre los aclareos en ciprés, con los datos que se tienen se puede acercarse un poco al grado adecuado de aclareo. Si se traslapan las figuras 2 y 3 se nota en las parcelas sin aclareo tienen una alta área basal por hectárea pero bajo dg, lo inverso ocurre en el aclareo fuerte un dg alto (20,5 cm) pero una área basal baja. Con los aclareos leves (21 %) mantiene una alta área basal pero un bajo incremento diamétrico, además que la plantación se ve muy densa bajo esta intensidad de aclareo. La intensidad de 23 % ha mostrado un buen incremento diamétrico y las plantaciones aclareadas tienen un buen espacio de crecimiento que llegan a ocupar en dos o tres años.

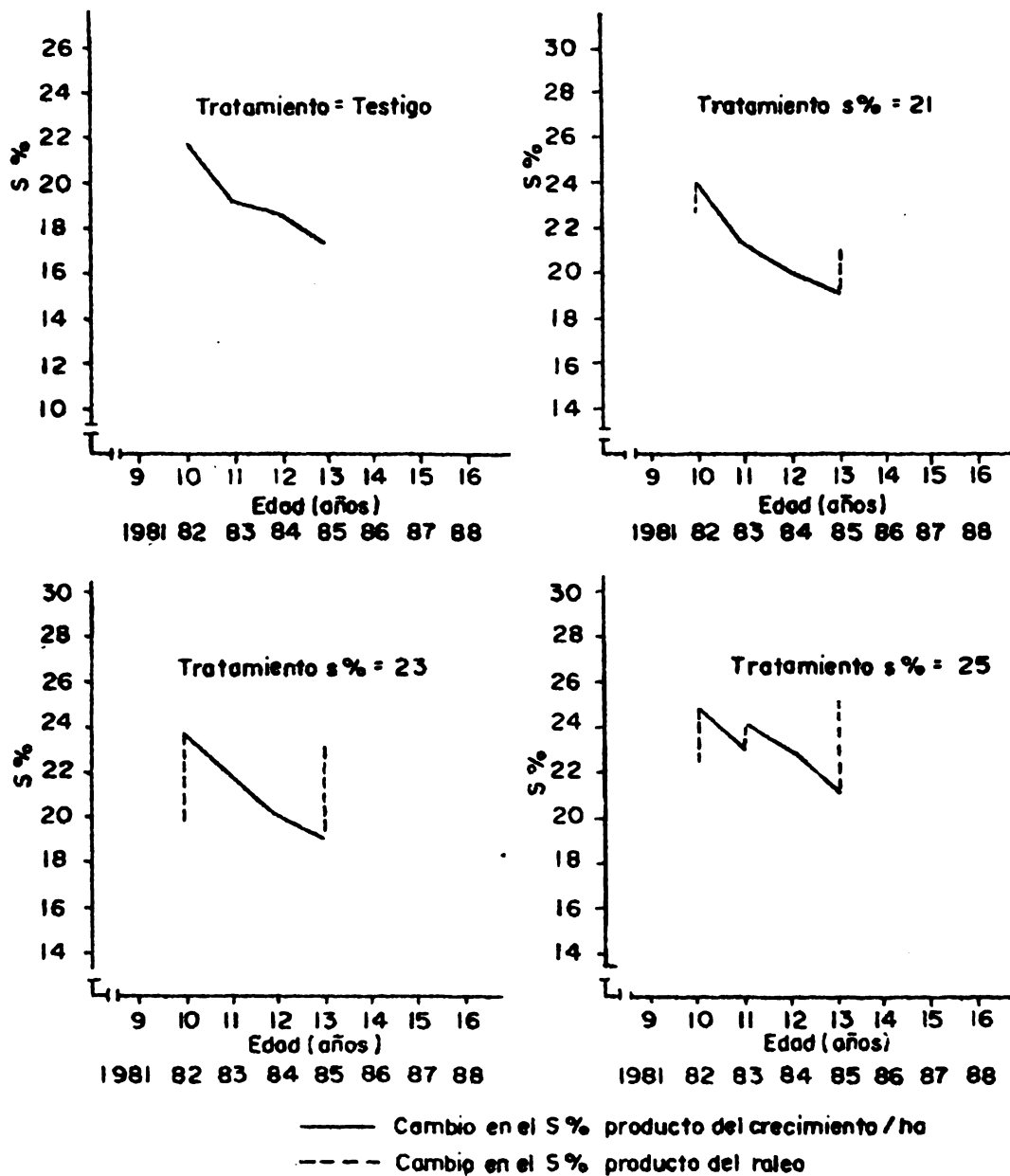


Figura 1. Espaciamento relativo en función de la edad para diferentes tratamientos en plantaciones de *Cupressus lusitanica*, Cartago, Costa Rica.

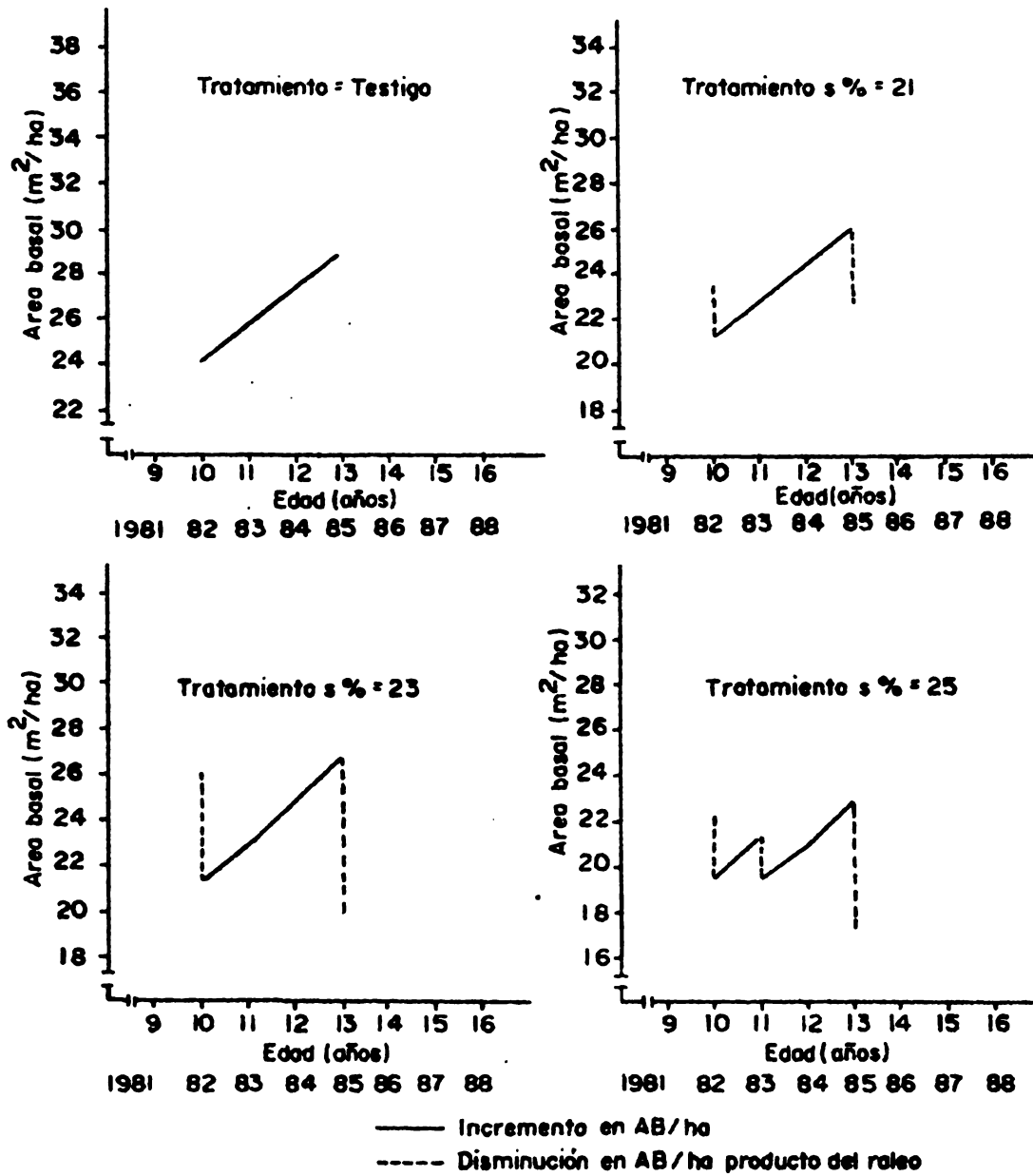


Figura 2. Comportamiento del área basal en función de la edad para diferentes tratamientos en plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica*), Cartago, Costa Rica.

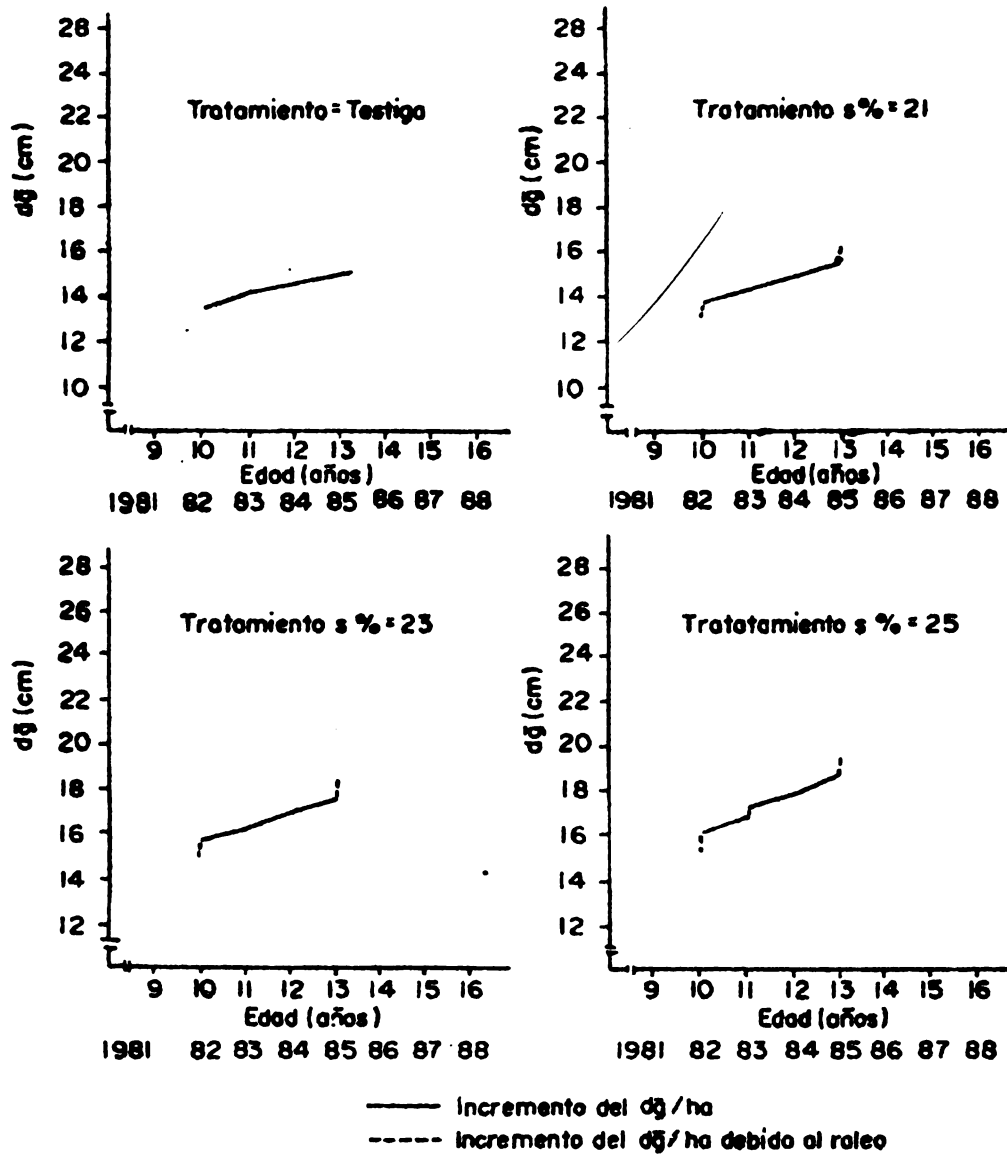


Figura 3. Comportamiento del diámetro de área basal promedio en función de la edad para diferentes tratamientos en plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica*), Cartago, Costa Rica.

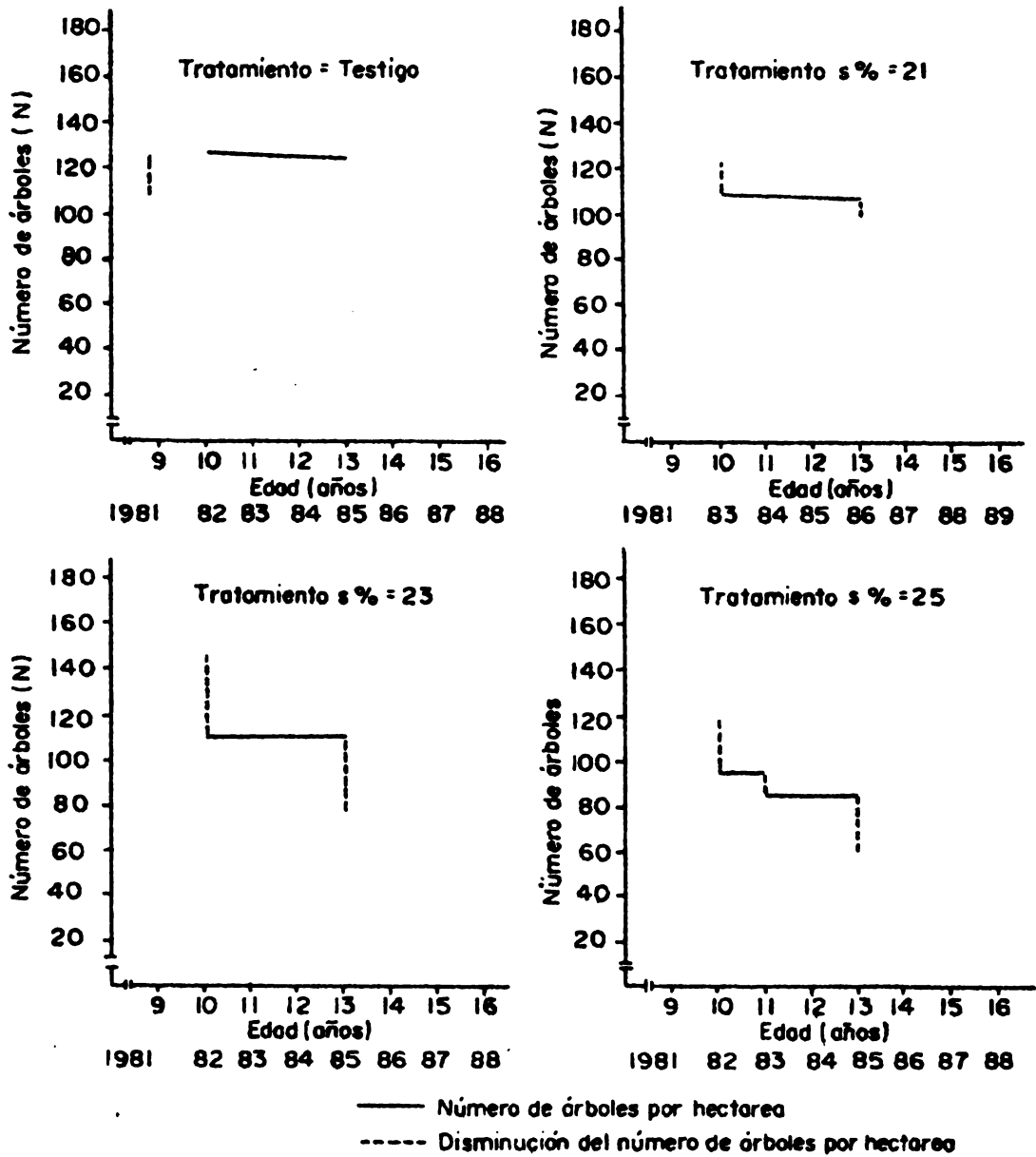


Figura 4. Número de árboles por hectárea en función de la edad para diferentes tratamientos en plantaciones de *Cupressus lusitánica*, Cartago, Costa Rica.

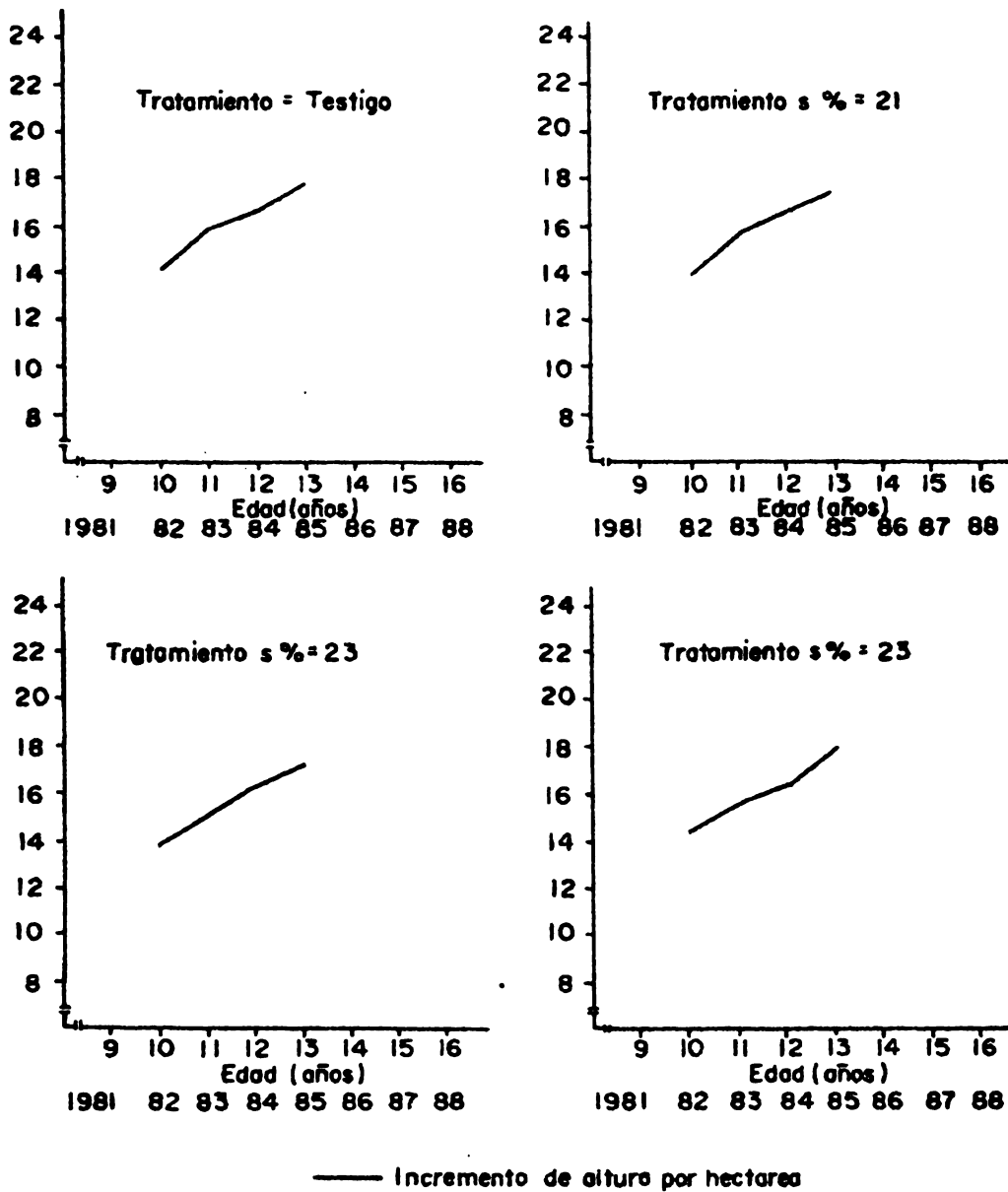


Figura 5. Altura dominante en función de la edad para diferentes tratamientos en plantaciones de *Cupressus lusitanica*, Cartago, Costa Rica.

El proyecto espera continuar con las mediciones hasta el final del turno pero también se espera iniciar otras modalidades de aclareo, con el fin de determinar cuando iniciar con los aclareos. También utilizando uno o dos aclareos dejando la densidad deseada hasta el final del turno para tener otros parámetros de comparación.

CAPITULO IX

SISTEMAS SILVICOLAS

SISTEMA SILVICOLA

Conjunto de prácticas mediante las cuales, los rodales que constituyen el bosque bajo manejo, se cultivan, se aprovechan y reemplazan por nuevos rodales de tipo característico (TROUP,1952).

Plan completo de tratamiento durante toda la vida del RODAL, que incluye su regeneración (SMITH,1986).

Figura 1. Definición de Sistema Silvícola

**FACTORES A CONSIDERAR
EN EL
DISEÑO DE SISTEMAS SILVICOLAS**

1. Productos principales

Especie

2. Tipo de plantación compatible

3. Turno

Espaciamiento inicial

Cortas intermedias

4. Regeneración

Manejo de rebrotes



DISEÑO DE SISTEMA SILVICOLA



METODO DE ORDENACION

Figura 2. Factores a condiderar en el diseño de Sistemas Silvícolas.

**PRODUCTOS DE LOS ARBOLES DE USO
MULTIPLE**

Clave	Producto
MIND	Madera industrial
MIRU	Madera industrial rural
POST	Postes
LEÑA	Leña
FORR	Forraje
FRUT	Frutos
EXTR	Extractivos
CEVI	Cerca viva
CORT	Cortinas
SOMB	Sombra
MESU	Mejoradores de suelo
ESTE	Estéticos

Figura 3. Productos principales de las especies de AUM

Continuando con el ejemplo de las 14 especies prioritarias del Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple MADELEÑA (Figura 4) y con base a los usos más frecuentes y necesidades en las fincas, se obtuvo una matriz por país del área, donde se indica, además de los usos más frecuentes por especie por país, la importancia que un determinado uso tiene para cada especie en una región (Cuadro 1 al 5)

El resumen de esta información a nivel regional centroamericano, para cada especie, se presenta en el Cuadro 6. Los resultados indican diferentes usos, y diferentes prioridades de uso, que demanda el diseño de sistemas silvícolas para, cuando menos, grupos de especies y grupos de usos para áreas grandes de la región.

4. Tipos de plantación compatible.

En la práctica de la silvicultura de AUM en la región de centroamérica y Panamá, se han identificado varias posibilidades de plantación de AUM, las motivaciones detrás de esto han sido explicadas con anterioridad y van desde los aspectos del sistema de producción de fincas, hasta las económicas y sociales, y actitudes hacia los árboles de los pobladores de la región.

A pesar de la gran variedad existente, es posible identificar cinco tipos básicos (Figura 5) que comprenden, desde las plantaciones continuas, puras, de una sola especie, hasta los árboles aislados con fines estéticos, pasando por los diversos sistemas silvopastoriles y silvoagrícolas.

La compatibilidad. Ahora bien, una vez definidas las especies, los productos, la importancia relativa de los productos, y el tipo de plantación, es necesario analizar la compatibilidad con las necesidades del producto.

El fenómeno se da debido a que ciertas especies, lógicamente están más adaptadas a ser producidas en determinado tipo de plantación de acuerdo a su temperamento más o menos tolerante, configuración de la copa y ramificación de las raíces. Por otra parte, el tiempo necesario requerido para alcanzar diferentes dimensiones de productos en crecimiento debido a tiempo.

De tal manera que, cuando se pretende combinar los productos principales esperados con los tipos de plantaciones posibles, surgen las combinaciones más adecuadas para cada especie. Los ejemplos de cada uno se presentan en las Figuras 6 a la 19.

5. Regeneración

La regeneración de las masas forestales naturales ha sido clasificado atendiendo a su forma de reproducción ya sea sexual o asexual en método de beneficio de monte alto y monte bajo, respectivamente (Figura 20). Los métodos de tratamiento para obtener la regeneración dentro de los métodos de beneficio, se han aceptado 4 dentro de los métodos de monte alto, 3 de los cuales dan lugar a masas coetáneas (matarrusa, árboles padre y protección) y uno a masas incoetáneas (método de selección). Dentro del método de beneficio de monte bajo, los métodos de tratamiento son el monte bajo propiamente dicho, y el monte medio (Figura 21). La clasificación depende del número de cortas para eliminar totalmente la masa vieja.

ESPECIES AUM
AGRUPAMIENTO MADELEÑA

1. <i>Bobacopsis quinatum</i>	Pochote
2. <i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés
3. <i>Gmelina arborea</i>	Melina
4. <i>Pinus caribaea</i>	Pino
5. <i>Tectona grandis</i>	Teca

6. <i>Acacia mangium</i>	Mangium
7. <i>Caesalpineia velutina</i>	Aripín
8. <i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina
9. <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Camaldulensis
10. <i>Eucalyptus saligna</i>	Saligna
11. <i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena
12. <i>Mimosa scabrella</i>	Mimosa

13. <i>Gliricidia sepium</i>	Gliricidia
14. <i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo

Figura 4. Agrupamiento de las 14 especies prioritarias de AUM del proyecto MADELEÑA.

Cuadro 1. Usos más frecuentes e importancia relativa de uso de los productos de las especies prioritarias de Arboles de Uso Múltiple en Guatemala

	Productos							Servicios				
	MIND	MIRU	POST	LEÑA	FORR	FRUT	EXTR	CEVI	CORT	SOMB	MESU	ESTE
<i>Bombacopsis quinatus</i>												
<i>Cupressus lusitanica</i>	●	●	●	●				●	●			●
<i>Gmelina arborea</i>			●	①				●				
<i>Pinus caribaea</i>	①	●		①	①		●					●
<i>Tectona grandis</i>	●	●	●					●				
<i>Acacia mangium</i>												
<i>Caesalpinia velutina</i>		●	●	①				●	●		●	
<i>Casuarina equisetifolia</i>		●	①	●				●	●			●
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		●	●	①				●				
<i>Eucalyptus saligna</i>		●	●	①								
<i>Leucaena leucocephala</i>			●	①	●			●			●	
<i>Mimosa scabrella</i>				①	●					●	●	
<i>Gliricida sepium</i>		●	●	①	①			①		●	①	
<i>Guazuma ulmifolia</i>				①	●	●				●		

MIND: Madera industrial
 MIRU: Madera industrial rural
 POST: Postes
 LEÑA: Leña

FORR: Forraje
 FRUT: Fruto
 EXTR: Extractivos
 CEVI: Cerca viva

SOMB: Sombra
 MESU: Mejorador de suelo
 ESTE: Estético
 CORT: Cortina

Prioridad de uso:
 ●
 ●
 ●

Cuadro 2. Usos más frecuentes e importancia relativa de uso de los productos de las especies prioritarias de Arboles de Uso Múltiple en Honduras

	Productos							Servicios				
	MIND	MIRU	POST	LEÑA	FORR	FRUT	EXTR	CEVI	CORT	SOMB	MESU	ESTE
<i>Bombacopsis quinatus</i>	①	●	●					①				
<i>Cupressus lusitanica</i>								●	●			●
<i>Gmelina arborea</i>	●	●										
<i>Pinus caribaea</i>	●	●				●	●					●
<i>Tectona grandis</i>	●	●	①					●				
<i>Acacia mangium</i>				①								
<i>Caesalpinia velutina</i>		●	●	①				●	●		●	
<i>Casuarina equisetifolia</i>								●	●			●
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		①		●				●	●			●
<i>Eucalyptus saligna</i>												
<i>Leucaena leucocephala</i>				①	●			●			●	
<i>Mimosa scabrella</i>										●		
<i>Gliricida sepium</i>		●	●	①	●			●	●	●	①	
<i>Guazuma ulmifolia</i>			●	①	●			●		●		

MIND: Madera industrial
 MIRU: Madera industrial rural
 POST: Postes
 LEÑA: Leña

FORR: Forraje
 FRUT: Fruto
 EXTR: Extractivos
 CEVI: Cerca viva

SOMB: Sombra
 MESU: Mejorador de suelo
 ESTE: Estético
 CORT: Cortina

Prioridad de uso:
 ●
 ●
 ●

Cuadro 3. Usos más frecuentes e importancia relativa de uso de los productos de las especies prioritarias de Arboles de Uso Múltiple en El Salvador

	Productos						Servicios					
	MIND	MIRU	POST	LEÑA	FORR	FRUT	EXTR	CEVI	CORT	SOMB	MESU	ESTE
<i>Bombacopsis quinatum</i>												
<i>Cupressus lusitanica</i>	1	2	3					4	1			5
<i>Gmelina arborea</i>	2	3	4	1				3				
<i>Pinus caribaea</i>	3	4	1				2					4
<i>Tectona grandis</i>	4	1	2	3				1				
<i>Acacia mangium</i>												
<i>Caesalpinia velutina</i>			1	2								
<i>Casuarina equisetifolia</i>		2		1				1	2			3
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		2	3	4				1				5
<i>Eucalyptus saligna</i>												
<i>Leucaena leucocophala</i>			1	2	3			4			5	
<i>Mimosa scabrella</i>												
<i>Gliciridia sepium</i>		1	2	3	4			5		6	7	
<i>Guazuma ulmifolia</i>			1	2	3			4				

MIND: Madera industrial
MIRU: Madera industrial rural
POST: Postes
LEÑA: Leña

FORR: Forraje
FRUT: Fruto
EXTR: Extractivos
CEVI: Cerca viva

SOMB: Sombra
MESU: Mejorador de suelo
ESTE: Estético
CORT: Cortina

Prioridad de uso:

1 ●
2 ●
3 ●
4 ●
5 ●
6 ●
7 ●

Cuadro 4. Usos más frecuentes e importancia relativa de uso de los productos de las especies prioritarias de Arboles de Uso Múltiple en Costa Rica

	Productos						Servicios					
	MIND	MIRU	POST	LEÑA	FORR	FRUT	EXTR	CEVI	CORT	SOMB	MESU	ESTE
<i>Bombacopsis quinatum</i>	1	2	3					4				
<i>Cupressus lusitanica</i>	2	3	4	1				5	6			7
<i>Gmelina arborea</i>	3	4	1	2								
<i>Pinus caribaea</i>	4		2									
<i>Tectona grandis</i>	5	1	3					6				
<i>Acacia mangium</i>	6		4									
<i>Caesalpinia velutina</i>												
<i>Casuarina equisetifolia</i>			1	2				3	4			5
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1		2	3				4	5			
<i>Eucalyptus saligna</i>	2		3	4				5	6			
<i>Leucaena leucocophala</i>				1	2					3	4	
<i>Mimosa scabrella</i>				1	2				3	4	5	
<i>Gliciridia sepium</i>		1	2	3				4				
<i>Guazuma ulmifolia</i>				1	2	3				4		

MIND: Madera industrial
MIRU: Madera industrial rural
POST: Postes
LEÑA: Leña

FORR: Forraje
FRUT: Fruto
EXTR: Extractivos
CEVI: Cerca viva

SOMB: Sombra
MESU: Mejorador de suelo
ESTE: Estético
CORT: Cortina

Prioridad de uso:

1 ●
2 ●
3 ●
4 ●
5 ●
6 ●
7 ●

Cuadro 5. Usos más frecuentes e importancia relativa de uso de los productos de las especies prioritarias de Arboles de Uso Múltiple en Panamá

	Productos						Servicios					
	MIND	MIRU	POST	LEÑA	FORR	FRUT	EXTR	CEVI	CORT	SOMB	MESU	ESTE
<i>Bombacopsis quinatum</i>	●	●						●				
<i>Cupressus lusitanica</i>												①
<i>Guetina arborea</i>												①
<i>Pinus caribaea</i>	①	●										●
<i>Tectona grandis</i>	①	●	②									
<i>Acacia mangium</i>				①							●	②
<i>Caesalpinea velutina</i>												●
<i>Casuarina equisetifolia</i>												●
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	●	①	②	③								●
<i>Eucalyptus saligna</i>												
<i>Leucaena leucocephala</i>				●	●							
<i>Mimosa scabrella</i>												
<i>Güricida sepium</i>								①		●		
<i>Guazuma ulmifolia</i>				①	②					●		

MIND: Madera industrial
MIRU: Madera industrial rural
POST: Postes
LEÑA: Leña

FORR: Forraje
FRUT: Fruto
EXTR: Extractivos
CEVI: Cerca viva

SOMB: Sombra
MESU: Mejorador de suelo
ESTE: Estético
CORT: Cortina

Prioridad de uso:

●: ●
●: ●
●: ●

Se agradece a R.Herrera y F. Padilla de GUA, R. Ordóñez y M. Vallejo de HON, H. Zambrana y H. Franco de ELS, W. Picado y E. Rodríguez de COS y B. Morán y C. Vargas de PAN su colaboración en la elaboración de los Cuadros 1 al 5.

Cuadro 6. Resumen de usos más frecuentes e importancia relativa del uso de los productos de las 14 especies prioritarias de AUM en el área de América Central y Panamá

	País	Uso principal			Uso alternativo		
<i>Bombacopsis quinatum</i>	GUA	NR	NR	NR	MIRU	NR	
	HON	MIND	MIRU	POST	CEVI	NR	
	ELS	NR	NR	NR	NR	NR	
	COS	MIND	CEVI	POST	MIRU	NR	
	PAN	MIND	CEVI	MIRU	NR	NR	
<i>Cupressus lusitanica</i>	GUA	MIND	MIRU	CORT	CEVI	ESTE	
	HON	ESTE	CORT	CEVI	NR	NR	
	ELS	MIND	CORT	MIRU	ESTE	CEVI	
	COS	MIND	POST	CORT	LEÑA	MIRU	
	PAN	ESTE	NR	NR	NR	NR	
<i>Guetina arborea</i>	GUA	LEÑA	POST	CEVI	NR	NR	
	HON	MIRU	MIND	NR	NR	NR	
	ELS	MIRU	MIND	LEÑA	POST	CEVI	
	COS	MIND	MIRU	LEÑA	POST	NR	
	PAN	ESTE	NR	NR	NR	NR	
<i>Pinus caribaea</i>	GUA	MIND	MIRU	EXTR	LEÑA	ESTE	
	HON	MIND	MIRU	EXTR	FRUT	ESTE	
	ELS	MIRU	MIND	ESTE	EXTR	POST	
	COS	MIND	POST	NR	NR	NR	
	PAN	MIND	MIRU	ESTE	NR	NR	
<i>Tectona grandis</i>	GUA	MIND	MIRU	POST	CEVI	NR	
	HON	MIND	MIRU	POST	CEVI	NR	
	ELS	MIND	MIRU	LEÑA	CEVI	POST	
	COS	MIND	MIRU	POST	CEVI	NR	
	PAN	MIND	POST	MIRU	NR	NR	

Cuadro 6. Continuación.

	Pafs	Uso principal			Uso alternativo	
<i>Acacia mangium</i>	GUA	NR	NR	MR	NR	NR
	HON	LEÑA	NR	NR	NR	NR
	ELS	NR	NR	NR	NR	NR
	COS	MIND	POST	NR	NR	NR
	PAN	LEÑA	MESU	ESTE	NR	NR
<i>Caesalpinia velutina</i>	GUA	LEÑA	MIRU	CEVI	POST	MESU
	HON	LEÑA	MIRU	CEVI	POST	MESU
	ELS	LEÑA	POST	NR	NR	NR
	COS	NR	NR	NR	NR	NR
	PAN	NR	NR	NR	NR	NR
<i>Casuarina equisetifolia</i>	GUA	ESTE	CORT	LEÑA	POST	MIRU
	HON	CORT	CEVI	ESTE	NR	NR
	ELS	ESTE	CORT	LEÑA	CEVI	MIRU
	COS	CORT	LEÑA	CEVI	POST	ESTE
	PAN	ESTE	NR	NR	NR	NR
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	GUA	LEÑA	MIRU	CEVI	POST	NR
	HON	MIRU	LEÑA	CORT	CEVI	ESTE
	ELS	MIRU	LEÑA	POST	ESTE	CEVI
	COS	POST	LEÑA	CEVI	MIRU	CORT
	PAN	MIND	LEÑA	POST	MIRU	ESTE
<i>Eucalyptus saligna</i>	GUA	LEÑA	POST	MIRU	NR	NR
	HON	NR	NR	NR	NR	NR
	ELS	NR	NR	NR	NR	NR
	COS	POST	LEÑA	CEVI	CORT	MIND
	PAN	NR	NR	NR	NR	NR
<i>Leucaena leucocephala</i>	GUA	LEÑA	FORR	POST	CEVI	MESU
	HON	LEÑA	FORR	MESU	CEVI	NR
	ELS	LEÑA	FORR	POST	CEVI	MESU
	COS	LEÑA	SOMB	FORR	MESU	NR
	PAN	LEÑA	FORR	NR	NR	NR
<i>Mimosa escabrella</i>	GUA	LEÑA	FORR	SOMB	NR	NR
	HON	SOMB	NR	NR	NR	NR
	ELS	NR	NR	NR	NR	NR
	COS	SOMB	LEÑA	CORT	MESU	FORR
	PAN	NR	NR	NR	NR	NR
<i>Gliricidia sepium</i>	GUA	LEÑA	SOMB	MESU	CEVI	FORR
	HON	LEÑA	CEVI	SOMB	FORR	POST
	ELS	LEÑA	POST	SOMB	CEVI	FORR
	COS	CEVI	POST	LEÑA	MIRU	NR
	PAN	CEVI	SOMB	NR	NR	NR
<i>Guazuma niniifolia</i>	GUA	LEÑA	FORR	SOMB	FRUT	NR
	HON	LEÑA	FORR	SOMB	POST	CEVI
	ELS	LEÑA	POST	FORR	CEVI	NR
	COS	LEÑA	SOMB	FORR	FRUT	NR
	PAN	LEÑA	FORR	SOMB	NR	NR

TIPOS DE PLANTACIONES

1. Plantaciones contínuas

2. Plantación en líneas

(Cercas vivas, cortinas, barreras)

3. Grupos de arboles

(Sombra, ganado)

4. Sistemas agroforestales

(Sombra cultivos perennes)

5. Arboles aislados

Figura 5. Tipos posibles de plantaciones de las 14 especies de AUM prioritarias MADELEÑA

Bombacopsis quinatum

Tipos de Plantación

Plantaciones contínuas
(BOSQUETES)

Plantaciones en líneas
(CERCA VIVA)

Productos Principales Compatibles

POST

POST

MIRU

MIRU

MIND

Figura 6. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Bombacopsis quinatum*

Cupressus lusitanica

Tipos de Plantación

Plantaciones contínuas

(BOSQUETES)

Plantaciones en líneas

(CORTINAS)

(CERCA VIVA)

Productos Compatibles

LEÑA

LEÑA

LEÑA

POST

POST

POST

MIRU

MIND

Figura 7. Compatibilidad entre, tipo de plantación y productos principales para *Cupressus lusitanica*

Gmelina arborea

Tipos de Plantación

Plantaciones continuas
(BOSQUETES)

Plantaciones en líneas
(CERCA VIVA)

Productos Compatibles

LEÑA
POST
MIRU
MIND

LEÑA
POST
MIRU

Figura 8. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Gmelina arborea*

Pinus caribaea

Tipos de Plantación

**Plantaciones contínuas
(BOSQUETES)**

Productos Compatibles

LEÑA

POST

MIRU

MIND

+

EXTR

Figura 9. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Pinus caribaea*

Tectona grandis

Tipos de Plantación

Plantaciones contínuas
(BOSQUETES)

Plantaciones en líneas
(CERCA VIVA)

Productos Compatibles

POST

POST

MIRU

MIRU

MIND

Figura 10. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Tectona grandis*.

Acacia mangium

Tipos de Plantación

Plantaciones contínuas

(BOSQUETES)

Productos Compatibles

LEÑA

POST

Figura 11. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Acacia mangium*

Caesalpinea velutina

Tipos de Plantación

Plantaciones contínuas
(BOSQUETES)

Plantaciones en líneas
(CERCA VIVA)

Productos Principales Compatibles

LEÑA

LEÑA

POST

POST

MIRU

Figura 12 Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Caesalpinea velutina*

Casuarina equisetifolia

Tipos de Plantación

Plantaciones en líneas

(CORTINAS)

(CERCA VIVA)

Productos Compatibles

LEÑA

LEÑA

POST

POST

Figura 13. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Casuarina equisetifolia*

Eucalyptus camaldulensis

Tipos de Plantación

Plantaciones contínuas

(BÓSQÜETES)

Plantaciones en líneas

(CORTINAS)

(CERCA VIVA)

Productos Compatibles

LEÑA

LEÑA

LEÑA

POST

POST

POST

MIRU

MIRU

MIND

Figura 14. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Eucalyptus camaldulensis*.

Eucalyptus saligna

Tipos de Plantación

Plantaciones contínuas
(BOSQUETES)

Plantaciones en líneas
(CORTINAS)

Productos Compatibles

LEÑA

LEÑA

POST

POST

MIRU

MIRU

MIND

Figura 15. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Eucalyptus saligna*

Leucaena leucocephala

Tipos de Plantación

Plantaciones contínuas

(BOSQUETES)

Plantaciones en líneas

(CERCA VIVA)

Productos Compatibles

LEÑA

FORR

LEÑA

FORR

Figura 16. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Leucaena leucocephala*.

Mimosa scabrella

Tipos de Plantación

**Plantaciones contínuas
(BOSQUETES)**

**Plantaciones en líneas
(CERCA VIVA)**

Productos Compatibles

LEÑA

LEÑA

FORR

SOMB

Figura 17. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Mimosa scabrella*

Gliricidia sepium

Tipos de Plantación

Plantaciones contínuas

(BOSQUETES)

Plantaciones en líneas

(CORTINA)

(CERCA VIVA)

Productos Compatibles

LEÑA

POST

SOMB

LEÑA

FORR

SOMB

LEÑA

FORR

Figura 18. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Gliricida sepium*

Guazuma ulmifolia

Tipos de Plantación

Plantaciones continuas (BOSQUETES)	Plantaciones en grupo (GRUPOS)	Plantaciones en líneas (CERCAS VIVA)
---	-------------------------------------	---

Productos Compatibles

LEÑA	LEÑA	LEÑA
POSTE	FORR	FORR
FORR	SOMB	
SOMB		

Figura 19. Compatibilidad entre tipo de plantación y productos principales para *Guazuma ulmifolia*

REGENERACION

MASAS NATURALES

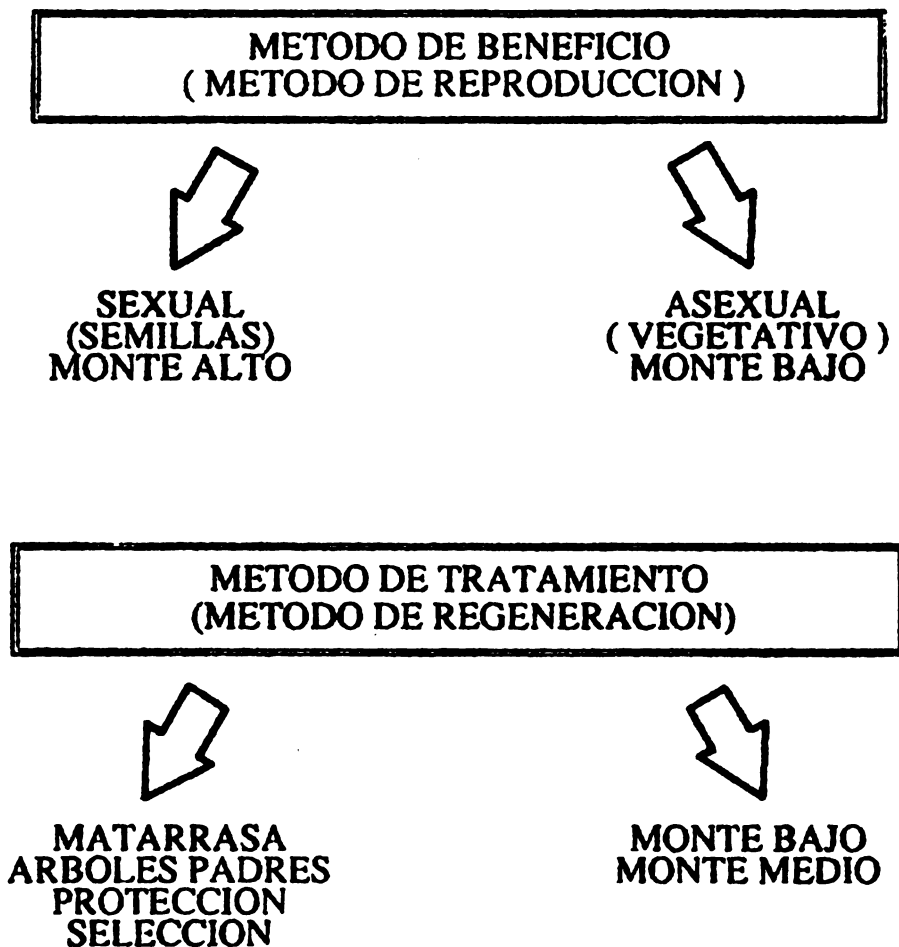
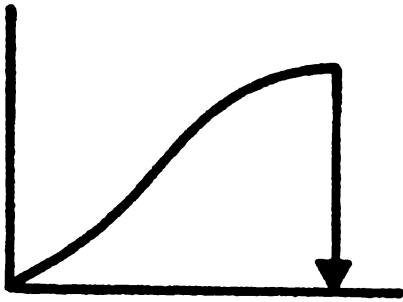
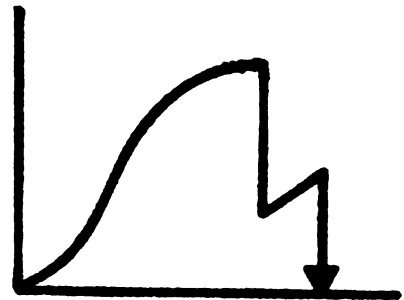


Figura 20. Clasificación de los métodos de regeneración de masas forestales naturales

MONTE ALTO



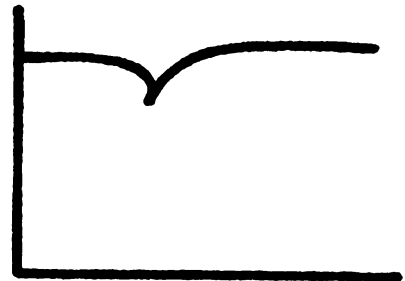
MATARRASA



ARBOLES PADRE

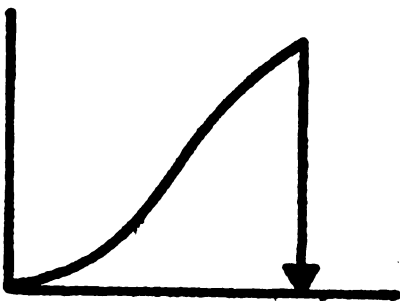


PROTECCION



SELECCION

MONTE BAJO



MATARRASA



SELECCION

Figura 21. Representación gráfica de los métodos de tratamiento de masas forestales naturales

La selección de un método de regeneración de masas forestales naturales se ve influenciada por un gran número de factores, además de los que se han venido discutiendo, por los aspectos climáticos y características del sitio, por la disponibilidad de semillas y la depredación. Estos factores obligan a mantener un cuidadoso proceso de supervisión, con resultados, muchas veces, muy aleatorios.

En el caso de las masas forestales artificiales los métodos utilizados se reducen a unos pocos, por la naturaleza de los objetivos de la producción donde, una vez creada la masa en forma inicial, las dos posibilidades son obtener la cosecha cortando la masa de una sola vez en una matarrasa, que es el caso más frecuente u obteniéndola en partes ya sea en fajas continuas o alternas debido más que nada al sistema de producción y abastecimiento de productos y no por necesidad de la regeneración, utilizándose nuevamente plantación (Figura 22). En el segundo caso, la utilización de la reproducción asexual mediante el manejo de rebrotes de tocón o raíz, en cuyo caso también las modalidades pueden ser cortas totales, o en fajas continuas o alternas (Figura 23). Siempre y cuando sea posible, debido a la especie, los Silvicultores buscan la característica deseable de rebrote en una especie para fundamentar su silvicultura en esta característica. Sin embargo, el diseño del Sistema Silvícola depende en gran medida en esta característica.

El manejo de rebrotes se trata en una sección aparte de este capítulo debido a la importancia que tiene en el manejo de masas forestales artificiales y las de AUM en particular.

6. Turno

El turno de una plantación se define como el tiempo que transcurre desde que el rodal es plantado hasta que se cosecha y da lugar a una nueva masa. Este tiempo es variable para la producción de cada producto y especie y calidad de sitio.

Existen varios tipos de turno de acuerdo con aspectos técnicos, biológicos, financieros, etc, que se aplican en condiciones específicas. El turno define los ciclos de producción y su distribución.

Para la mayor parte de las especies de AUM estudiadas y para los productos más frecuentes, los turnos van desde 2 hasta 40 años. Algunos ejemplos de turno y sus definiciones se presentan en la Figura 24. Sin embargo, los tipos más utilizados son el turno técnico, dado que es importante el tamaño o dimensiones mínimas que deben alcanzar los árboles para ser utilizables en un fin determinado; también, el turno de máxima producción en volumen o turno absoluto, muy aplicable para los casos de producción de leña, pulpa, grandes cantidades de biomasa, sin importar dimensiones que alcanzan los árboles. Un ejemplo de éste último se presenta en la Figura 25. Este se obtiene cuando se igualan el IMA y el ICA en volumen.

Sin embargo no debe perderse de vista, para el resto de productos de los Árboles de Uso Múltiple, distintas a la leña y la pulpa, el comportamiento del precio por unidad de producto al ir alcanzando diferentes dimensiones. Por ejemplo, el cambio de valor de unidad al pasar de poste para cerca, a tendal, poste de telefonía o poste para electricidad. Un ejemplo de este comportamiento se presenta en la Figura 26.

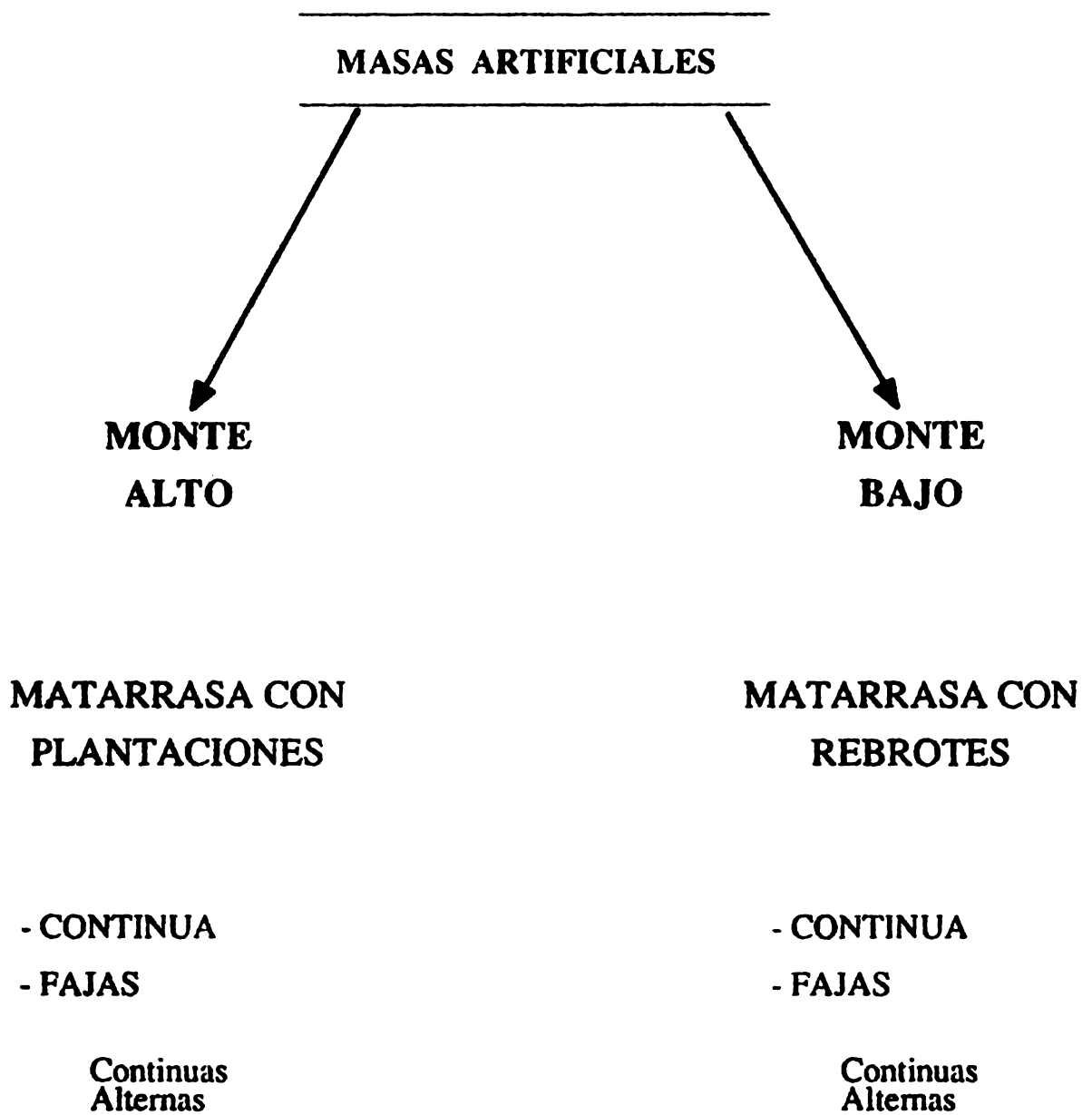
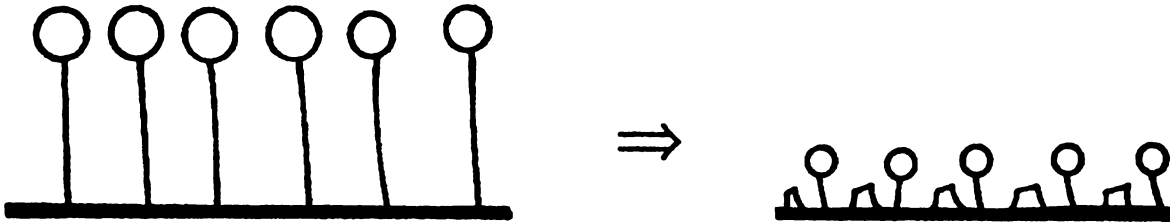
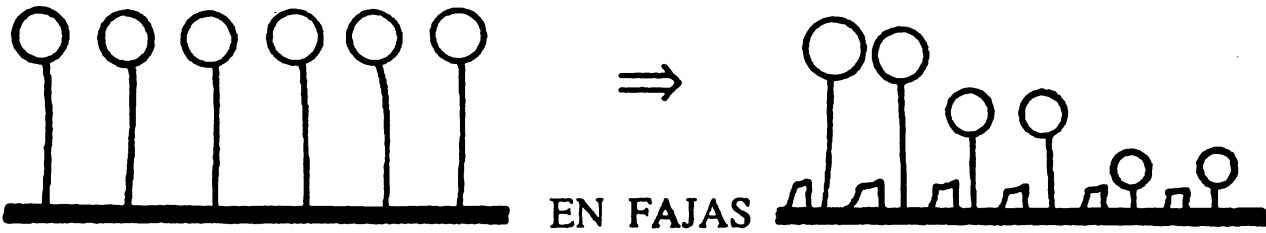


Figura 22. Clasificación de los métodos de regeneración de las masas forestales artificiales.

MONTE ALTO MATARRASA

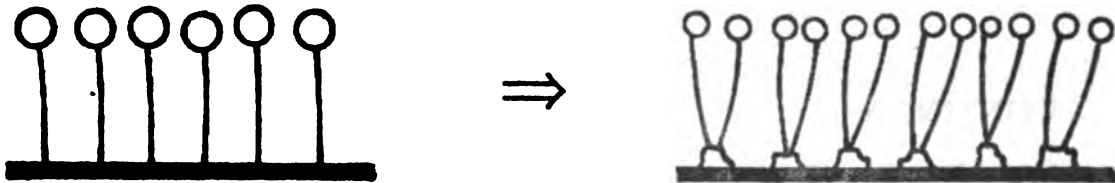


CONTINUA

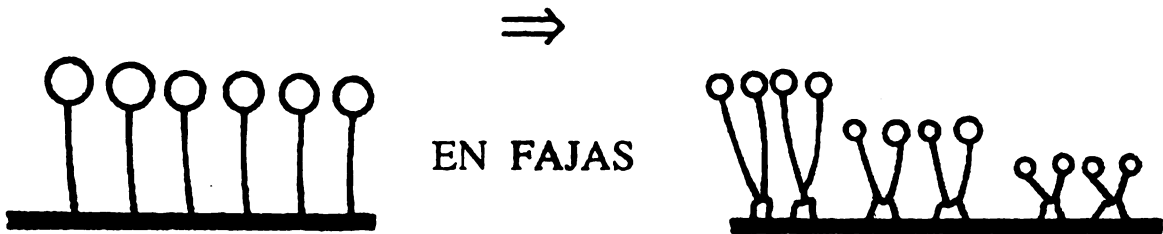


EN FAJAS

MONTE BAJO MATARRASA



CONTINUA



EN FAJAS

Figura 23. Representación gráfica de los métodos de regeneración de masas artificiales

TIPOS DE TURNO

1. **Turno Físico:** sitio o factor ambiental que impide el alcance de la madurez. Ciclones, fuego, sequía, helada, plagas (Frecuente)

2. **Turno Silvícola:** cuando se desea regeneración natural y el turno determina la edad de producción de semilla (Raro)

3. **Turno Técnico:** determinado por un tamaño o tipo de producto para un uso. Dap mínimo de trozas para aserrío (Frecuente).

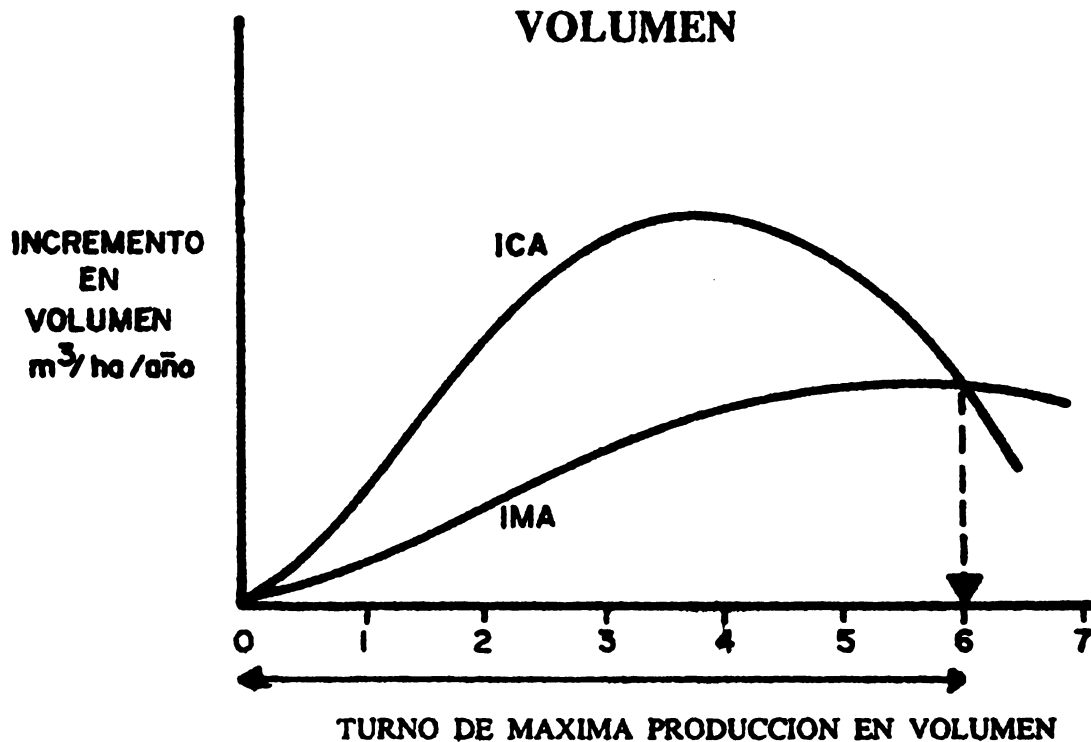
4. **Turno Financiero:** la plantación produce el mayor beneficio financiero. Mediante análisis económicos y financieros.

5. **Turno de máxima producción en volumen:** Obtiene la mayor producción promedio anual de madera.

Obtiene el máximo potencial de un sitio con una especie dada.

Figura 24. Diferentes tipos de turno.

TURNO DE MAXIMA PRODUCCION EN VOLUMEN



E	ICA	IMA
1	10	10.0
2	15	12.5
3	20	15.0
4	30	18.8
5	30	21.0
6	20	20.8
7	10	19.2
8	5	17.5
9	4	16.0
10	2	14.6

Figura 25. Turno de máxima producción en volúmen.

TURNO

Turno corto
pequeñas
dimensiones

Turno largo
grandes
dimensiones

Valor
promedio
por unidad
\$/m³
\$/pie - tabla

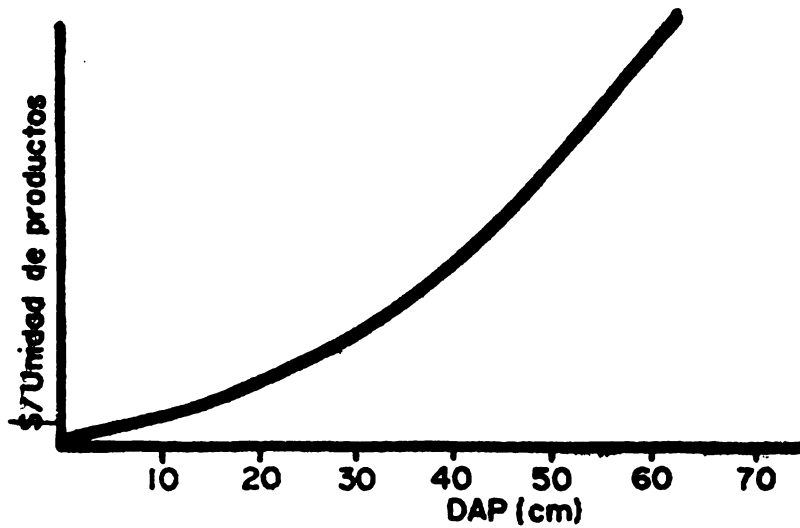


Figura 26. Cambio de precio por unidad de producto con el cambio de dimensiones

7. Concepto de rendimiento sostenido

El Sistema de Ordenación o Sistema de Manejo de los Bosques, se define como el conjunto de prácticas que basadas en consideraciones silvícolas y económicas define y ubica la producción de un bosque en tiempo y espacio (Figura 27).

Hasta el momento, para los árboles de AUM se ha venido diseñando sistemas silvícolas en fincas pequeñas y medianas, lo que a pesar de todo, puede garantizar producciones periódicas; aunque en turnos muy cortos y con algunas especies se puede abastecer permanentemente las necesidades de productos determinados y sus combinaciones.

El concepto de rendimiento sostenido deberá tenerse en cuenta para la distribución apropiada de áreas de plantación, combinación de producción en tiempo y espacio con otros cultivos agrícolas, etc. (Figura 28).

8. Ejemplos de sistemas silvícolas de algunas especies de AUM en la región de centroamérica y Panamá

En el Cuadro 20 se presenta para cada especie las características más sobresalientes en cuanto a productos más utilizados, importancia relativa, tipo de plantación, turno aproximado e intervenciones silvícolas intermedias tratando de responder a los factores básicos que influyen en el diseño de su sistema silvícola para tomar en cuenta en el diseño.

En el Cuadro 21 se ofrece el conocimiento acumulado sobre las especies prioritarias en cuanto a los diseños silvícolas actualmente en uso en la región, los cuales se han venido documentando, actualizando y poniendo a prueba nuevos casos sobre bases científicas. Este trabajo desembocará en guías silviculturales para cada especie con diseños de sistemas altamente productivos ecológica y económicamente y bastante sencillos de aplicar. Este punto es de gran importancia para la adopción del sistema.

A manera de ejemplo, se presentan en la Figura 29 y 30 dos casos de una especie manejada en la forma más simplificada, en un turno corto, con manejo de rebrotes, cortado a matarrasa para la producción de leña y, por otra parte, manejada en turno largo, con manejo de rebrotes, con aclareos a intervalos constantes en un modelo de máxima complicación.

A pesar del conocimiento incipiente que se tiene de algunas especies en la región de Centroamérica y Panamá, la experiencia ganada por los técnicos del proyecto en los últimos años permite hacer propuestas y recomendaciones para algunas de ellas. Cada una de estas se están documentadas como estudios de caso, pero también investigando en forma científica a través de experimentos, en el campo, en algunas de las fases del manejo. En el Cuadro 22 se presentan 5 ejemplos de Sistemas Silvícolas para la especie más sobresaliente en un país de Centroamérica y Panamá.

**SISTEMA DE
MANEJO
(SISTEMAS DE ORDENACION)**

Conjunto de prácticas que basadas
en consideraciones silvícolas y económicas
define y ubica la producción de un bosque
en tiempo y espacio.

**TIPOS DE
SISTEMAS DE MANEJO**



**MANEJO
REGULAR**

**(RODALES
COETANEOS)**

**MANEJO
IRREGULAR**

**(RODALES
INCOETANEOS)**

Figura 27. Definición y tipos de Sistemas de Manejo de Bosques.

RENDIMIENTO SOSTENIDO

¿ Hemos pensado realmente en este concepto ?

¿ Que es rendimiento sostenido ?

*** Venimos produciendo rodales no bosques**

**¿ Pensamos hacer los rodales unidades de
rendimiento sostenido ?**

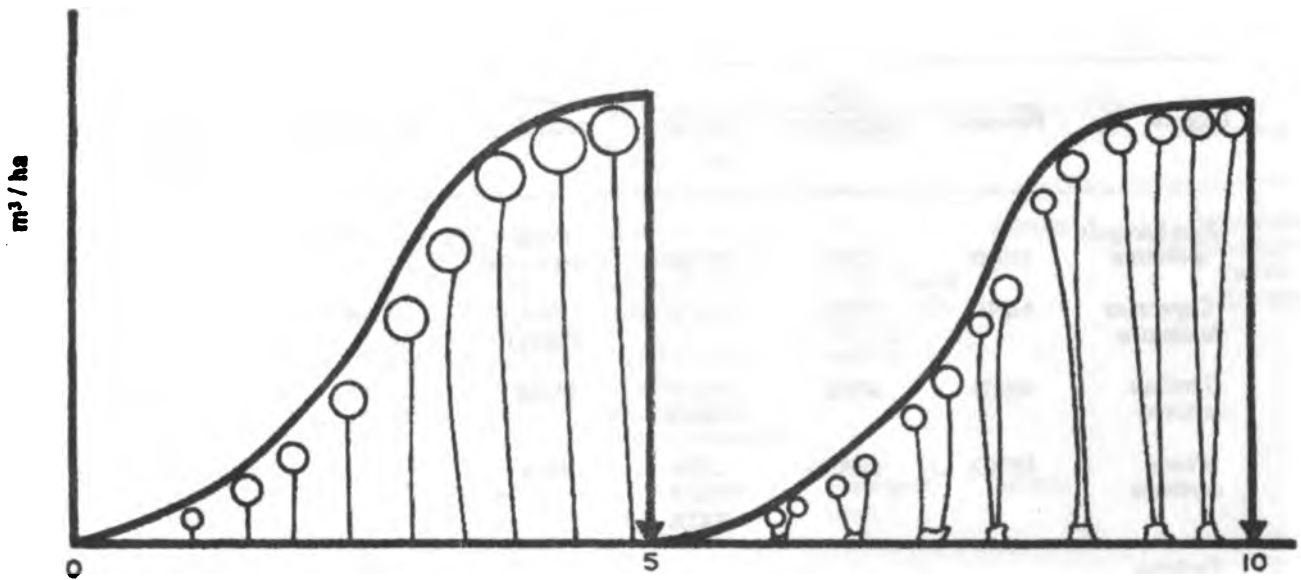
*** Lo que hemos hecho hasta hoy solo nos garantiza**

producciones periódicas, aunque en ciclos cortos.

¿ Como se obtiene el rendimiento sostenido ?

Figura 28. El concepto de rendimiento sostenido.

MAXIMA SIMPLIFICACION



Corta a matarrasa con regeneración natural vegetativa matarrasa con rebrotes de tocón sin aclareos

Figura 29. Sistema Silvícola Simplificado.

MAXIMA COMPLICACION

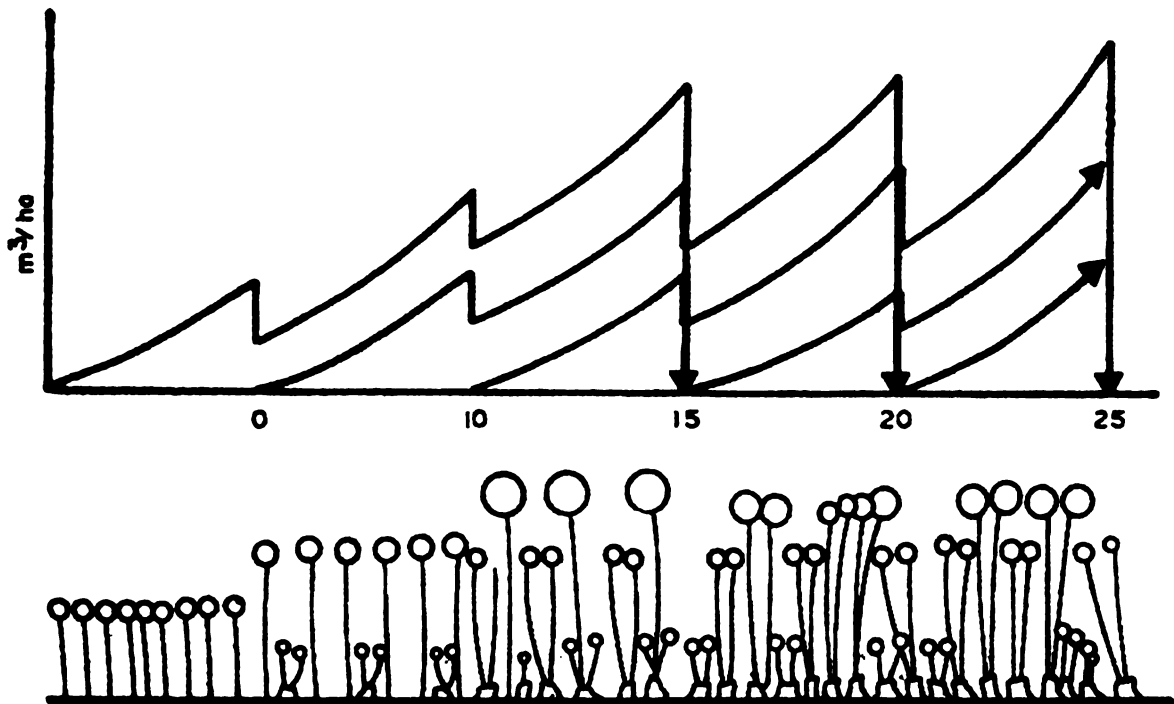


Figura 30. Sistema Silvícola Complicado.

Cuadro 20. Usos más frecuentes, sistemas de plantación y manejo de las 14 especies prioritarias de MADELEÑA en Centroamérica

Especie	Uso			Tipo de plantación	Turno Aproximado (Años)	Intervenciones Silvícolas aproximadas (Años)
	Primario	Secundario	Terciario			
<i>Bombacopsis quinatum</i>	MIND	CEVI	POST	Puras Cercas vivas	40	6-15-25
<i>Cupressus lusitanica</i>	MIND	CORT	ESTE	Pura Hileras	24	5-10-18
<i>Gmelina arborea</i>	MIND	MIRU	POST LEÑA	PURA	12	3-6-9
<i>Pinus caribaea</i>	MIND	MIRU	LEÑA POST EXTR	Pura	20	5-10-15
<i>Tectona grandis</i>	MIND	MIRU	POST LEÑA	Puras Hileras	30	5-12-20
<i>Acacia mangium</i>	LEÑA	?	?	Pura	15	4-9
<i>Caesalpinia velutina</i>	LEÑA	MIRU	CEVI	Pura Asociada	7	Tala rasa Tala rasa
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Este	CORT LEÑA	CEVI	Pura Hileras Asociada	? ? 20	5
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	MIRU	POST	LEÑA	Pura	10	5
<i>Eucalyptus saligna</i>	MIRU	POST	LEÑA	Pura	7	Tala rasa
<i>Leucaena leucocephala</i>	LEÑA	TUTO FORR	SOMB	Pura Asociado	5	Tala rasa
<i>Mimosa scabrella</i>	SOMB	LEÑA	MESU	Asociado	5	?
<i>Guzmania ulmifolia</i>	LEÑA	FORR	SOMB	Pura Hilera	4	
<i>Gliricidia sepium</i>	POST	CEVI	LEÑA	Hilera Asociado Pura	2	

Cuadro 21. Tipo de Plantación y Sistema de Manejo para las 14 especies prioritarias de AUM de MADELEÑA en Centroamérica y Panamá

Especie	Tipo de plantación	Sistemas de manejo			Regeneración	Fuente informativa
		Establecimiento cuidados iniciales	Intervención silvicultural y ordenación	Productos a obtener		
<i>Bombacopsis quinatum</i>	Pura 2.5 x 2.5	Dos limpiezas por año hasta 2 o 3 prevención de incendios. Podas por deforestación años 3 y 6, hasta los 4 m. Control periódico del zompopo.	Raleo de mejoramiento al año 6 cortar el 50 %. Raleo al año 25, 50 %. Cosechar 180 árboles a los 40 años. Falta más información	CEVI A los 25 años MIRU. A los 40 años MIND.	Semilla	UNA/COS INRENARE/PAN CATIE DGF/COS
	Cerca viva 2 - 3 m	Falta información	Falta información	Poste para cerca.	Semilla	
<i>Cupressus lusitanica</i>	Pura 2.5 x 2.5 m	Control hormigas. Limpiezas 2 por año, hasta 3 m. Podas (Falta información)	Raleo año % 5 50. 10 40. Turno 24 Falta información.	POST, LEÑA MIRU, LEÑA	Semilla	UNA/COS ITC/COS DGF/COS GUA CATIE
	Pura ornamental 1 x 1 m	Control hormigas. Limpiezas. Fertilización anual (falta información). Podas para árbol navideño.	Se aprovecha de 2 - 4 años. (falta información).	Arboles para Navidad	Semilla	PAN COS GUA
	Hileras. Especiamiento muy variable.	Podas, formación según uso. Falta información.	Falta información.	CORT Protección de cultivos, servicios varios. Ornamental, Paisaje	Semilla	COS GUA HON
<i>Gmelina arborea</i>	Pura 2 x 2 m. 2.5 x 2.5 m. 3 x 3 m.	Limpiezas, 2-3 el primer año. Podas al año 1 y 2 hasta 3 m. Control periódico de hormigas.	Raleos Año % 3 50 6 > 7 50 Falta información.	POST/LEÑA MIRU MIND	Rebrotos	COS CATIE HON GUA DGF/COS
<i>Pinus caribaea</i>	Pura 2 x 2 m.	Limpiezas frecuentes, hasta año 3. control Atta sp. Prevención incendios. Podas (poco se ha realizado, falta información).	Año 5 primer raleo de 50 % (buenos sitios) Falta información.	POST, LEÑA MIND	Semilla	HON COS PAN NIC GUA

Cuadro 21. Continuación

Especie	Tipo de plantación	Sistemas de manejo			Regeneración	Fuente informativa
		Establecimiento cuidados iniciales	Intervención silvicultural y ordenación	Productos a obtener		
<i>Tectona grandis</i>	Pura 2.5 x 2.5 m.	Dos limpiezas por año hasta años. Control periódico de zompopo. Prevención incendios. Podas de formación años 2 y 3 hasta los 3 m. Falta información.	Raleo de mejoramiento al año 5 cortar 50 %. Para un turno de 30 años, raleos a los 12 y 20 años. Falta información.	POSTE, LEÑA. Varas de construcción (MIRU). A los 30 años MIND	Semilla Falta investigación. (Rebrotes)	ELS PAN COS UNACOS DGF/COS CATIE
	Hileras 2 - 3 m.	Limpías. Protección animales. Falta investigación.	Falta información.	MIND, MIRU POST, LEÑA.	Semilla	
<i>Acacia mangium</i>	Pura 2 x 2 m. 3 x 3 m. Falta información.	Control Atta sp. Limpías 2 por año hasta año 2. Podas año 1 - 3 hasta 2m. Falta información.	Primer raleo al año 3 - 4, 40 y 50%. Falta información.	LEÑA, carbón MIND	Semilla. Falta información para rebrotes.	COS PAN HON GUA ELS
	Hilera Falta información.	Falta información	Falta información	Falta información	Semilla	
<i>Caesalpinia velutina</i>	Pura 2 x 2 m.	Limpías 2 por año hasta año 2. Podas año 3 - 4 hasta 2m.	Matarrasa a 7 años. Falta información.	POST, LEÑA MIRU	Rebrotes (dos por tocón)	GUA HON PAN
	Asocio cultivo 2 x 2 m.	Limpías según cultivo asociado. Podas 3 - 4 años hasta 2 m.	Matarrasa a 7 años. Falta información.	POST, LEÑA MIRU	Rebrotes (dos por tocón)	GUA
	Hilera 2 m.	Falta información	Falta información.		Falta información para rebrote	GUA
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Pura 2 x 2 m.	Control frecuente Atta. Limpías 2 por año hasta año 3.	Falta información.	LEÑA POST	Semilla	COS HON GUA ELS
	Asociada cultivo anual 2 x 2 m.	Limpías según cultivo asociado hasta 2 por año.	Falta información.	Protección al cultivo.	Semilla	COS HON GUA ELS
	Asociado, cultivo permanente (café) 4 x 4 m. 4 x 6 m.	Según el cultivo del café. Control Atta sp. Podas hasta 4 m. Falta información.	Falta información	SOMB Protección LEÑA POST	Semilla	GUA COS
	Hileras 1.5 m. a 2.0 m.	Control Atta sp. Protección de ganado.	Falta información.	Protección a cultivos. ESTE.	Semilla	HON COS GUA ELS

Cuadro 21. Continuación

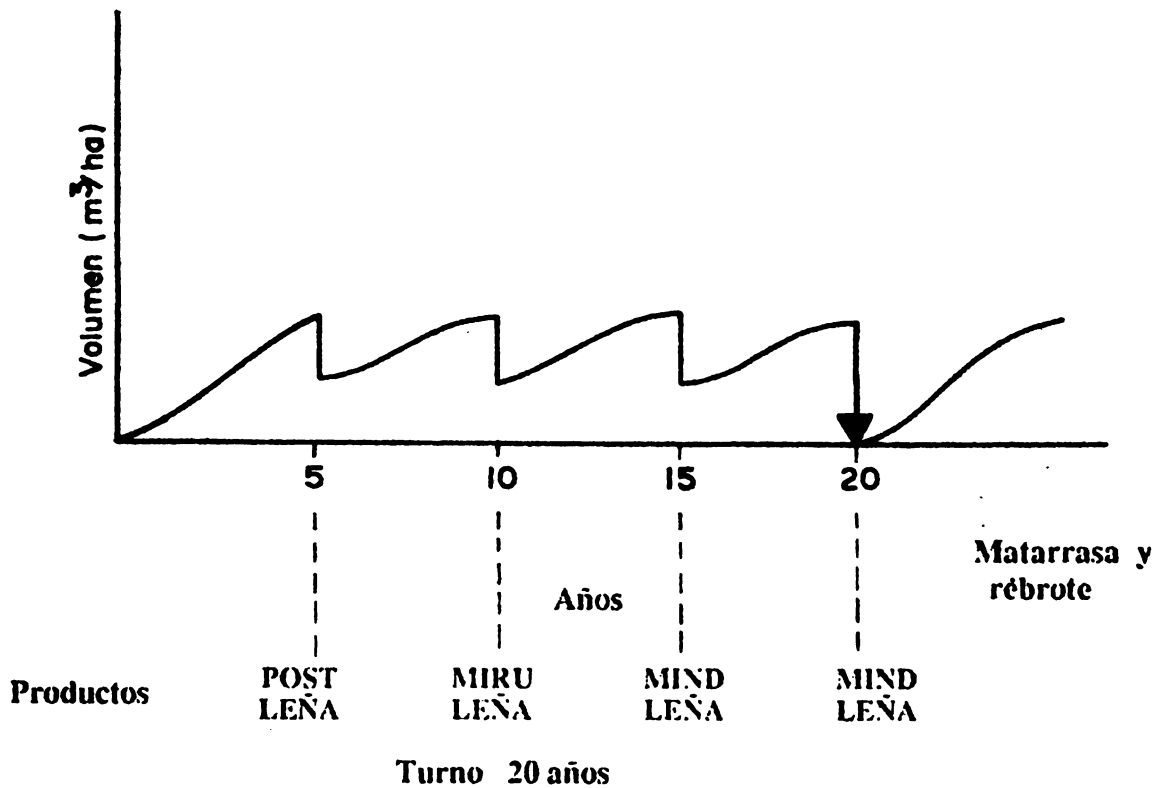
Especie	Tipo de plantación	Sistemas de manejo			Regeneración	Fuente informativa
		Establecimiento cuidados iniciales	Intervención silvicultural y ordenación	Productos a obtener		
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Pura 2 x 2 m.	Control Atta sp. Limpías 2 por año por dos años.	Raleo al año 5 50%. Tala rasa año 3 para leña. Turno final 4 años. Falta información.	POST, LEÑA, MIRU	Rebrotos	PAN COS NIC GUA
	Asociada	Control Atta sp. Limpia 3 por año en años 1 y 2.	Para leña: tala rasa año 3. Para AUM falta investigación. Quizá raleo año 5.	LEÑA MIRU	Rebrotos	PAN
<i>Eucalyptus saligna</i>	Pura 2 x 2 m.	Control Atta sp. Limpías 2 por año por dos años.	Tala rasa años 3 a 5 para leña y poste. Raleos (Falta investigación).	Postes, leña hasta 37 estéreos/ha/año. Postes conducción.	Rebrotos Falta investigación.	COS GUA
	Asociado 2 x 2 m.	Control Atta. Limpías según cultivo. Poda hasta 3 m.	Tala rasa 3 a 5 años para leña y postes.	Poste, leña. Falta información.	Rebrotos	COS
	Hileras 2 m.	Control Atta sp. Limpías primer año (2). Poda año 1 a 2 hasta 3 m.	Raleo año 4, 50%. Falta información.	Poste, leña	Rebrotos	COS
<i>Leucaena leucocephala</i>	Pura 1 x 1 m. 2 x 1 m. 2 x 2 m.	Control Atta sp. año 1. Limpías 2 por año, años 1 - 2, luego una por año hasta 3 a 4.	Tala rasa a 2 años.	Tutores y leña. Falta información.	Rebrotos	PAN COS
			Tala rasa a 3 meses para forraje.	Forraje	Rebrotos	GUA COS
			Tala rasa a 3 - 4 años	Leña	Rebrotos	COS
	Asociado café (4 x 4, 4 x 6)	Control Atta sp. Limpías según cultivo	Podas a partir año 2 hasta 3 m. Corte eje principal de 3 a 4 m. Podas anuales invierno.	Sombra Falta investigación.	Rebrotos	COS

Cuadro 21. Continuación

Especie	Tipo de plantación	Sistemas de manejo			Regeneración	Fuente informativa
		Establecimiento cuidados iniciales	Intervención silvicultural y ordenación	Productos a obtener		
<i>Mimosa scabrella</i>	Asociada con café 4 x 4 m. 4 x 6 m.	Control Atta sp. Limpias según las del café. Generalmente aprovechan la fertilización para el café. Podas a los años 1 y 2 hasta 3 m. Corta de copa a 3 - 4, luego de 18 meses.	Raleos año 2 - 3, 50 %.	Desrrames 10 - 18 estéreos/ha/año. Leña 50 - 60 estéreos/ha/año. Hojarasca. Sombra.	Semilla	COS CATIE
<i>Glicidia sepium</i>	Pura 2 x 2 m.	Control Atta sp. Lipias 2 por año por 2 años.	Tala rasa 3 y 4 años.	Poste vivo y leña. Tutores cultivados.	Rebrotos	HON COS NIC GUA PAN
	Cerca viva 2 m./poste		Aprovechamiento de rebrotos cada 2 años desde 1 - 2 m. de altura	Poste vivo. Leña hasta 1660 postes por km. Horcones(MIRU)	Rebrotos	HON COS NIC GUA PAN
	Asocio con café 5 x 5 m.	Mantenimiento según el cultivo del café	Poca información sobre podas y desrrames	Poste vivo, leña, sombra. hojarasca.	Rebrotos	COS GUA
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Puras (Bosquetes)	Control Atta sp. Limpias 2 por año años 1 y 2. Podas años 2 y 3 hasta 3 m.	Corte total a 2 m. para leña a 3 años.	LEÑA	Rebrotos. Regeneración natural.	COS PAN
			Corte total a 20 cm alto a los 3 años	Leña, (falta datos de rendimiento) (40 estéreos/ha)		

Se agradece la colaboración de CVargas (PAN), CSandoval (HON), RHerrera (GUA), y WPicado (COS) en la elaboración del cuadro anterior

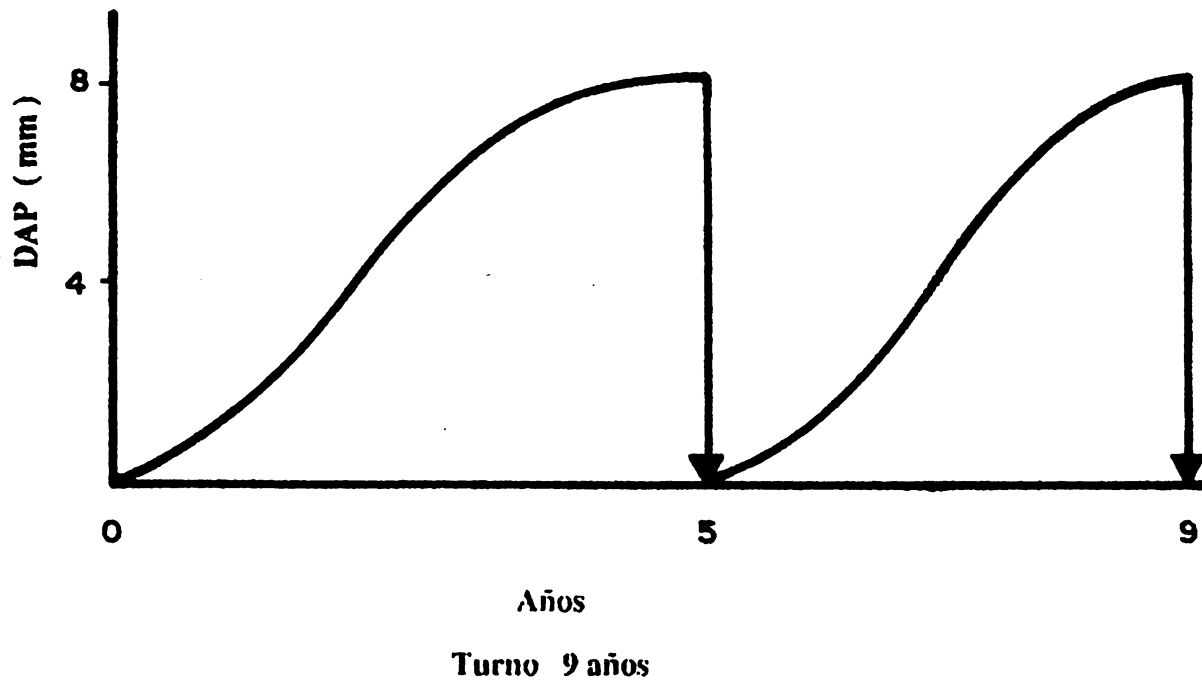
Ejemplo 1. Manejo de la especie *Tectona grandis* en El Salvador según experiencias del proyecto AUM



Observaciones:

- Se aclarea dejando a un volumen constante.
- Se asume que la especie recupera el volumen extraído en un período de 5 años.
- Se supone un turno de 20 años y manejo de rebrote después de matarrasa.
- La especie *Tectona grandis* es la especie más importante en el país.

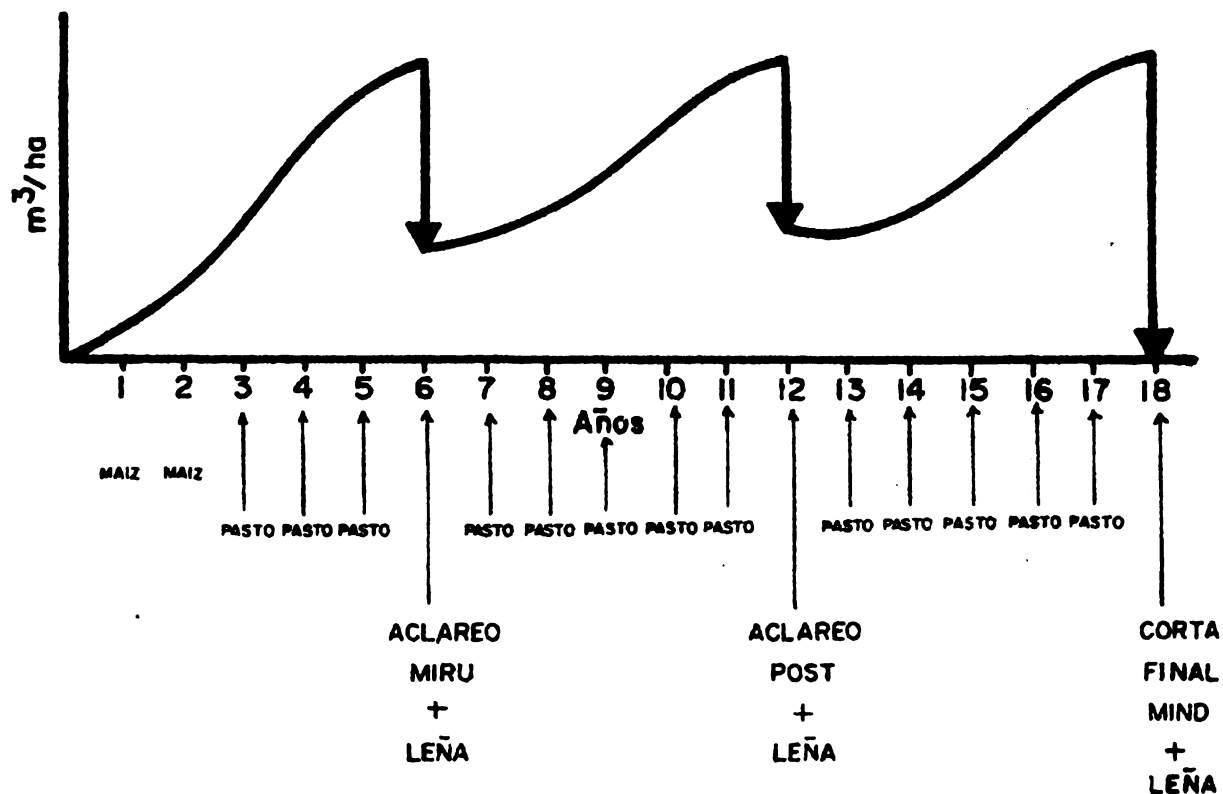
Ejemplo 2. Manejo de la especie *Caesalpinea velutina* en Guatemala según experiencias del proyecto AUM



Observaciones:

- Aripín es una especie natural de la zona seca de Guatemala; permite establecerse a siembra directa, en sistemas agroforestales (Taungya) o plantaciones puras en bolsa.
- Luego de establecida la plantación, a los cinco años se puede realizar un aprovechamiento a matarrasa obteniéndose diámetros medios de 8 cm; donde se pueden cultivar granos básicos que generen otros ingresos a los agricultores.
- No se conoce en segunda intervención.

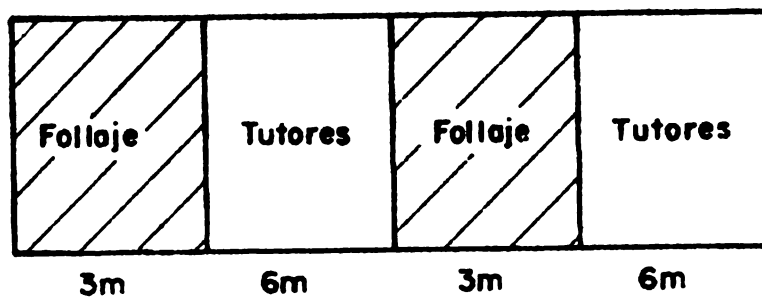
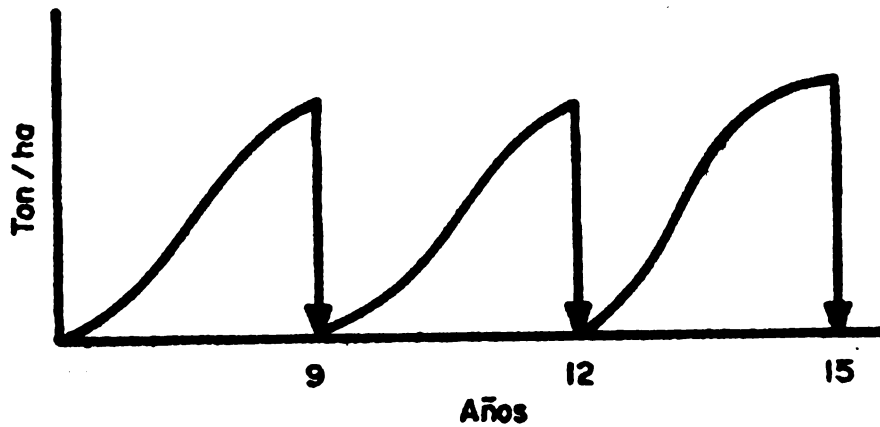
Ejemplo 3. Manejo de la especie *Eucalyptus camaldulensis* en Panamá, según experiencias del proyecto AUM.



Observaciones:

- *Eucalyptus camaldulensis* se puede utilizar en Panamá con el propósito de producir MIND, MIRU, POST, LEÑA, o con fines ESTE. En este ejemplo la plantación se desarrolla para los cuatro primeros productos, usando la leña para carbón.
- Se usa un Sistema Silvo - pastoril con opción a) escalonado y b) no escalonado.
- Se planta a 1111 árboles por hectárea en forma cuadrada al 3 X 3 m.

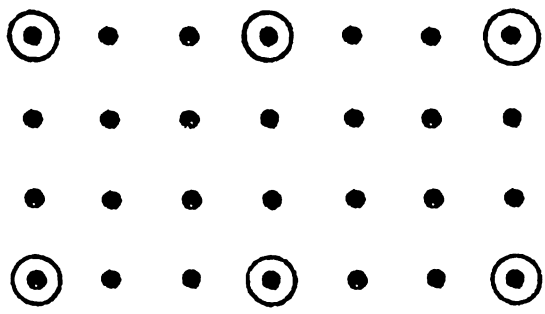
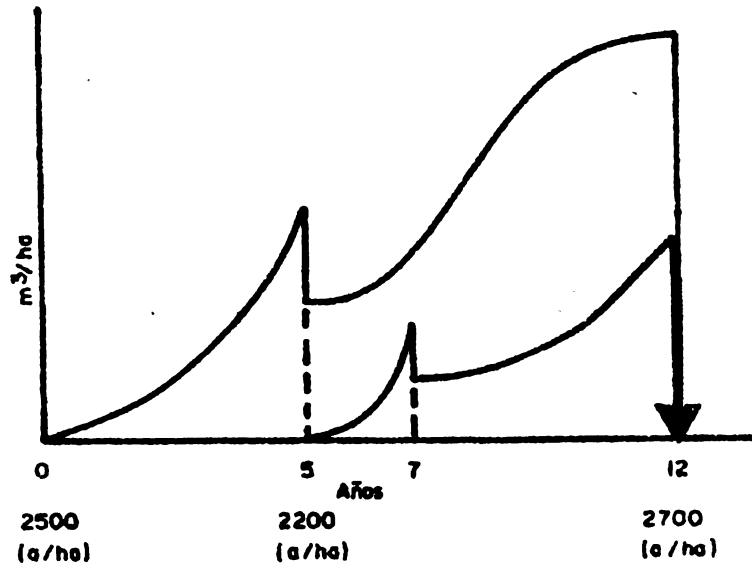
Ejemplo 4. Manejo de la especie *Leucaena leucocephala* en El Salvador, según experiencias del proyecto AUM.



Observaciones:

- Se establece plantación para producción de follaje para forraje.
- Se planta con siembra directa a distanciamiento $0,5 \times 0,5 \text{ m} = 40\,000$ plantas/hectárea.
- Una limpia mensual hasta que las copas cubran el área
- Las cortas se hacen en fajas, cortando las copas a 50 cm del suelo, cada 3 meses.

Ejemplo 5. Manejo de la especie *Gmelina arborea* en Costa Rica según experiencias del proyecto AUM.



Observaciones:

- Plantar a 2 X 2 m para obtener 2500 árboles/hectárea para MIND, MIRU, y LEÑA.
- A los 5 años aplicar un primer aclareo buscando productos como varas cortas 3,65 m, varas largas 7,00 m, postes 2,00 m, y leña.
- A los 7 años rebrotes producen: postes y leña (23 ton/ha) dejando un eje para MIRU.
- A los 12 años se corta totalmente a matarrasa, obteniendo los siguientes productos:

270 árboles	MIND
2200 rebrotes	MIRU POST LEÑA

9. Literatura citada

TROUP, R.S. 1952. *Silvicultura systems*. London, G.B., Oxford University Press. 199p.

SMITH, D.M. 1986. *The practice of silviculture*. New York, EE.UU., John Wiley. 527p.

REGENERACION DE BOSQUES A TRAVES DE MANEJO DE REBROTOS

Miguel Angel Musálem*

1. Introducción

Dentro de las formas de reproducción de masas forestales, el Monte Bajo reviste gran importancia para una gran cantidad de especies hojosas de zona templada.

En las áreas tropicales, la facultad de las especies forestales de reproducirse por medio de brotes de tocón o de raíz es ampliamente aprovechada para la regeneración forestal e influye en forma decidida en el diseño del Sistema Silvícola. Más aún, en la selección de los AUM, se considera una característica deseable el poder rebrotar, así que, en el manejo silvícola de estas especies el método de beneficio de Monte Bajo o simplemente Manejo de Rebrotos se ha utilizado ampliamente, por las ventajas obvias al reducir las costos de plantación a travez de uno a varios turnos de explotación.

El hecho de que una planta pueda reproducirse por brotes en un momento dado, no quiere decir necesariamente que se utiliza para basar su manejo. De hecho, existe el caso de que, aunque una especie rebrote con facilidad, no se utilize para su reproducción en forma corriente. La rebrotación, por otra parte, debe ser vigorosa, fácil, abundante y de crecimiento posterior sostenido, y presentar características deseables en cuanto a, por ejemplo, rectitud, velocidad de crecimiento, etc.

Dentro de las 14 especies prioritarias del Proyecto Madeleña, las características de rebrotación se muestran en la Figura 1.

2. El manejo de rebrotos

El manejo de rebrotos puede hacerse 1) bajo dosel y 2) a plena luz, siendo éste último el sistema de manejo más común. Dentro de los aspectos a considerar en el manejo de rebrotos deben tomarse en cuenta: la altura del corte, la época de reproducción, y el número de rebrotos por tocón, dentro de los aspectos más importantes (Figura 2).

2.1 Tipos de rebrotos

Existen básicamente dos tipos de brotes: adventicios, los que salen sobre el corte del tocón y proventicios, los que salen bajo el corte del tocón a su costado. Los brotes proventicios son los brotes que deben utilizarse en el manejo posterior (Figura 3).

Los brotes que salen a los costados de los tocones y, francamente más cercanos al suelo, son los que producen fustes más firmes y mayor anclaje. En cambio, los brotes de la corona o parte alta del tocón, pueden ser derribados con mayor facilidad por el viento.

* Silvicultor Principal. Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple.
CATIE, Turrialba, Costa Rica.

**CARACTERISTICAS DE
REBROTACION DE LAS 14 ESPECIES
PRIORITARIAS DE MADELEÑA**

Especie	Rebrote de tocón
1 <i>Bombacopsis quinatum</i>	NO
2 <i>Cupressus lusitanica</i>	NO
3 <i>Gmelina arborea</i>	SI
4 <i>Pinus caribaea</i>	NO
5 <i>Tectona grandis</i>	SI
6 <i>Acacia mangium</i>	NO
7 <i>Casuarina equisetifolia</i>	NO
8 <i>Caesalpinea velutina</i>	SI
9 <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	SI
10 <i>Eucalyptus saligna</i>	SI
11 <i>Leucaena leucocephala</i>	SI
12 <i>Mimosa scabrella</i>	NO
13 <i>Gliricidia sepium</i>	SI
14 <i>Guazuma ulmifolia</i>	SI

Figura 1. Características de rebrotación de las especies prioritarias del proyecto MADELEÑA.

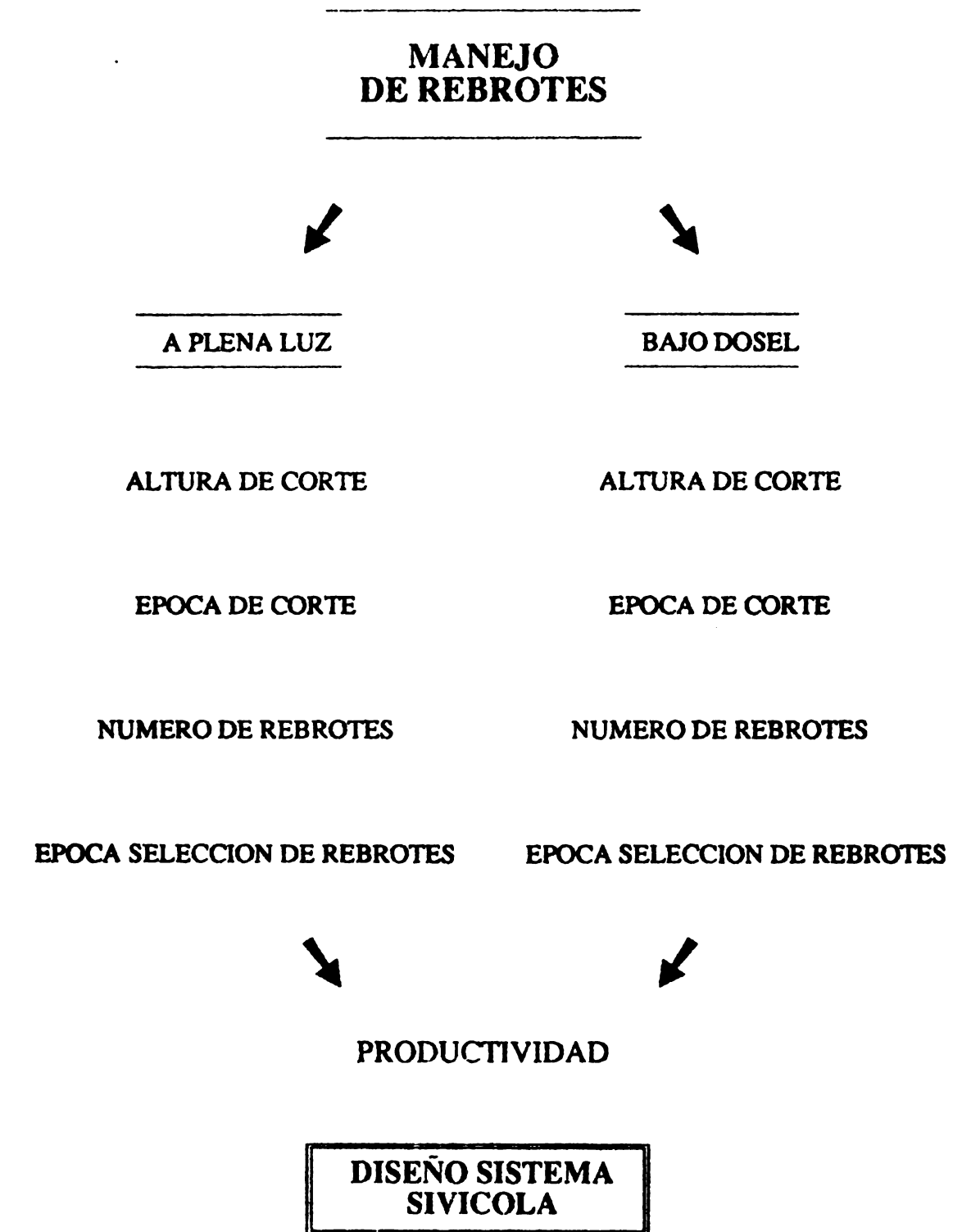
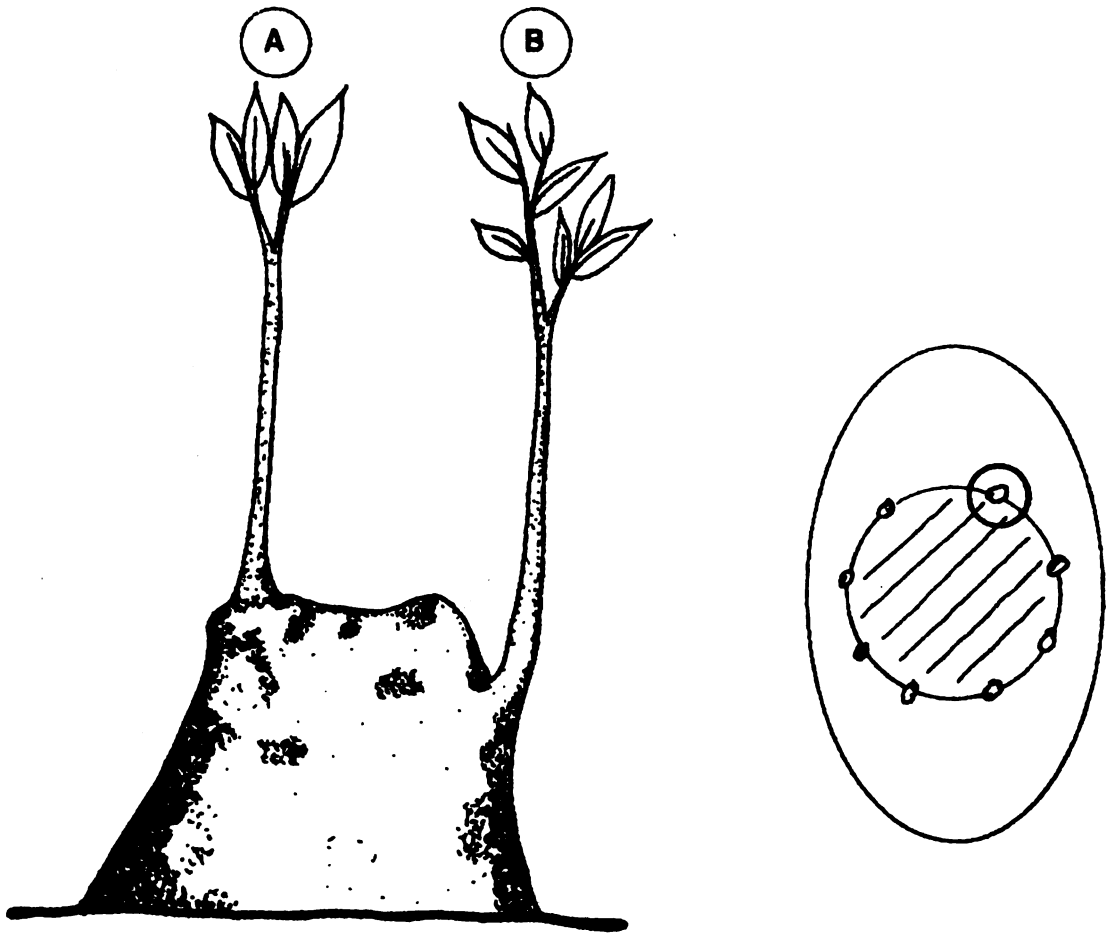


Figura 2. Esquema manejo de rebrotes.



A. - Brotes Adventicio

B. - Brotes Proventicio

Figura 3. Tipos de rebrotes.

2.2 Altura del tocón

Al reducir la altura del tocón se obtienen brotes más cercanos a la base, pero el número de brotes puede verse reducida por la menor área basal (Figura 4).

Aún cuando sea más difícil ejecutar el corte bajo, este debe intentarse lo mejor posible.

2.3 Tipo de corte

Es preferible el corte sesgado liso para árboles de poco diámetro basal, mientras que para árboles gruesos el corte deberá ser escalonado (Figura 5).

Además, los cortes lisos permiten que el agua escurra con mayor facilidad, evitando encharcamientos sobre el tocón, que resultan en fuentes de inicio de infecciones.

2.4 Época de corte y selección de rebrotes

Es poco lo que se conoce sobre la época de corte pero el esquema general, considerando la fisiología de las plantas y la protección, la época de sequía es la más recomendable, al final, poco antes del inicio de las lluvias (Figura 6).

La selección de rebrotes variará según la especie. La experiencia en este campo también es poca, pero debe esperarse a que los brotes preventicios definan su dominancia (Figura 7).

2.5 Número de rebrotes

Es necesario conocer las funciones de producción de cada tratamiento, a saber 1,2,3,4 ó todos los rebrotes, y tomar en cuenta el objetivo de producción.

En general, el comportamiento biológico esperado será de mayores diámetros a menor número de rebrotes y mayor rendimiento total a mayor número de ejes por tocón.

Un ejemplo de esto es un esquema de manejo de *Gmelina arborea* cortado a matarrasa, a los 5 años de edad, se dejó rebrotar, se hizo la selección de rebrotes dejando de 1 hasta 4 y todos los rebrotes que aparecieron (Figura 8) . A los 8 años de edad total, se realizaron evaluaciones y, a los nueve años, los resultados presentan diferencias en los diámetros alcanzados y en los productos obtenidos (Cuadro 1, 2 y 3).

Otro aspecto importante con relación al manejo de rebrotes es el número de árboles presente al momento de la cosecha final, para las especies en que se usa este método de regeneración, en el segundo y sucesivos turnos.

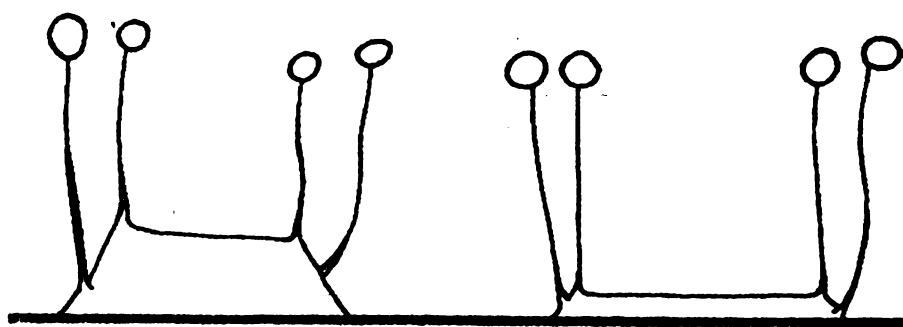


Figura 4. Altura de corte de tocón para manejo de rebrotes.

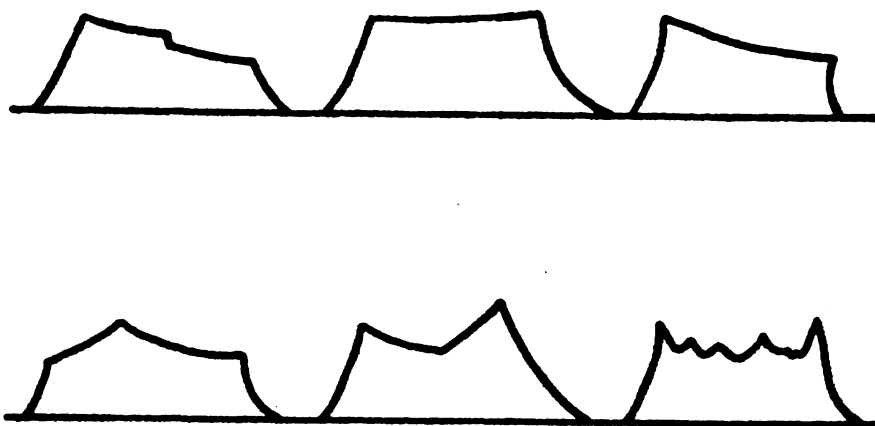


Figura 5. Tipo de corte de tocón para manejo de rebrotes.

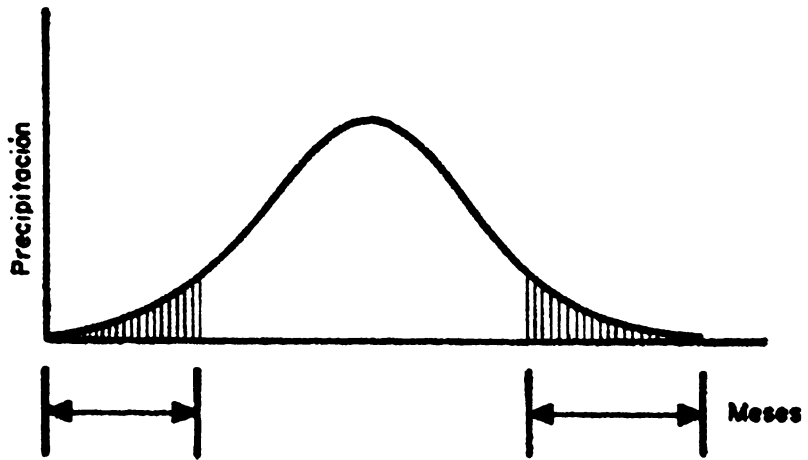


Figura 6. Epoca de corte del tocón para manejo de rebrotes

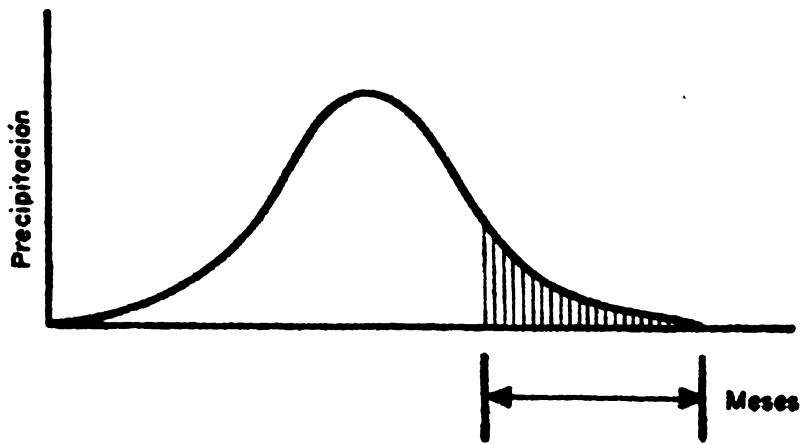


Figura 7. Epoca de selección de rebrotes

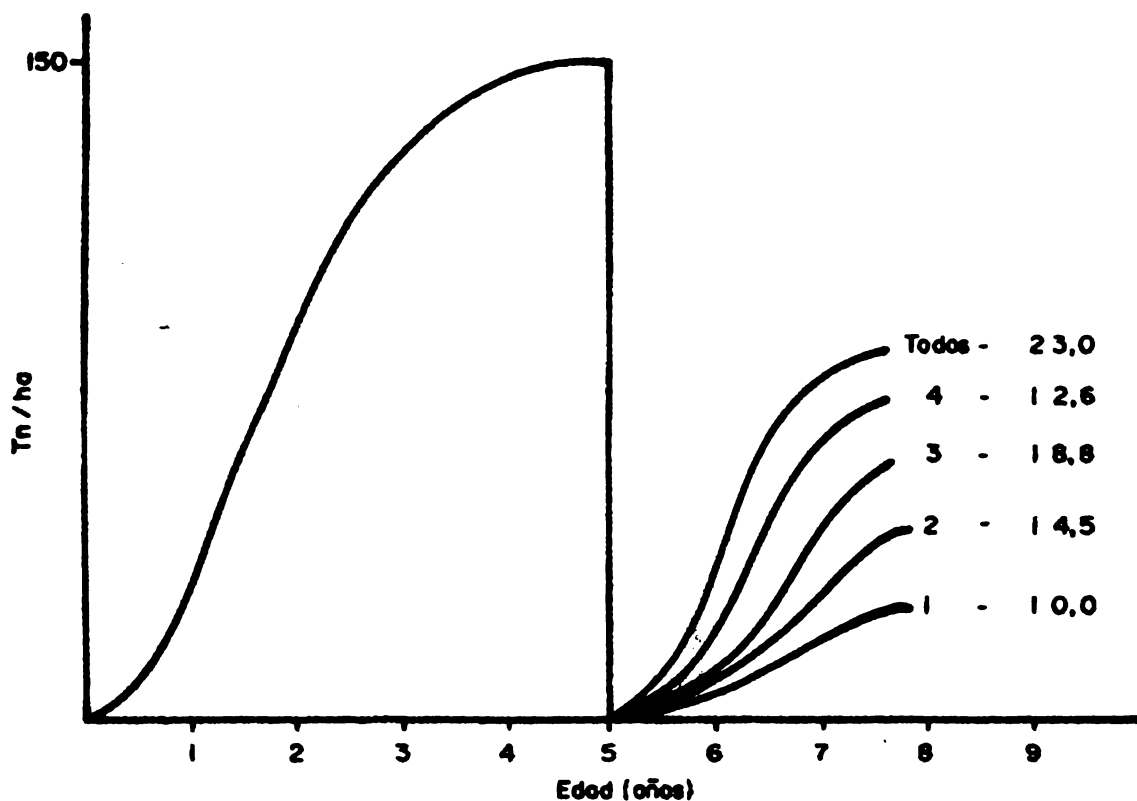


Figura 8. Esquema de manejo con diferente número de rebrotes, para *Gmelina arborea* después de una matarrasa a los 5 años de edad.

Cuadro I. Producción de postes por hectárea en rebrotes de dos años de *Gmelina arborea* en Hojancha, Costa Rica.

Nº de rebrotes por tocón	Producción por hectárea de postes (número)	Peso seco por hectárea (tm/ha)	Peso promedio por poste (kg)	Diámetro de Postes	
				Superior (cm)	Inferior (cm)
2	825	3,7	4,4	9,9	7,3
3	1275	4,3	3,3	8,5	6,1
4	500	1,6	3,1	8,0	6,1
testigo	1625	4,9	3,0	8,7	6,7

Cuadro 2. Características de eje en pie, seleccionado para la producción de madera.

Tratamiento	dap (cm)	Altura (cm)	Diámetro de copa (cm)	Área basal (m ² /ha)	
				antes cosecha	después cosecha
Un eje	9,0	8,2	3,4	6,2	6,2
Dos ejes	8,2	8,0	2,7	7,2	4,2
Tres ejes	7,8	7,0	2,3	9,8	4,7
Cuatro ejes	7,5	6,3	2,2	7,2	3,5
Testigo	8,7	7,4	2,8	12,3	5,0

Cuadro 3. Producción total por hectárea de rebrotes de *Gmelina arborea* de dos años, en Hojancha, Costa Rica.

Tratamiento	Peso seco leña (tm/ha)	Peso seco follaje (tm/ha)	Biomasa aérea total (tm/ha)	Volumen leña (m ³ /ha)	Estereos (ha)
Un eje	8,0	2,0	10,0	21,0	30,5
Dos ejes	11,4	3,1	14,5	30,0	43,5
Tres ejes	14,4	4,4	18,8	37,9	55,0
Cuatro ejes	9,6	2,9	12,5	25,3	36,7
Testigo	18,5	4,5	23,0	48,0	70,6

3. Bibliografía .

- ANDRADE, D.C.DE;PEREIRA, A.R.;GOMES, J.M.;FONSECA, A.G.DA. 1984. Aviação do crescimento de *Eucalyptus grandis* sob espaçamentos em linhas alternadas na regio do cerrado Revista Brasil Florestal (Bras.). Boletim Técnico No.8:53-57
- GUTIERREZ, A. 1985. Crecimiento y rendimiento de *Leucaena leucocephala* en Loma Larga, Panamá. Silvoenergía (C.R.) No. 5:1-4.
- KONDAS, S. 1982 Mysore gum coppice growth-vigour productivity and regulation of cuttings. In Tropical forests-source of energy through optimisation & diversification. Ed. by P. B. L.; Srivastava; A. M. Ahmad; A. Muktar; R. A. Kader; F.Yom; L. S. S. See., Selangor, Malaysia. p.317-325.
- MARTINEZ, H. 1985.Comportamiento de *Gliricidia sepium* en barbechos de tres años en Gualan, Guatemala. Silvoenergía (C.R.) No. 12:1-4.
- MIRANDA, R.;CHAVERRI, A.; 1985. Manejo de rebrotes de encino (*Quercus es. seemanii* L.) En la región de Frailes de Desamparados, Costa Rica. In Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. (1985, Turrialba, C.R.). Actas. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, C.R., CATIE. p.219-226.
- NITROGEN FIXING TREE ASSOCIATION. 1982. Leucaena wood production and use. Ed. by R. Van der Beldt; J. Brewbaker, Waimanalo, Hawaii, Nitrogen Fixing Association. 50 p
- PATHAL, P. S. ; PATIL, B. D. ; ROY, R. DEB. 1982. Production of areal biomass of *Leucaena leucocephala* under different management systems. In Leucaena and other nitrogen-fixing trees conference. Comp. by Bengie M. D., Singapore, International Development Research Center. p. 1-9.
- PERALTA, R. 1984. Producción de leña y manejo de rebrotes de madre cacao (*Gliricidia sepium* Jacq. Steud) en un bosque natural de Piedras Azules, Gualan. In C'CHILAJ RXIN SII Proyecto de leña INAFOR-CATIE Guatemala, s.n.t., 4 p.
- PEREIRA, A.R.;ANDRADE, D.C.DE;COSTA, R.L.;FONSECA, A.G.DA. 1984. Influencia da posição dos brotos e altura de corte na sobrevivencia da brotação de *Eucalyptus grandis*.Revista Brasil Florestal (Bra.) Boletim Técnico No.8:59-62.
- RODRIGUEZ, E. 1985. *Gmelina arborea*. Especie promisoría para producción de madera de uso rural e industrial en Hojancha, Costa Rica. In Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. (1985, Turrialba C.R.). Actas. Ed.por Rodolfo Salazar. Turrialba, C.R., CATIE. p.199-208.
- SALAZAR, R.;PICADO, W.;UGALDE, L. 1987. Comportamiento de Leucaena en Costa Rica.Turrialba Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 50 p.
- SIMOES, J.W.;BRANDI, R.M. 1983. Análise dos métodos silviculturais adotados em florestas implantadas para produção de energia. In Florestas Plantadas nos neotrópicos como fonte de energia, Barros, N.F., coordinador. Minas Gerais, Brasil, Universidade Federal de Viçosa. pp. 79-96.

CAPITULO X

PROTECCION FORESTAL

LAS PLAGAS EN LAS PLANTACIONES FORESTALES

Kevin D. Carlin *

1. Introducción

Los insectos que atacan las plantaciones son un producto de las actividades del hombre al cambiar un ecosistema forestal natural, a un agrosistema.

Las plantaciones forestales son, en cierta forma, similares a los cultivos agrícolas. Las plantaciones forestales tienen una distribución uniforme de edad y de espaciamiento y tienen metas de cosecha definida. Sin embargo, el manejo de las plantaciones forestales tiende a ser menos intensivo y se vuelve más complejo en el sentido de que están expuestas a una mayor variedad de insectos perjudiciales en un período más largo, que los cultivos agrícolas.

Aunque se pueden mantener estas características, tal monocultivo aumenta grandemente el tiempo de exposición a los agentes dañinos de toda clase. A veces, este monocultivo está alterado por la introducción de diferentes especies de árboles, incrementando, de esta manera, la complejidad del ambiente de la plantación. La creación de plantaciones mixtas se hace con el objeto de controlar los daños causados por los insectos con preferencia a determinada especie arbórea.

El otro extremo es el bosque natural, que varía en las clases de especies presentes y en sus proporciones; varía también, en el grado de la variación de edad. Tales bosques son, en general, más resistentes a plagas forestales que las plantaciones puras.

2. El concepto de "peste" versus "plaga"

Todos los insectos tienen su respectivo comportamiento y lugar en cualquier ecosistema; pero existen algunos que ocasionalmente causan daño a los recursos forestales que utiliza el hombre. El término "peste" se refiere a un insecto capaz de hacer daño a los recursos que actúan en el ecosistema forestal. El término "plaga" se refiere a una población grande de insectos, considerados pestes, altamente perjudiciales en los daños causados a los recursos del hombre. En el caso de las plantaciones, una peste es un insecto fitófago que afecta desfavorablemente el recurso de la plantación.

3. Plagas más comunes de las plantaciones

Los insectos que forman las plagas más comunes de las plantaciones se pueden clasificar según sus tipos de daños: defoliadores, los que se alimentan de las hojas y acículas; barrenadores, los que se alimentan del floema del tallo, ápices y yemas, ramas y raíces; y los chupadores de savia.

* Ingeniero Forestal. Especialista en Entomología. ESNACIFOR-COHDEFOR. Siguatepeque, Honduras.

3.1. Defoliadores

Los defoliadores pertenecen a cinco órdenes de insectos: Lepidóptera (polillas y mariposas), Hymenóptera (mosca sierra y zompopos), Coleóptera (escarabajos), Orthóptera (saltamontes e insectos palos) y Díptera (moscas minadoras).

3.1.1. Lepidópteros

Los lepidópteros defoliadores del pino más comunes son: *Hylesia frigida* (Schaus), Familia: Saturniidae y *Caripeta divisata*, Familia: Geometroidae; estos dos defoliadores son de plagas ocasionales en las plantaciones jóvenes y maduras del pino. Las larvas se alimentan de las acículas, lo cual hace que el crecimiento del árbol se retrase.

3.1.2. Hymenópteros

El Hymenóptero dañino a las plantaciones de pino es la mosca sierra; *Neodiprion excitans*, Familia: Diprionidae. Las larvas de esta mosca se alimentan en forma gregaria sobre las acículas y las plagas pueden mantenerse por muchos años en un sólo lugar. Su mayor daño es disminuir el desarrollo de los árboles y predisponerlos al ataque de otros insectos.

3.1.3. Orthópteros

El Orthóptero defoliador más común es de la especie *Tropidacris latrillei*, Familia: Acrididae. Es más conocido como el chapulín. Las ninfas y los adultos atacan las plantaciones de pino y de latifoliados, y pueden emigrar de cultivos agrícolas hacia las plantaciones forestales. Debido a la alta defoliación causada por este insecto, el árbol tiende a debilitarse.

3.1.4. Defoliadores

Los defoliadores de latifoliados como el *Atta* spp. (zompopo) y varios escarabajos generalmente son defoliadores ocasionales y limitados en sus perjuicios.

3.1.5. Control de los defoliadores.

La mayoría de los defoliadores son muy resistentes a los pesticidas. En vista de su alto costo y resultados inconclusos, se recomienda utilizar tratamientos culturales en lugar de pesticidas para aumentar la resistencia natural de los árboles y reforzar su habilidad a recuperarse. Los árboles débiles son más preferidos por los defoliadores, de manera que la aplicación de fertilizantes a las plantaciones puede ayudar mucho a disminuir los efectos de los defoliadores.

Otra recomendación puede ser seleccionar la especie arbórea adecuada para un ecosistema dado, buscando que esta especie crezca más fuerte y así se vuelva más resistente a los ataques de defoliadores.

3.2. Barrenadores

Una gran cantidad de insectos barrenadores atacan los ápices, yemas, ramas, tallos y raíces de los árboles. En general, los insectos de esta clase utilizan el tejido meristemático de los árboles, lo cual resulta en la deformación y retraso del desarrollo de los árboles en plantaciones. Además de lo anterior, al verse debilitado el árbol hospeder, éste se vuelve más disponible al ataque de otros insectos y enfermedades.

3.2.1. Barrenador de los ápices

El barrenador de los ápices del género *Rhyacionia* (Lepidóptero: Tortricidae) son los más conocidos en el mundo. El *Rhyacionia* causa daño a las plantaciones jóvenes de casi todas las especies de pino. El daño parece ser más severo cuando los árboles tienen altura de menos de dos metros y plantados en suelos muy pobres.

El ataque de *Rhyacionia* spp. resulta en la deformación y retraso del crecimiento de los árboles y a veces causa su muerte si el ataque es muy severo.

El *Rhyacionia* es una polilla y el daño es causado por sus diferentes etapas larvarias. En las zonas tropicales la producción de nuevas generaciones en algunas especies de *Rhyacionia* puede ser continua durante todo el año.

3.2.2. Otro insecto

Hypsipyla grandella, Familia: Pyralidae conocido como "barrenador de las meliáceas", se ha convertido en un factor limitante de gran importancia en el establecimiento de nuevas plantaciones de reforestación especialmente de cedro y caoba.

El daño es una perforación de la yema terminal, lo cual causa deformaciones y bifurcaciones del tallo y reducen el crecimiento del árbol.

El control de los barrenadores de las yemas es por aplicación de pesticidas sistémicos y de contacto. También se recomienda el uso de fertilizantes para reforzar el vigor del árbol y disminuir los efectos de los daños.

3.2.3 Gorgojos barrenadores

Los gorgojos de los géneros *Hylobius* y *Pissodes*; (Coleóptero: Curculionidae) causan daños serios a toda clase de plantaciones. Los adultos se alimentan de toda las partes del árbol causando la deformación del tallo y la decoloración de las hojas. Las larvas de estos gorgojos minan el floema de las ramas y tallos, resultando en la muerte de las ramas y a veces del árbol.

Los gorgojos barrenadores tienen una preferencia por árboles débiles. Su mejor control es por medio de prevención, es decir, el mantenimiento del vigor del árbol.

En los casos de las plagas ya establecidas, la aplicación de pesticidas foliares pueden efectuar un control temporal.

3.2.4. Otros barrenadores

Dos coleópteros, *Xyleborus* spp. Familia: Scolytidae y *Chrysobothris* spp., Familia: Buprestidae, también causan daños a los tallos y ramas de los árboles jóvenes.

Los daños ocurren cuando los adultos minan la corteza y construyen galerías a fin de depositar los huevos. Las crías emergen, siguen con el daño al alimentarse del floema. Sus signos de daño y control son semejantes a los gorgojos barrenadores.

3.2.5. Barrenadores de las raíces

Los insectos del género *Phyllóphaga* (Coleóptero: Scarabaeidae) que en su estado larvario son conocidos comúnmente como "Gallina ciega", producen lesiones en las raíces y cuando estos daños son severos, pueden producir la muerte de la planta.

Su mayor amenaza es a las plantaciones jóvenes (menos de tres años). Su ataque se manifiesta inicialmente en un marchitamiento generalizado de la planta, aunque ésta esté completamente verde.

Los métodos del control de *Phyllophaga* spp. utilizado en las plantaciones son trampas de luz, aprovechando el fototropismo positivo de los adultos y la aplicación de insecticidas granulados al pie de los árboles para combatir las larvas.

3.3. Insectos chupadores

Varios insectos del orden hemíptera causan daños severos a los hojas de las plantaciones de latifoliados. En especial el *Dictyla monotripidia*, Familia: Tingidae, representa la plaga más seria que se encuentra en plantaciones jóvenes de *Cordia* spp. Generalmente este insecto se encuentra cerca del nervio medio de la hoja, donde chupa la savia. Una hoja infectada puede soportar más de 30 adultos y grandes cantidades de ninfas.

Su alimentación de la savia causa la marchitez de las hojas, produciendo una decoloración gris o café claro. Las hojas finalmente mueren y se caen. A veces los árboles quedan totalmente defoliados por lo que muchas veces son demasados por las malezas y después mueren.

El control de los insectos chupadores es por medio de aplicación de insecticidas foliares y sistemáticos y luego la aplicación de fertilizantes para reforzar la resistencia del hospedero.

3.4. Insectos vectores

Muchos miembros del orden Homóptera como los áfidos y cigarras, sirven como vectores de diseminación de varios patógenos que causan agallas y lesiones necróticas a las hojas, yemas y fustes de los árboles en plantaciones.

Los daños causados por la alimentación de los insectos vectores, ocurre al chupar éstos la savia e inoculando las plantas sanas con el patógeno que ellos transportan. El control de los insectos vectores que influyen como ser la distribución de poblaciones de los insectos vectores y los patógenos que transportan.

4. Conclusiones

En conclusión, los diferentes métodos para el control de insectos en las plantaciones son componentes del manejo de plagas integrado con el manejo forestal, lo cual quiere decir que se manipulan las poblaciones de insectos dañinos hasta tenerlas en su más bajo nivel para que no causen daños económicos a las plantaciones.

El manejo para plagas de insectos es dinámico, siempre cambiante, como consecuencia del desarrollo y un mejor entendimiento de los factores del hombre y el ambiente que influyen a los insectos y a las plagas hospederas. Sus métodos de control están basados en principios ecológicos y utilizan los métodos de control culturales, biológicos y como última alternativa, el control químico.

5. Bibliografía complementaria

NAPIER, I. 1982. Enfermedades fungosas de los pinos en los viveros de Honduras; identificación, prevención y control. Nota Técnica N° 3 (Hond.). 12 p.

INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD. 1982. Manual de control y prevención de plagas y enfermedades forestales. Guatemala, INTECAP . 83 p.

INCENDIOS FORESTALES

César Augusto Alvarado *

1. Introducción

Se ha dicho que la dasonomía representa 90 por ciento de protección, dado que desde el momento de iniciar una plantación hasta su aprovechamiento se observan medidas orientadas a su defensa. Cuando se trata de bosques vírgenes, desde el instante en que entran bajo un sistema de administración forestal, la protección necesaria se aplica ordenando su aprovechamiento, reforestando y defendiendo contra la acción regresiva de diversos factores, entre los cuales se destacan los incendios.

Es por ésto que la protección forestal, si bien puede considerarse como una rama especial de la dasonomía, en ningún momento se aparta de la silvicultura, de modo que muchos autores, al analizar este conocimiento, incluyen como parte de él la protección.

Las estadísticas de la mayoría de los países americanos revelan que más del 95 por ciento de los incendios forestales son causados por el hombre; ésto significa que, si bien los insectos, las enfermedades y los agentes climáticos pueden causar la destrucción de amplias áreas boscosas, éstas, en conjunto, no alcanzan o no tienen la importancia de los daños que ocasionan los incendios.

En estas notas breves se exponen algunos conceptos relacionados con la prevención y supresión de incendios forestales, como también el uso benéfico del fuego y algunos aspectos discutibles de su uso.

2. Historia de los programas de protección contra incendios forestales en Honduras y otros países de Centroamérica.

2.1. Antecedentes

La protección contra incendios forestales fue introducida por primera vez a los bosques de pino de Centroamérica en 1927. Empezó en el llano costero de Belice y se extendió a la Reserva Forestal Mountain Pine Ridge, en 1945. En 1959 se inició en los llanos costeros del noreste de Nicaragua. Estos programas de protección, que tratan exclusivamente del *Pinus caribaea* y abarcan menos del 10 por ciento del área total de pinos de la región, han servido de ejemplo para los países vecinos. En Honduras, esta actividad se inicia en 1964 y desde 1975 se han incorporado a la protección más de dos millones de ha de pino, mediante un programa a nivel nacional. Hace poco se inició en Guatemala.

* Profesor. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. COHDEFOR. Siguatepeque, Honduras.

2.2. Prevención

Un estudio de quemas agropecuarias (la causa principal de incendios forestales en Honduras) en un área característica de gran parte del país, indica una frecuencia de una quema por año por cada 100 ha de bosque de pino. Al extrapolar esta observación a nivel nacional, se llega a la conclusión de que el gran número de quemas agropecuarias que se practican dentro del área protegida representa un potencial enorme para la ocurrencia de incendios forestales.

Por varias razones es dudoso que las campañas convencionales de prevención de incendios lograrán más que la estabilización del número, ya muy grande, de incendios provocados por las quemas agropecuarias.

2.3. Supresión

En Honduras, casi todos los incendios se controlan directamente, utilizando herramientas sencillas o indirectamente desde líneas de control construídas manualmente. Tales métodos son satisfactorios en este momento porque la cantidad de combustible y la intensidad calórica de la mayoría de los incendios son bajos. Sin embargo, estos métodos no son muy adecuados para controlar aquellos incendios de rápida propagación y altas intensidades que ocurren en los pinares de Belice y Nicaragua que se han protegido por mucho tiempo. En estas áreas se utiliza una variedad de equipo pesado para la construcción de líneas de control y la aplicación de agua. Sin embargo, algunos incendios siempre escapan del primer ataque y durante los últimos 15 años ha habido una serie de conflagraciones pesadas de combustible en Belice y Nicaragua. Parece ser que tales incendios no son susceptibles de ser controlados rápidamente con los recursos existentes, ni con los recursos con que puedan contar estos programas de protección en el futuro.

El equipo sofisticado de supresión de incendios forestales es sumamente caro y gran parte del actual en uso en la región fue donado o comprado utilizando cuotas de empréstitos suministrados por las agencias multinacionales y bilaterales de asistencia técnica. Las autoridades forestales de la región no pueden financiar la compra de tal equipo con fondos generados por sus propias actividades, ni pueden persuadir a sus gobiernos para hacer transferencias de fondos de otros sectores de la economía; así que el equipo de supresión que se utiliza en la región forzosamente debe ser barato.

La topografía difícil y la falta de una red de caminos suficiente en gran parte de los pinares, también restringen la capacidad de controlar los incendios. No será posible utilizar carros motobombas hasta que haya acceso y no se puede mecanizar fácilmente la construcción de líneas de control en pendientes fuertes con suelos poco profundos y pedregosos.

Por lo anterior, es claro que hay y habrán limitaciones severas para lograr una eficiencia en el control de incendios forestales en la región. Es poco probable que se logre una reducción significativa en la ocurrencia de incendios o que se realicen mejoras dramáticas en la capacidad de combatirlos.

3. Aspectos discutibles del uso del fuego

Antes de discutir el uso del fuego en el manejo forestal, cabe mencionar que es un tema bastante discutible. Muchas personas, entre ellas forestales profesionales en puestos importantes, consideran que el fuego es inaceptable en cualquier forma en el bosque. Las objeciones de estas personas al uso del fuego provienen de una serie de apreciaciones y malentendidos.

Para minimizar la confusión que indudablemente existe sobre los méritos del uso del fuego, se describen los principales argumentos en pro y en contra del empleo intencionado del fuego.

3.1. Argumentos en pro y en contra del empleo intencionado del fuego.

Todos los argumentos que a continuación se discuten se refieren a las quemas prescritas, por lo cual cabe definirla en los siguientes términos:

"Es la aplicación dirigida del fuego a combustibles forestales, en condiciones previamente establecidas de tal manera que el fuego se confina a un área y velocidad de propagación requerida para lograr objetivos específicos relacionados al manejo de tierras".

Argumentos en pro

- a. No existen otros métodos que puedan competir con la quema prescrita desde el punto de vista de factibilidad y costo.
- b. Se puede lograr uno o más de los siguientes objetivos:
 - Mejorar acceso
 - Mejorar visibilidad dentro del bosque
 - Preparar sitios de regeneración
 - Control de especies indeseables
 - Mejorar pastos
 - Mejorar y mantener habitats para la fauna silvestre
 - Reducir combustibles y por lo tanto reducir la velocidad de propagación, intensidad calórica y resistencia al control de incendios forestales.
- c. A excepción del período inmediatamente después de una quema prescrita, el aspecto del bosque se mejora.
- d. La exclusión del fuego de algunos ecosistemas puede traer más consecuencias indeseables que el uso prudente del fuego.

Argumentos en contra

- a. Una sola quema es pocas veces suficiente. Es necesario quemar periódicamente.
- b. Dan como resultado la contaminación del aire.
- c. El aspecto del bosque inmediatamente después de una quema es repugnante.
- d. Pueden provocar daños al suelo, especialmente en terreno accidentado.
- e. Requieren que las condiciones meteorológicas estén dentro de una escala estrecha. Son pocos los días apropiados para su realización durante el transcurso del año, lo que hace difícil su planificación.
- f. La realización segura y eficaz requiere un personal capacitado y entrenado.
- g. Siempre existe la posibilidad de accidente, aunque sea mínima.

De lo anterior es claro que existen argumentos buenos para apoyar a ambos puntos de vista. Sólo cuando el fuego es usado con prudencia para lograr algún objetivo preestablecido, que supere los efectos negativos se justifica su uso.

4. Uso del fuego en la prevención y control de incendios forestales.

4.1. En la reducción de probabilidades.

El uso más importante del fuego se refiere a la reducción de probabilidades, que consiste en la reducción de combustibles en la forma de desperdicios de la corta y tratamientos silvícolas y de combustibles acumulados en forma natural bajo el dosel forestal.

La exclusión del fuego de aquellos bosques que han sido expuestos al fuego durante años, resulta en la acumulación de combustibles no quemados. Eventualmente estos combustibles alcanzan niveles altos que pueden sostener incendios de muy altas intensidades. Tales incendios son muy difíciles de controlar y provocan mayores daños que aquellos que ocurrieron anteriormente.

En el sureste de los Estados Unidos donde se queman anualmente más de 800 000 ha para reducir combustibles acumulados bajo el dosel de los pinares. Se ha determinado que en aquellas áreas donde se practican quemas prescritas, el área quemada anualmente por incendios es de 0,03 a 0,14 por ciento del área total protegida. En aquellas áreas donde se hacen tentativas para excluir totalmente el fuego, la cifra correspondiente es siete por ciento.

La situación es similar en los bosques de eucalipto de Australia. En tiempos pasados los incendios provocados por los aborígenes y el rayo fueron muy comunes y es probable que los combustibles superficiales no alcanzaran niveles superiores que cinco o siete toneladas por ha. Esta cantidad de combustible no es suficiente para sostener incendios de altas intensidades ni provocar daños significativos a los árboles. La llegada de los europeos a Australia y la explotación subsiguiente de los bosques da como resultado la enorme acumulación de desperdicios de la corta y conflagraciones de grandes extensiones.

Para evitar las pérdidas asociadas con estas conflagraciones se declaró a principios del siglo XX una política de control de todos los incendios. Durante los próximos 25 años y a pesar de todos los esfuerzos, las superficies afectadas por incendios aumentaron año tras año. Fue imposible controlarlos económicamente debido a las altas acumulaciones de combustibles superficiales mediante quemas prescritas periódicas en todas partes del bosque a excepción de aquellas áreas en la etapa de establecimiento.

Tanto en los países mencionados como en algunos de Centroamérica se ha demostrado que es imposible proteger el bosque eficazmente contra los incendios sin un programa de reducción de combustibles.

La primera quema en una plantación forestal o bosque natural se realiza cuando los árboles son capaces de resistir los efectos de una quema de muy baja intensidad. A veces es difícil decidir cuando aplicar la primera quema. Cuando los árboles son jóvenes y pequeños, su corteza es delgada, su follaje está cerca del suelo y son fácilmente perjudicados. Sin embargo, cuanto más tiempo se espera, se acumula más combustible y la primera quema se hace más problemática. La decisión de cuándo quemar se basa en consideración de la tolerancia de la especie al fuego, la velocidad de crecimiento de los árboles, los combustibles superficiales y la probabilidad de ocurrencia de incendios.

Existe evidencia para sugerir que la especie *Pinus caribaea* y *Pinus oocarpa* son capaces de resistir la primera quema cuando alcanzan la edad de seis a diez años. Una altura promedio de siete metros puede considerarse la mínima para quemas. Esta primera quema indudablemente provocará algunos daños, especialmente en bosques heterogéneos, pero éstos pueden mantenerse dentro de límites aceptables utilizando las técnicas más apropiadas.

En algunos casos puede ser necesario podar los árboles para interrumpir la continuidad vertical y evitar el daño excesivo a las copas de los árboles.

4.2. Uso del fuego en la supresión

El uso del fuego para combatir el fuego mismo, se basa en el uso de contrafuegos para consumir el combustible entre una línea de control y el borde de un incendio y la eliminación de islas de combustibles no quemados dentro de la línea de control.

Además, la realización de quemas prescritas de la oportunidad para observar el comportamiento del fuego y practicar los métodos de control de incendios forestales.

5. Uso del fuego en la silvicultura

5.1. Regeneración natural

En los bosques naturales las condiciones exigidas para la regeneración natural de muchas especies se consiguen sólo mediante operaciones drásticas. Estas especies son colonizadoras que aprovechan las catástrofes naturales tales como huracanes, inundaciones, derrumbes y el fuego.

Varias especies colonizadoras han desarrollado adaptaciones para regenerarse después del fuego, las que se pueden clasificar de la forma siguiente:

- a. Especies con conos duros para las cuales la regeneración tiene lugar después de que un incendio ha eliminado la vieja población, exponiendo al suelo mineral y abriendo los conos. El mejor ejemplo lo constituyen *Pinus banksiana* y *Pinus oocarpa*.
- b. Especies que tienen semilla de cutícula dura, las cuales son capaces de sobrevivir durante largos períodos en el suelo y de germinar después de un incendio, cuando cambian las condiciones de intensidad luminosa, temperatura, etc. Hay pocos árboles de importancia comercial en este grupo de especies.
- c. Especies que rebrotan del cuello o tallo después de un incendio. Este grupo de especies está formado sobre todo por árboles de hoja ancha y arbustos (teca, roble, eucalipto, etc.), incluyendo también unas pocas coníferas, entre ellas el *Pinus oocarpa*.
- d. Especies que tienen semillas ligeras que germinan sobre camas de suelo mineral desnudo, expuesto al fuego. La reproducción de estas especies después de incendios se hace mediante semillas ya presentes en los árboles maduros o de las producidas después del incendio. Además de proporcionar condiciones propicias para la germinación, el fuego reduce la competencia de otras plantas de sotobosque y puede reducir la incidencia de plagas y enfermedades.

Una buena regeneración natural depende de un suministro adecuado de semillas y es la práctica corriente preparar el sitio mediante el uso del fuego unos pocos meses a un año antes de una buena cosecha de semillas.

5.2. Eliminación de restos en preparación para plantaciones

Las capas densas y espesas de restos impiden el establecimiento de plantas jóvenes. Por otra parte, las capas delgadas y sueltas pueden proteger estas plantas de las temperaturas extremas y la desecación. La reducción de restos reduce las probabilidades de incendios, aumenta la cantidad de nutrientes disponibles, mejora la accesibilidad, reduce el costo de plantación y reduce la competencia de malezas.

Se han desarrollado varios métodos para el tratamiento de los restos, de los cuales el uso del fuego es indudablemente lo más barato y a veces, el único método factible. Estos métodos se describen en el punto 6.

5.3. Control de la sucesión natural

En aquellos tipos de vegetación en los cuales el fuego mantiene la ventaja competitiva de ciertas especies sobre otras, la exclusión provoca cambios en la composición vegetal.

En el caso de los pinos centroamericanos (*P. caribaea*, *P. oocarpa* y *P. pseudostrabus*) al excluir el fuego las frondosas crecen con más vigor e invaden las zonas transicionales contiguas.

Estas especies compiten con el pino por luz, agua y posiblemente nutrientes y a la larga impiden la regeneración del pino.

Las quemadas ocasionales de baja intensidad resultan beneficiosas para la permanencia del pino. Es imposible eliminar todas las frondosas de los pinares debido al vigor de rebrotar, entre ellas los *Quercus* spp., *Byrsonima crassifolia*, *Elethara hondurensis*, etc.

5.4. Otros usos del fuego

El manejo de pastos

El fuego se ha usado tradicionalmente para el desmonte, la preparación de pastos y para el mejoramiento de pastos existentes.

En general se puede decir que las quemadas "tempranas" tienen un efecto moderado nocivo sobre las gramíneas. Después de muchos años de tales quemadas, la proporción de las gramíneas más apetecibles se reduce respecto a la proporción de gramíneas menos comibles. Las quemadas "tardías" que ocurren después de que el crecimiento de las gramíneas se ha parado, aumentan el vigor de éstas, pero hacen más daño a otras plantas, tanto herbáceas como leñosas.

Aquí se presenta un conflicto entre el forestal y el ganadero. Lo que conviene al forestal generalmente no le conviene al ganadero. Sin embargo, es posible armonizar las necesidades de cada uno y combinar estos dos usos de la tierra: producción maderera y ganadera. Tal combinación requiere la exclusión del fuego y del ganado durante la fase de regeneración y hacer uso del fuego en forma controlada durante el resto del turno.

En el control de plagas y enfermedades

Las altas temperaturas generadas por el fuego han sido utilizadas para reducir poblaciones de insectos, hongos y nemátodos. Es una práctica común controlar una epidemia aislada de escarabajos mediante el fuego. Se talan todos los árboles contagiados y aquellos árboles sanos dentro de una faja alrededor de la epidemia, se amontonan y se queman.

En el control de la fauna silvestre

En algunos países se utiliza el fuego para producir y mantener condiciones propias para la fauna silvestre. El fuego se usa con dos propósitos en este respecto: para mejorar la cantidad y calidad de forraje y para controlar la cobertura vegetal.

La fauna silvestre necesita cierta cobertura vegetal para su protección y para poder procrear. La cobertura ideal es muy variable con una gran proporción de arbustos y vegetación menor.

Las leguminosas, herbáceas y otras plantas alimenticias que se establecen con mayor vigor después de un incendio, son importantes para la alimentación de animales, tanto domésticos como silvestres y pueden manejarse mediante el uso prudente del fuego.

6. Quemas prescritas

De acuerdo a la definición dada en el punto 3.1., la dificultad del uso del fuego estriba en el control de la intensidad calórica, la cual es perfectamente solucionable a medida que se adquiera experiencia y habilidad en su manejo.

Algunos usos del fuego requieren de una alta intensidad, pero en la mayoría de sus usos son bajos niveles de intensidad calórica.

Son diversos los factores que influyen en la intensidad calórica. De mayor interés son aquellos controlables que en ella influyen:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Velocidad del viento
- Precipitación
- Contenido de humedad del combustible liviano
- Estabilidad atmosférica
- Técnica de quema

En el Cuadro 1 se presentan los rangos ideales para los factores meteorológicos.

J.F. Cuadro 1. Resumen de los rangos ideales para los factores meteorológicos.

Factores Meteorológicos	Intensidad calórica		
	Baja	Media	Alta
Temperatura (°C)	<20	20-25	>25
Humedad relativa (%)	>50	40-50	<40
Velocidad del viento (km/h)	Depende de la técnica de quema		
Número de días después última precipitación	1 a 2 después de 10-20 m	3 a 4	>4
Contenido humedad del combustible liviano (%)	>20	10-20	<10
Estabilidad atmosférica	Depende de la técnica de quema		

6.1. Técnicas de quema

El fuego en una quema prescrita puede propagarse en la misma dirección del viento (quema a favor del viento), en dirección opuesta al viento (quema contra el viento o fuego en retroceso) o perpendicular al viento (quema en los flancos).

La quema a favor del viento es la más intensa, contra el viento es la menos intensa y la quema en los flancos es intermedia.

La selección de la técnica de quema depende de:

- Objetivo de la quema
- Topografía
- Combustibles y,
- Condiciones meteorológicas

Se reconocen las siguientes técnicas de quema: fuego en fajas, en retroceso, en bajas con cortafuegos internos, en los flancos, en manchones y en círculos.

Cuando varía el volumen de combustible a las condiciones meteorológicas, durante una quema se puede utilizar dos o más técnicas a la vez.

6.1.1. Fuego en fajas (Strip-Head Fire Technique)

Uso: Para reducción de combustibles livianos existentes bajo el dosel de bosques naturales o plantaciones adultas.

Detalles: Esta técnica implica el uso de una serie de líneas de fuego, de tal manera que una línea no puede alcanzar una alta intensidad antes de encontrar un cortafuego u otra línea de fuego (Figura 1)

La distancia entre líneas depende del volumen, distribución y tipo de combustibles. Normalmente esta distribución es de 20 a 50 metros, debe asegurarse primero, la línea base con el fuego en retroceso.

Características de la técnica

- a. Temperatura baja
- b. Humedad relativa: alta
- c. Velocidad del viento: baja
- d. Contenido de humedad del combustible liviano: alta
- e. Es rápida
- f. Es barata (rápida y no se necesitan cortafuegos internos)
- g. Bajo a mediano volumen de combustibles
- h. Árboles adultos
- i. Siempre quemar la línea base antes de iniciar la quema

6.1.2. Fuego en retroceso (Backfire Technique)

Uso: Para reducción de combustibles livianos bajo bosques naturales o plantaciones jóvenes.

Detalles: Esta técnica consiste en hacer que el fuego se propague en dirección contraria a la del viento, o bien, en dirección contraria a la pendiente (Figura 2).

Características de la técnica

- a. Temperatura baja
- b. Humedad relativa: alta
- c. Velocidad del viento: Relativamente alta para evitar el movimiento del calor directamente a las copas.
- d. Contenido de humedad del combustible liviano: mediano a alto.
- e. Es lenta
- f. Es relativamente cara (lenta propagación)
- g. Bajo a alto volumen de combustibles
- h. Árboles jóvenes
- i. Siempre asegurar la línea base.

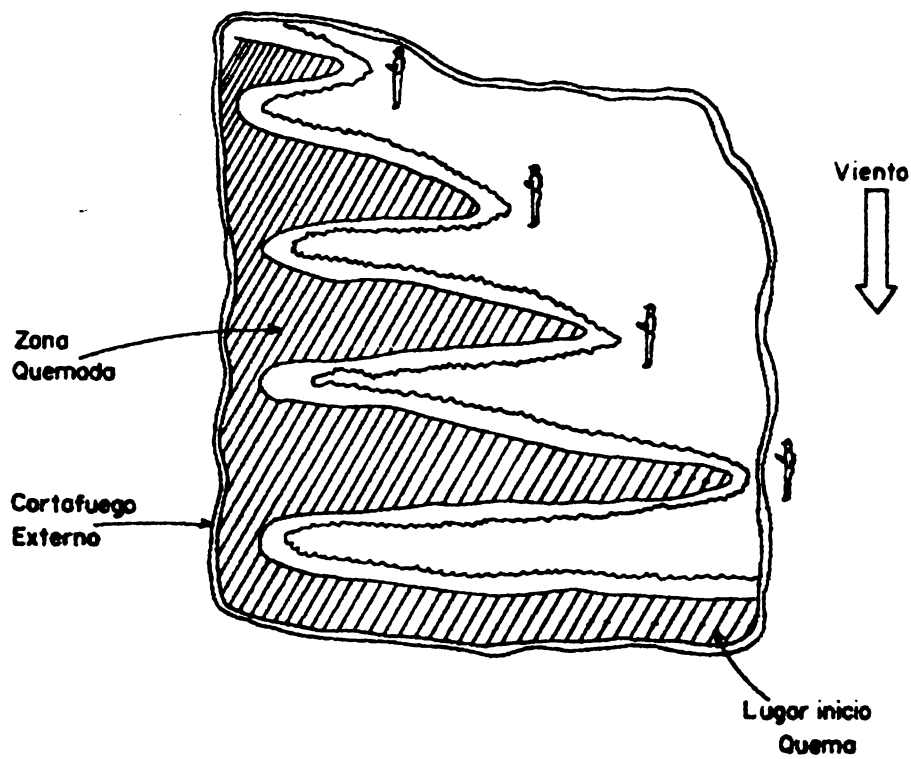


Figura 1. Fuego en fajas.

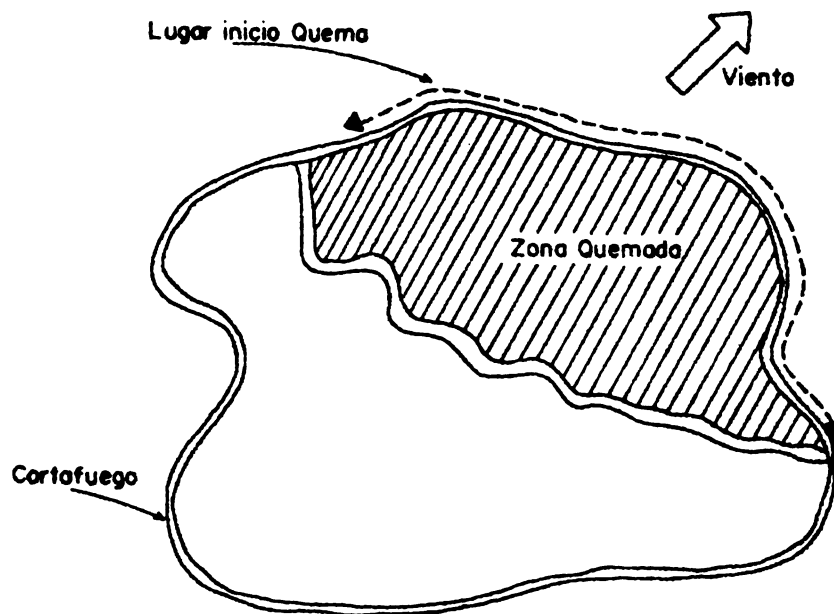


Figura 2. Fuego en retroceso.

6.1.3. Fuego en fajas con cortafuegos internos (Backfire with Internal Firebreaks)

Uso: Reducción de combustibles bajo bosques naturales o plantaciones jóvenes.

Detalles: El principio es igual al fuego en retroceso. Es la técnica más fácil y segura y produce el menor daño al follaje.

La distancia entre las líneas de fuego depende del volumen, distribución y tipo de combustible. Normalmente esta distancia fluctúa entre las 50 a 400 metros (Figura 3).

Características de la técnica:

- a. **Temperatura baja**
- b. **Humedad relativa: alta**
- c. **Velocidad del viento: Relativamente alta para evitar el calentamiento directo de las copas.**
- d. **Contenido de humedad del combustible liviano: mediano a alto.**
- e. **Es lenta**
- f. **Es relativamente cara (lenta propagación, construcción de cortafuegos internos).**
- g. **Bajo a alto volumen de combustibles**
- h. **Arboles jóvenes**
- i. **Siempre asegurar la línea base.**

6.1.4. Fuego en los flancos (Flank Fire)

Uso: Para la reducción de los combustibles livianos bajo bosques naturales o plantaciones adultas.

Detalles: Esta técnica consiste en prender fuego en retroceso en fajas que se propaguen perpendicularmente al viento. Requiere mucha habilidad y coordinación entre los miembros de la cuadrilla. En ocasiones se utiliza para suplementar un fuego en retroceso o cuando el contenido de humedad de los combustibles es alto (Figura 4).

Características de la técnica:

- a. **Temperatura:** baja
- b. **Humedad relativa:** alta
- c. **Velocidad del viento:** Moderada (la dirección del viento debe ser estable).
- d. **Contenido de humedad:** relativamente alta.
- e. **Es rápida.**
- f. **Es relativamente barata.**
- g. **Bajo a mediano volumen de combustibles**
- h. **Arboles adultos a intermedios.**
- i. **Asegurar la línea de base.**

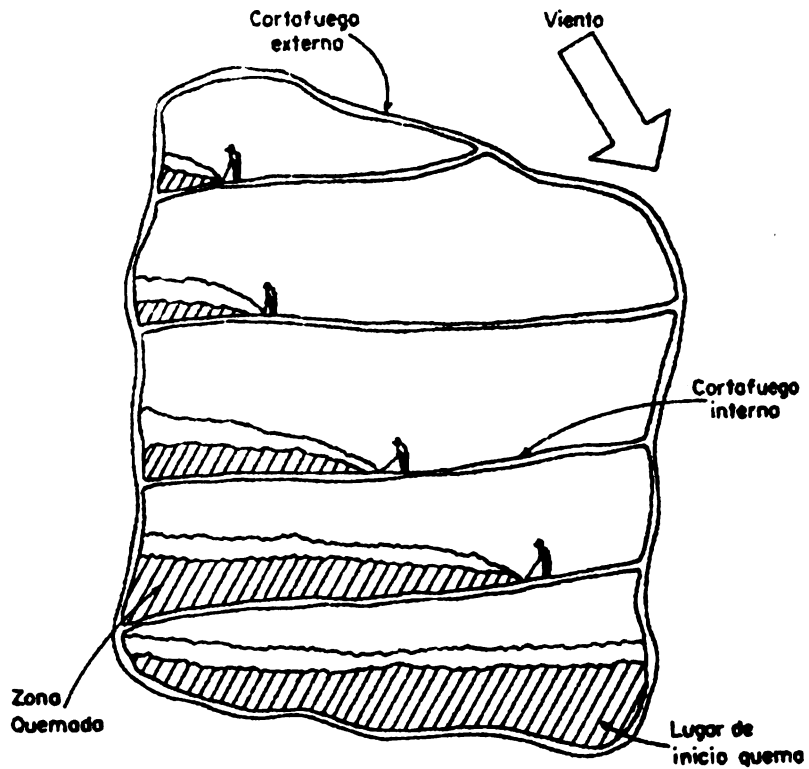


Figura 3. Fuego en fajas con cortafuegos internos.

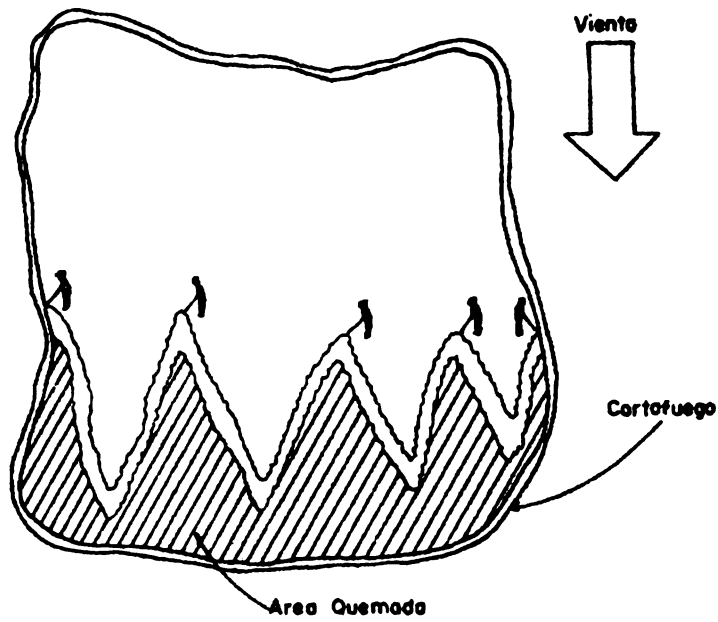


Figura 4. Fuego en los flancos.

6.1.5. Fuego en manchones (Spot fire or grid pattern technique).

Uso:

- a. Reducción de combustibles livianos bajo bosques naturales o plantaciones adultas.
- b. Preparación de sitios para la regeneración.

Detalles: Esta técnica es muy precisa y requiere personal con bastante experiencia.

Se utiliza una serie de manchones de fuego, los cuales se propagan en todas direcciones y cuando las condiciones son tales que los fuegos se unen (o juntan), se apagan por sí mismos (Figura 5).

Es importante, al utilizar esta técnica, determinar la distancia o capacidad entre los manchones de fuego, la cual es fácilmente calculada mediante la siguiente ecuación:

$$E = VP \times TDQ$$

Donde:

E = espaciamiento en metros

VP = Velocidad de propagación lineal del fuego (en metros por minuto)

TDQ = tiempo de duración de la quema (en minutos)

Ejemplo:

Velocidad de propagación del fuego = 0,3 m/minuto

Los manchones tienen una forma más o menos circular y la velocidad de propagación total es de 0,6 metros por minuto.

Se sabe que los fuegos casi se apagarán a las 20:00 horas y se piensa empezar la quema a las 17:00 horas, por lo tanto, el tiempo de duración de la quema será de tres horas (180 minutos).

$$E = 0,6 \frac{\text{metros}}{\text{minutos}} \times 180 \text{ minutos}$$

Este es el espaciamiento inicial, el cual se va reduciendo a medida que transcurre el tiempo, cuando la velocidad de propagación del fuego va disminuyendo

Características de la técnica

	A	B
a. Temperatura:	Baja	Moderada
b. Humedad relativa:	Alta	Moderada
c. Velocidad del viento:	Baja	Baja a Moderada
d. Contenido de humedad del combustible liviano	Alta	Moderada
e. Es rápida.		
f. Es barata.		
g. Volumen de combustible	Bajo a Moderado	Moderado a alto
h. Arboles adultos		
i. Asegurar la línea base y todo el perímetro al progresar la quema.		

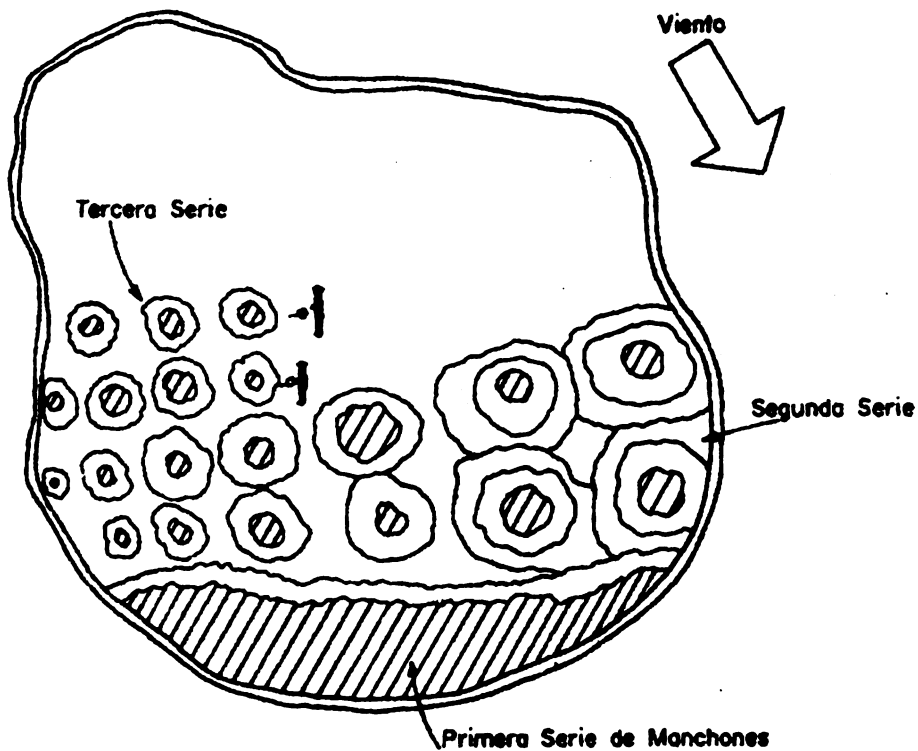


Figura 5. Fuego en manchones.

6.1.6. Fuego en círculo (Circular Firing Technique).

Uso: Para eliminar los restos de la corta al preparar un sitio para la regeneración natural o artificial.

Detalles: Esta técnica consiste en iniciar el fuego en retroceso para asegurar la línea base, avanzando progresivamente alrededor de la superficie a quemar.

Se puede también iniciar el fuego en el centro de la superficie a quemar, para así facilitar la formación de la columna de convección y mayor consumo de combustible (Figura 6).

Características de la técnica:

- a. Temperatura: moderada a alta**
- b. Humedad relativa: baja a moderada**
- c. Velocidad del viento: Moderada**
- d. Contenido de humedad del combustible liviano: bajo**
- e. Es una quema de alta intensidad que consume una gran parte de combustible.**
- f. No se debe prender fuego en el centro cuando haya inestabilidad atmosférica.**

En resumen, se puede escoger una o más técnicas de quema para lograr un objetivo específico.

En la práctica, las técnicas más importantes para lograr un objetivo son:

- a. Para la reducción de combustibles bajo bosques naturales o plantaciones.**
 - Fuego en retroceso
 - Fuego en fajas con cortafuegos internos
- b. Para la preparación de sitios para regeneración natural:**
 - Fuego en manchones
 - Fuego en círculos
- c. Para la preparación de sitios para la regeneración artificial en un área con muchos restos de corta:**
 - Fuego en círculo

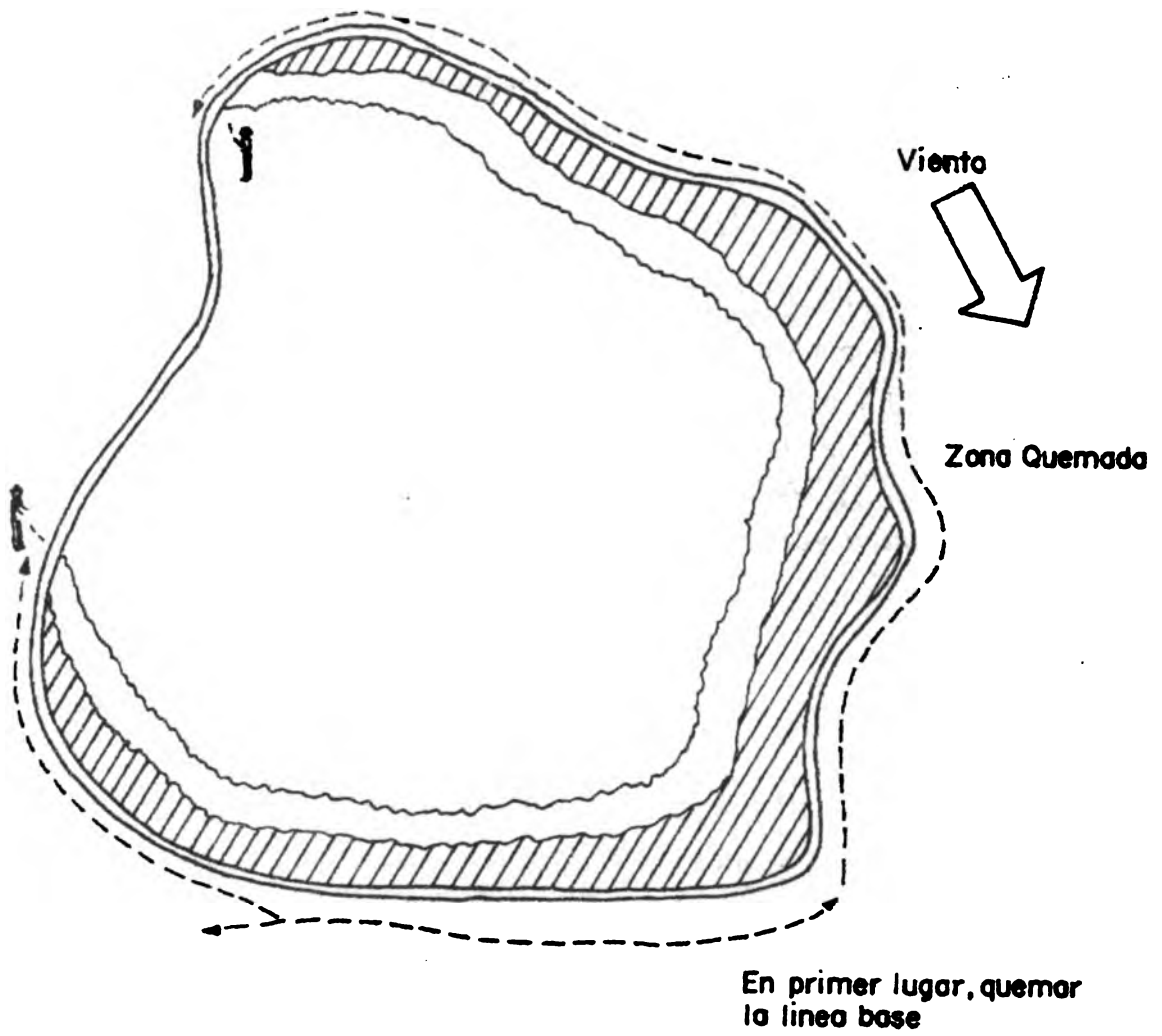


Figura 6. Fuego en círculo.

6.2. Planificación de la quema prescrita

El fuego es una herramienta potencialmente peligrosa y para lograr la seguridad del trabajo y los objetivos deseados debe haber una planificación cuidadosa.

Los planos de quema se preparan por adelantado para ser ejecutados cuando se presenten las condiciones apropiadas para la quema e incluyen los siguientes aspectos:

- a. El propósito de la quema y los objetivos deseados.
- b. Una descripción y un mapa del área.
- c. Los detalles de las condiciones meteorológicas requeridas.
- d. La época (s) del año y el tiempo del día para realizar la quema.
- e. Las técnicas de quema a emplearse.
- f. Las instrucciones para el control y la liquidación.
- g. El procedimiento a seguir para la evaluación de la quema.

El área a quemar debe ser delimitada y dividida en unidades que pueden quemarse en un día. Se deben tomar todas las medidas para excluir el fuego de áreas vulnerables, tales como regeneración joven, la vegetación cerca de fuentes de agua, pendientes fuertes con suelos erosionables, manchas latifoliadas valiosas y áreas que presentan problemas potenciales para la liquidación.

Los cortafuegos deben construirse con varios días o semanas de anticipación. Al ubicar los cortafuegos se toman en cuenta, la técnica de quema a utilizar, la dirección del viento predominante y la presencia de barreras naturales. Los cortafuegos deben ser tan rectos como sea posible y deberán seguir las curvas de nivel cuando ésto sea posible. Es aconsejable cortar árboles muertos en pie cerca de los cortafuegos y ensancharlos en lugares peligrosos.

6.2.1. Ejecución

Quando quemar:

El factor más limitante en el desarrollo de un programa de quemas prescritas es la disponibilidad del tiempo apropiado. Las quemas prescritas requieren que las condiciones meteorológicas estén en una escala estrecha. Las quemas prescritas no pueden proyectarse para una fecha futura, hay que planificarlas con bastante anticipación y ejecutarlas cuando se presenten las condiciones apropiadas. Tales condiciones ocurren en cualquier época del año en América Central, una región caracterizada hasta cierto punto por un clima no predecible.

Sin embargo, la mayoría de los días favorables se encuentran a principios y un poco después del fin de la época normal de incendios y durante la "canícula" de agosto a setiembre.

La época de quemar también depende del propósito de la quema, por ejemplo, si el propósito es de preparar condiciones favorables para la regeneración natural, las quemas deben ser reguladas conforme a las épocas de mayor caída de semillas. Además cabe mencionar que las quemas ejecutadas durante el período latente, provocan menores

perjuicios a la vegetación y que las quemas ejecutadas a principios de la época seca permiten un cierto crecimiento de la cobertura vegetal antes de las lluvias de junio y julio para proteger la superficie del suelo.

Las condiciones meteorológicas varían durante el día y las condiciones favorables al desarrollo de una quema prescrita pueden encontrarse en cualquier hora del día. Sin embargo, las horas normales más indicadas son en la mañana, un poco después de la salida del sol y en las horas avanzadas de la tarde cuando las temperaturas son más bajas, la humedad relativa más alta y el viento es más estable. La ventaja de quemar en la tarde y en la noche se basa en que las condiciones se vuelven más favorables para el control de la intensidad calórica. Sin embargo, la comunicación entre el personal se dificulta en la noche.

Organización:

El comportamiento de una quema prescrita varía de un lugar a otro dentro del sitio a quemar de acuerdo a las variaciones de combustible y topografía. Además varía durante la quema conforme a las condiciones meteorológicas. El encargado de la quema debe ser una persona experimentada con un amplio conocimiento del comportamiento del fuego quien sea capaz de adaptar las técnicas de quema para lograr los objetivos deseados y evitar la posibilidad de escape.

Se recomienda una cuadrilla de seis personas y un jefe. Es aconsejable utilizar las mismas cuadrillas de combate para ejecutar las quemas prescritas. Los seis miembros de la cuadrilla disponen de tres antorchas de gota o lanzallamas, herramientas de combate y liquidación y radios portátiles. El jefe de la cuadrilla tiene las siguientes responsabilidades:

- Llevar al bosque el plan de quema y el mapa.
- Inspeccionar los cortafuegos.
- Notificar a los dueños de los terrenos contiguos de la realización de la quema y explicar sus propósitos.
- Avisar a las torres de observación.
- Explicar el plan de quema a los miembros de su cuadrilla.
- Hacer una quema de prueba para observar el comportamiento del fuego antes de la quema verdadera
- Mantenerse en contacto con la cuadrilla durante la quema y avisar de cualquier cambio de planes.
- Asegurarse que el perímetro se patrulla durante la quema y que la liquidación esté terminada antes de que se vaya la cuadrilla.

6.2.2. Evaluación

Con el propósito de determinar la eficacia de la quema para realizar sus objetivos y dar información útil para la planificación de quemas futuras, siempre vale la pena hacer una evaluación. Debido a que el daño a los árboles no se manifiesta claramente inmediatamente después de una quema hay que realizar dos evaluaciones; inmediatamente después de la quema y un mes después.

Primera evaluación:

La primera evaluación comprende las siguientes observaciones y apreciaciones:

- a. Porcentaje de árboles con copas chamuscadas.**
Por medio de una estimación ocular se determina el porcentaje de los árboles de copas chamuscadas.
- b. Grado de consumo de combustible**
Se estima ocularmente el grado de consumo de combustible (alto, moderado o bajo).
- c. Comportamiento del fuego**
Se notan los rangos de la altura de las llamas y la velocidad de propagación.
- d. Escape:**
Si sucedió un escape se debe explicar por qué y la acción tomada para controlarlo.
- e. Publicidad adversa:**
Se hace mención de la expresión pública favorable o desfavorable.
- f. Objetivos:**
Se discute el logro de los objetivos.

Segunda Evaluación.

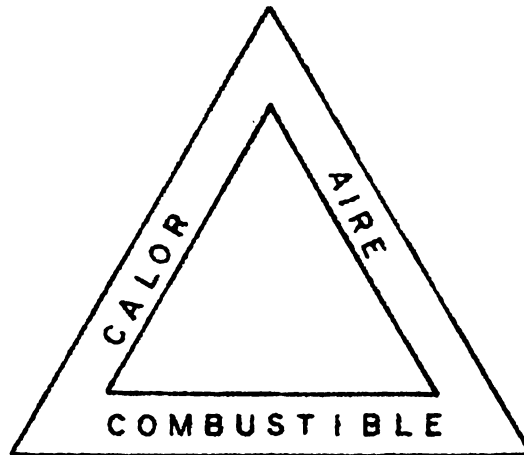
- a. Porcentaje de árboles con copas chamuscadas.**
- b. Altura máxima del follaje chamuscado.**
- c. Altura promedio del follaje chamuscado.**
- d. Porcentaje de mortalidad de los árboles. Mediante parcelas circulares distribuidas dentro del área quemada, se determina el efecto de la quema sobre los árboles, se recomienda un análisis en base de clases de tamaño.**
- e. Erosión y otros efectos nocivos.**
- f. Comentarios.**

7. Etapas de la supresión

7.1. Triángulo del fuego

En proceso de combustión, concurren en un incendio dos factores: combustible, calor y aire.

EL TRIANGULO DEL FUEGO



La combustión se mantendrá mientras estén presentes las tres aristas del triángulo, de lo contrario, cesa o no se produce la combustión.

El principio básico para impedir los incendios forestales es de impedir que el triángulo se mantenga completo, lo que se logra actuando sobre una de sus aristas.

Por ejemplo:

a. Acción sobre el calor

Se logra enfriando el ambiente con agua pulverizada, mojando directamente los combustibles con chorros compactos antes de que se inicie la combustión, o bien, cuando están ardiendo.

b. Acción sobre el aire

Sofocando el fuego, lanzando tierra sobre las llamas. Además la aplicación de agua pulverizada puede hacer subir hasta tal punto la humedad relativa del aire, que la proporción del oxígeno del ambiente sea insuficiente para mantener la combustión.

c. Acción sobre los combustibles

Eliminando o cortando su continuidad por medio de líneas de control para detener el avance de incendio por falta de abastecimiento de celulosa.

7.2. Reporte y despacho

Una vez originado y localizado un incendio forestal se pasa toda la información pertinente a la central de operaciones.

Utilizando la información suministrada por las torres de observación (el reporte del humo), la información disponible sobre el área de interés en la central de operaciones (mapas, registros, valor del índice de peligro, pronósticos meteorológicos, disponibilidad de recursos, etc.) y la experiencia, se determina los recursos a desplegarse para el ataque inicial.

Se activa la alarma y se sale hacia el sitio del incendio por la ruta más apropiada.

7.3. Plan de ataque

Al llegar al sitio del incendio la persona encargada del combate lo reconocerá fijándose en:

- La dirección en que avanza.
- Los valores que amenaza.
- La velocidad de propagación y comportamiento general.
- Los combustibles.
- La topografía.
- La existencia de barreras.
- Las condiciones meteorológicas actuales y anticipadas

De acuerdo con esta información y los recursos que tenga, formará un plan de ataque, el cual se explicará a todo su personal.

Se le asignarán las tareas y responsabilidades a todos los combatientes, quienes se distribuirán a distintos sectores del borde del incendio. Se explicará a todos, las medidas de seguridad a tomarse.

El encargado supervisará el trabajo de combate y modificará el plan de combate de acuerdo a las necesidades.

7.4. Métodos de ataque

El trabajo de supresión de los incendios forestales consiste en dos faenas: el encierro del incendio por detención de su propagación y el control permanente por la liquidación y la vigilancia. La primera faena se logra empleando uno o una combinación de tres métodos de ataque.

Todos los incendios deberán ser atacados de manera agresiva con el fin de terminar por lo menos la primera faena durante el primer día. Los tres métodos de ataque son: el método directo, el método paralelo y el método indirecto. La selección del método apropiado depende de:

- las características del incendio,
- la topografía, suelo y vegetación,
- las barreras naturales existentes y,
- los medios disponibles para el combate.

7.4.1. El método directo

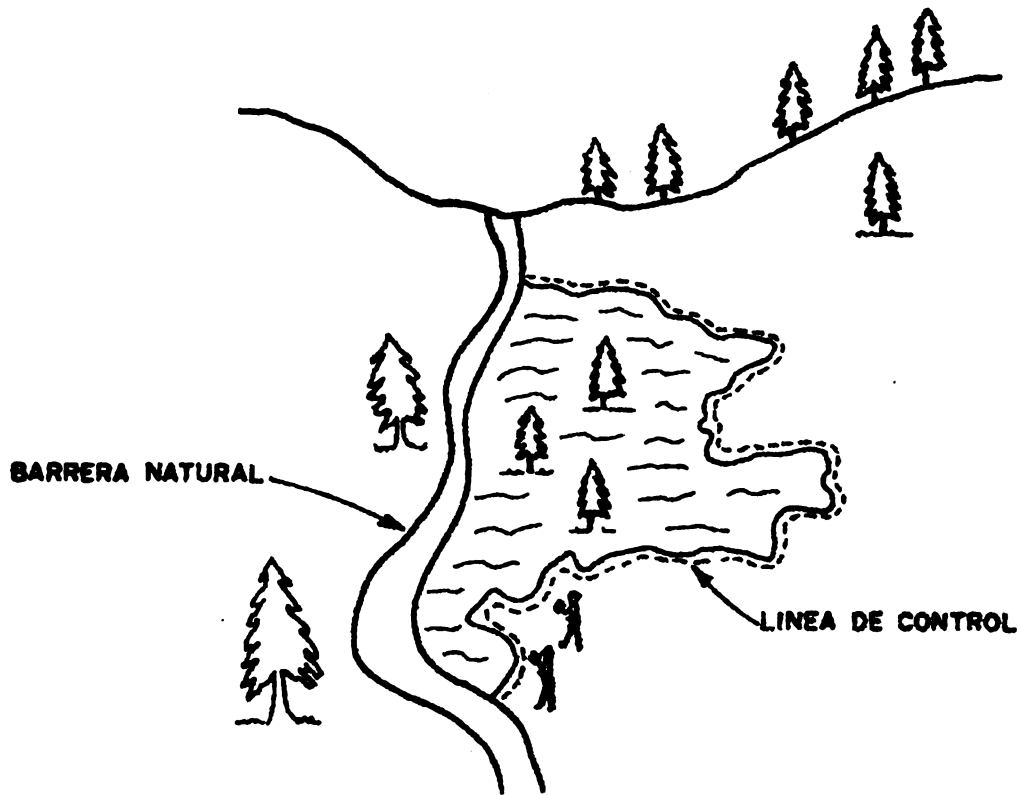
Este método consiste en actuar directamente sobre el borde del incendio para sofocarlo con agua, matafuegos, ramas o tierra. Es aplicable en el combate de aquellos incendios superficiales que producen poco calor y humo (Figura 7).

Los principales son:

- a. Actuar directamente sobre el borde.
- b. Actuar en primer lugar sobre los focos más peligrosos.
- c. Al sofocar las llamas, construir una brecha con rastrillo para confinar toda la materia ardiente.
- d. Tirar todo el combustible pesado que está ardiendo.
- e. Quemar las islas no quemadas dentro de la brecha.
- f. Empezar con la liquidación lo más pronto posible.

Se debe emplear el método directo en cada oportunidad siempre que sea posible, porque:

- a. Los combatientes son afectados por el calor y el humo.
- b. La vigilancia de los combatientes se hace difícil.
- c. El patrullaje es más difícil por tratarse de brechas estrechas e irregulares.



DIRECCION DE ATAQUE :

Poco calor y humo • Cabeza → Cola

Más calor y humo • Cola → Cabeza

Figura 7. El método directo.

7.4.2. El método paralelo.

Consiste en establecer una línea de control paralela al borde del incendio y quemar el combustible existente entre ello. La línea de control se establece de tres a más de 50 m del borde del incendio dependiendo de la velocidad de propagación, la topografía y el tiempo necesario para construir la línea. Este medio es aplicable en aquellos incendios de moderada a alta velocidad y lenta a moderada velocidad de propagación (Figura 8).

Los principios son:

- a. Ubicar la línea de control en forma paralela al borde del incendio. Seleccionar la ruta más corta y evitar las irregularidades del borde.
- b. Aprovechar las barreras naturales.
- c. Empezar el contrafuego inmediatamente después de que el mismo contrafuego provoque el incendio.
- d. Patrullar la línea de control hasta que se encierre el incendio.
- e. Continuar la construcción de la línea de control hasta que se encierre el incendio.
- f. Quemar las islas no quemadas.
- g. Empezar la liquidación lo más pronto posible.

Las ventajas del método paralelo son las siguientes:

- a. Es más fácil dominar un contrafuego que el incendio mismo.
- b. Es posible controlar los incendios que producen mucho calor y humo.
- c. Es posible cambiar al método directo si disminuye la intensidad del incendio.

La mayoría de los incendios forestales se controlan usando una combinación de los métodos directo y paralelo.

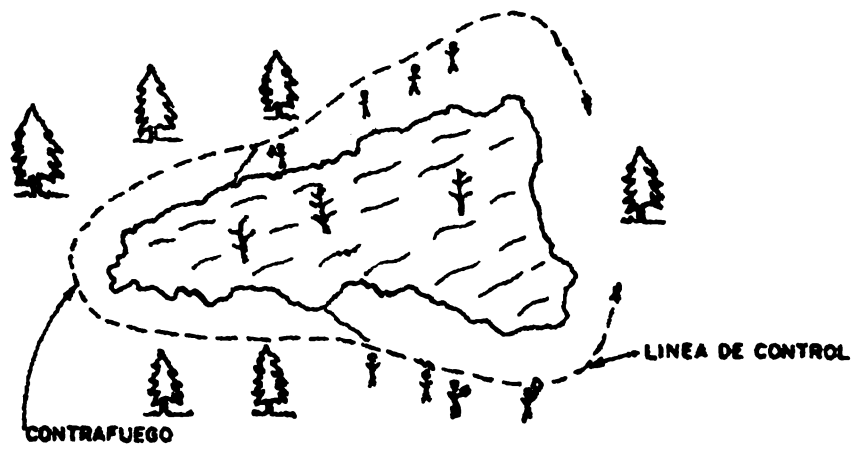
Siempre que sea posible emplear el método directo. Cuando la intensidad, propagación y emisión de humo se aumentan, se cambia al método paralelo.

7.4.3. El método indirecto

Consiste en establecer una línea de control a apreciable distancia del incendio y a partir de ella y hacia el borde del mismo, eliminar el combustible mediante un contrafuego. El método indirecto es aplicable en el combate de aquellos incendios grandes de altas densidades cuando no es factible utilizar los otros métodos (Figura 9).

La distancia de la línea de control al borde del incendio será lo suficiente para que pueda establecerse antes de que llegue al incendio sin sacrificar demasiado terreno.

El método indirecto tiene la ventaja de que los combatientes trabajan lejos del frente del incendio y pueden actuar con más comodidad.



DIRECCION DE ATAQUE
 Poco calor y humo = Cabeza → Coto
 Más calor y humo = Coto → Cabeza

Figura 8. El método paralelo.

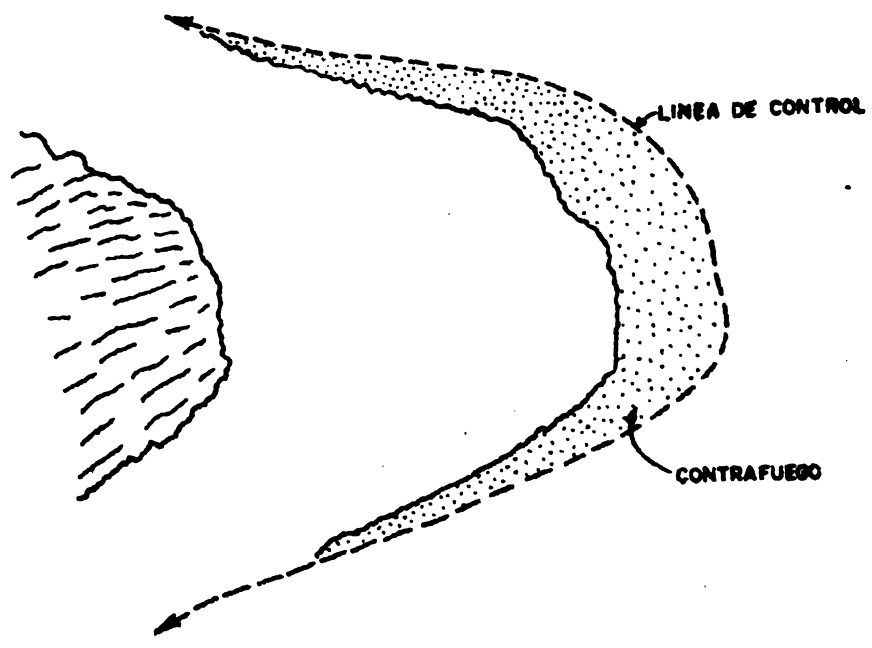


Figura 9. El método indirecto

7.4.4. Los métodos combinados

Ya se han mencionado la combinación del método directo y el método paralelo. Las combinaciones son:

- El método paralelo y el método indirecto (Figura 10).
- El método directo, el método paralelo y el método indirecto (Figura 11).

7.4.5. El uso del contrafuego

Los métodos paralelo e indirecto utilizan en contrafuego con el fin de consumir el combustible entre la línea de control y el borde del incendio y de esta manera reforzar y proteger la línea.

El uso del contrafuego puede ser peligroso por lo tanto cabe señalar algunas líneas de seguridad para su uso.

- Antes de contrafogear asegurarse que todos los combatientes estén enterados del plan.
- Comenzar el contrafuego en las partes más altas de la línea de control y quemar hacia abajo.
- Siempre usar el equipo apropiado: antorcha de gota, lanzallamas y candilejas.
- Contrafogear rápidamente cuando las condiciones sean favorables.
- Utilizar agua o tierra cerca de la línea para controlar el fuego provocado.
- Contrafogear de acuerdo con las irregularidades del terreno.

A continuación se describen las dos situaciones más comunes en que se utiliza el contrafuego.

El contrafuego sencillo:

La Figura 12 muestra un contrafuego establecido para controlar la cabeza de un incendio que se propaga rápidamente en un sitio de moderada pendiente. La línea de control es lo suficientemente larga como para que el incendio no la flanquee. Se prende el contrafuego a lo largo de la línea.

Al acercarse a la parte alta, el incendio provoca una corriente ascendente, la cual atrae hacia sí el contrafuego. En condiciones adversas pueden utilizarse varios contrafuegos paralelos para amortiguar el impacto del incendio.

El contrafuego usado en pequeños drenajes:

La Figura 13 muestra un contrafuego establecido para controlar un incendio que sube un pequeño drenaje. La línea de control se construye un poco atrás de la cima de la loma y se prende fuego a lo largo de esta línea para que propague hacia el incendio. Dependiendo de las características del incendio se construirán otras líneas de control en las cimas de las lomas laterales para encerrarlo.

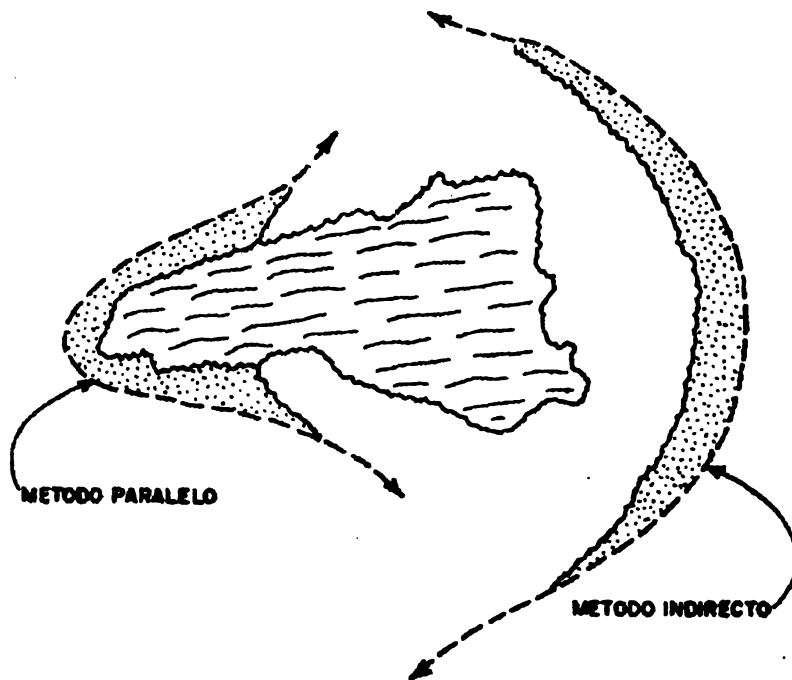


Figura 10. El método paralelo y el indirecto.

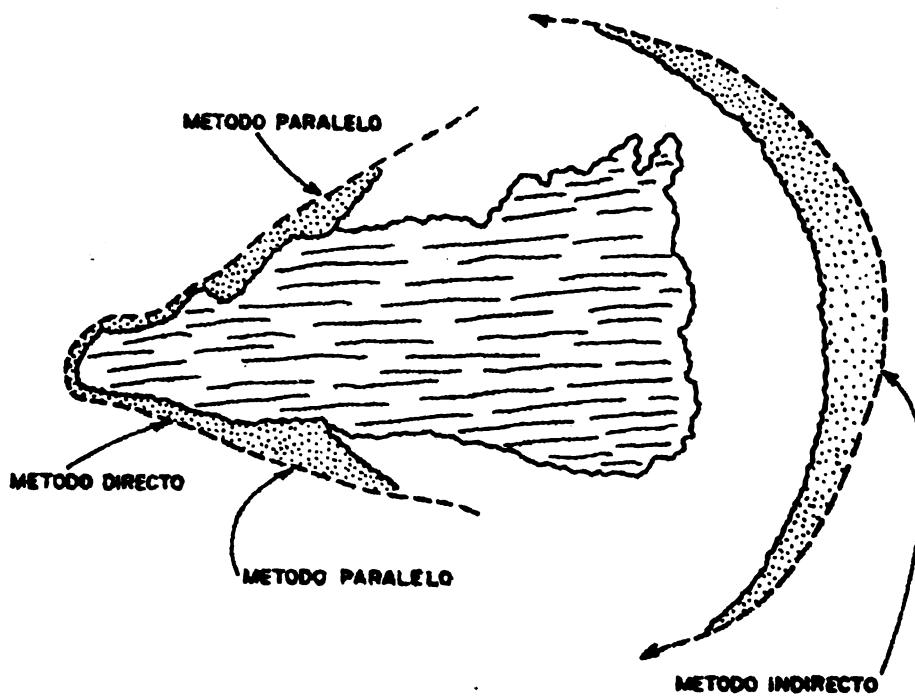


Figura 11. El método directo, el método paralelo y el método indirecto.

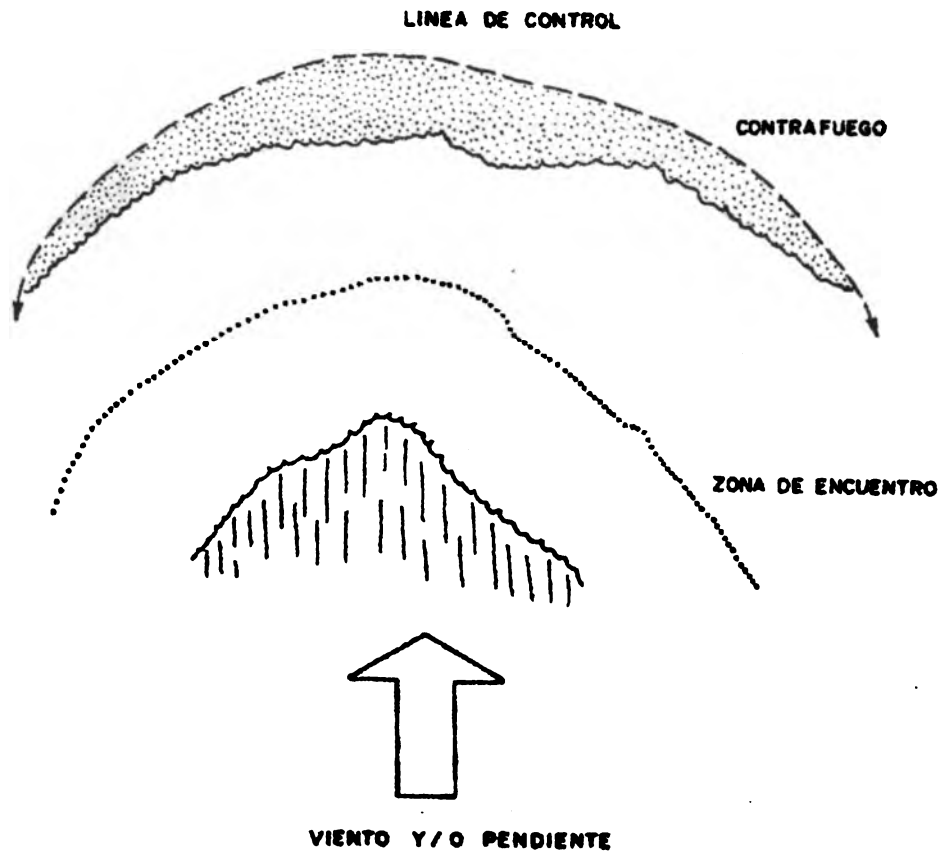


Figura 12. El contrafuego sencillo

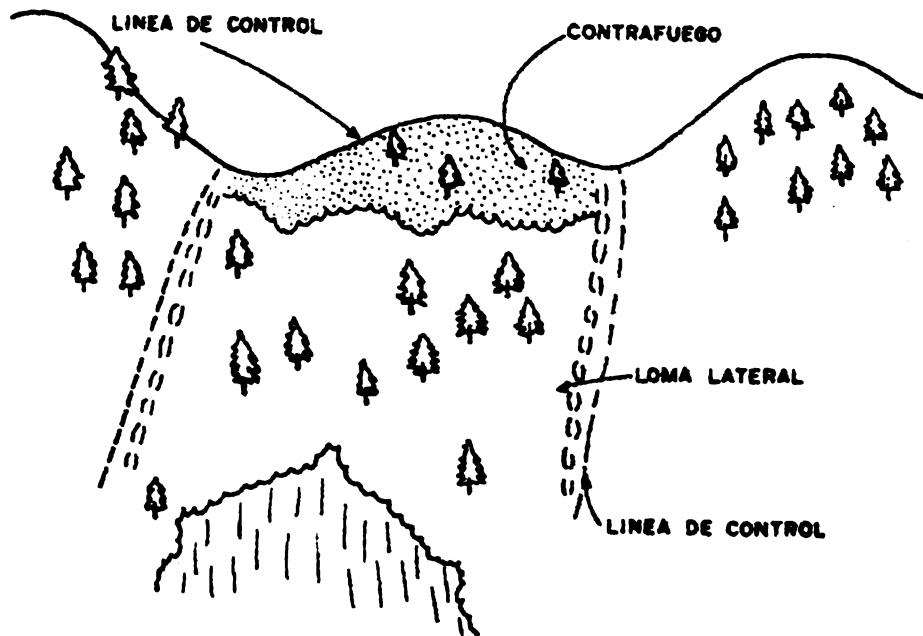


Figura 13. El contrafuego usado en pequeños drenajes.

7.5 Liquidación

Una vez detenida la propagación de un incendio, la siguiente etapa de la supresión en la cual se extinguen totalmente los focos, sofocando y apagando las brasas y otros materiales incandescentes que aún permanecen liberando energía calórica, eliminando de esta forma la probabilidad de que el fuego se reanude, evitando que crucen la línea de control.

A continuación se indican normas a seguir para la liquidación.

Normas Generales:

1. Empezar a la liquidación tan pronto como sea posible.
2. Atacar primero las secciones difíciles.
3. En pequeños incendios todo el fuego debe ser extinguido.
4. En incendios grandes liquidar una faja adyacente a la línea de control no menos de 30 m.
5. Voltrear aquellos árboles muertos en pie que podrían echar chispas, al caer o rodar al otro lado de la línea de control.
6. Quemar lunares (islas de combustibles no quemadas).
7. Buscar incendios satélites afuera del cuerpo del incendio principal.

Normas específicas:

1. Dar vuelta a trozas y ramas encendidas. Escabar con pulaski, machete o rastrillo y extinguir el rescoldo con agua y/o tierra.
2. Dispersar bien hacia el lado interior de la línea de control todo el material latente que no sea apagado.
3. Buscar y desenterrar los tocones y raíces encendidas cerca de la línea de control.
4. Utilizar agua para la liquidación pero aplicarla económicamente y siempre en combinación con otras herramientas.
5. Palpar con objeto de localizar los posibles focos latentes.
6. Cortar los arbustos parcialmente quemados y las ramas chamuscadas de los árboles que se encuentran cerca de la línea de control.

7.6 Vigilancia

Consiste en la vigilancia del área de un incendio después de su liquidación, hasta obtener la seguridad de la extinción del fuego.

Los vigilantes deben tener ante todo, un espíritu de trabajo y conciencia de la

responsabilidad que asuman al quedar vigilada un área de la línea de control.

Los vigilantes deben ser equipados con las herramientas apropiadas y radios portátiles. El tiempo de vigilancia varía de acuerdo a las circunstancias.

Es necesario dar la debida importancia a esta etapa de la supresión ya que en muchos casos, los incendios aparentemente controlados han resurgido causando graves daños.

8. Bibliografía

1. HAWLEY, R.; SMITH, D. 1972. *Silvicultura Práctica*. Barcelona, España. Ediciones Omega. s.n.p.
2. HUDSON, J.; SALAZAR, M. 1981. *Las quemas prescritas en los pinares de Honduras*. ESCINAFOR/COHDEFOR. (Hond.). Publicación Miscelánea. No. 1.
3. THOMAS, T.; JERRAN, M.R.K. 1960. *Silvicultura Práctica*. s.l., España, Ediciones Zeus. s.n.p.
4. VIDAL, J.; ITALO, C. 1958. *Iniciación a la ciencia forestal*. s.i. España, Salvat Editores. s.n.p.
5. WOLFFSHON, A. 1986. *El fuego en los bosques de Honduras*. s.l., Hond., ESCINAFOR/COHDEFOR. v.l., s.n.p.
6. WOLFFSHON, A. 1984. *Estudios silviculturales de *Pinus oocarpa* Schide en la república de Honduras*. ESCINAFOR/COHDEFOR. (Hond.). Publicación Miscelánea 4. s.n.p.

CAPITULO XI

APROVECHAMIENTO DE PLANTACIONES

APROVECHAMIENTO DE PLANTACIONES

Marielos Alfaro *
Rodolfo Quirós **

1. Planificación del aprovechamiento

El aprovechamiento forestal es uno de los componentes del manejo forestal. Es el conjunto de operaciones que van desde el derribo del árbol en el bosque hasta la llegada de los productos de él obtenidos a las industrias primarias de la madera, sean éstos aserraderos, fábricas de contrachapado e industrias de pulpa y papel, entre otras.

Dado que el aprovechamiento o cosecha del producto es la culminación del proceso de producción forestal, el plan de manejo de un bosque, sea éste natural o artificial, debe contener un plan específico que contemple las diversas alternativas que existen para realizar cada una de las operaciones de corta y extracción de la masa y los criterios que orienten hacia la elección de la opción más viable según sean los objetivos del proyecto y las condiciones físico-biológicas, socio-económicas y culturales de la región.

Este plan de aprovechamiento forestal debe precisar la (s) combinación (es) de mano de obra y equipo necesario para lograr una eficiente ejecución de las operaciones de aprovechamiento. El objetivo primordial es "obtener el máximo volumen de madera aprovechable, con la calidad requerida y al más bajo costo"

La planificación lleva a reducir los costos de cada una de las operaciones del proceso de aprovechamiento, eliminando los movimientos inútiles, logrando mayor seguridad para los obreros y el menor daño posible a los árboles, tanto a los volteados como a la masa residual. En el caso de la extracción, se busca causar el menor daño al suelo.

El aprovechamiento en plantaciones forestales exige mayor rigurosidad en cuanto a su planificación debido a la concentración y dimensiones de los árboles, lo intensivo de la actividad productiva y la necesidad de mantener la fertilidad del sitio.

Cuando se manejan extensas áreas boscosas, es imprescindible la elaboración de un plan detallado. Definir la cantidad y calidad de la información necesaria para elaborarlo es de suma importancia. Ahora bien, la planificación no se limita a grandes superficies, aún en áreas pequeñas el profesional forestal deberá dar los lineamientos para el manejo, y por ende, definir la mejor combinación de métodos y técnicas para el aprovechamiento.

* Profesora de Silvicultura. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

** Profesor de Manejo. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica

A fin de elaborar el plan de aprovechamiento, se debe contar con información sobre:

- a. La masa: diámetro de los árboles, volumen y tipo de producto a extraer por hectárea, superficie total a aprovechar, dureza de la madera, cantidad y tipo de ramas.
- b. El terreno: pendiente, accesibilidad, características físicas del suelo, cantidad de obstáculos (roca superficial), existencia de ríos y densidad del sotobosque son los más relevantes.
- c. Mano de obra: disponibilidad en la zona, nivel de formación (técnico, obrero), experiencia.
- d. Otros: capacidad económica del propietario, maquinaria y/o equipo disponible, duración de la época seca en la zona.

Se debe tener presente a la hora de seleccionar el sistema de aprovechamiento las siguientes premisas:

- a. Causar la menor alteración al ambiente
- b. Un sistema simple en su aplicación y con bajos costos de operación.
- c. Acorde con la infraestructura existente y a la que es posible establecer.
- d. Que sea fuente de empleo para la población rural.

El sistema elegido debe asegurar la mayor suma de beneficios para el propietario del bosque, el maderero, los obreros y, en general, para la zona donde se lleve a cabo la actividad.

2. Técnicas y equipo de aprovechamiento

El proceso de aprovechamiento forestal está integrado por una secuencia de operaciones organizadas para extraer los productos del bosque y colocarlos a disposición de los consumidores. Como operaciones básicas se tiene:

2.1. Operaciones básicas

2.1.1. Operación tocón

Incluye el derribo del árbol y otras suboperaciones que el equipo de corta ejecuta al pie del tocón hasta dejar el fuste o trozas listas para su extracción. Involucra eliminar obstáculos alrededor del árbol, el corte de derribo, el descope y el desrame. Algunas ocasiones se practica uno o más cortes con el objeto de facilitar la extracción de la madera.

Es necesario efectuar la selección y señalamiento previo de los árboles a ser cortados. De esta forma se agiliza la labor del equipo de corta al evitar demoras innecesarias.

2.1.2. Transporte menor

Consiste en sacar los fustes o trozas desde el pie del tocón hasta un primer centro de acopio denominado "cargadero". Implica tratar cada árbol o troza en forma individual, para poder llevarle hasta un punto de reunión. Esta operación puede ser designada correctamente como arrastre.

2.1.3. Operación cargadero

Integran esta fase un número variado de suboperaciones efectuadas tan pronto la madera ha sido reunida, después del transporte menor, pero antes del transporte principal. Actividades comunes en esta fase son el troceado, cubicación, marcaje, descortezado y aplicación de medidas de protección entre otras (FAO, 1978).

2.1.4. Carga

Se refiere a colocar la madera sobre un vehículo para su transporte. Cuando las plantaciones son poco accidentadas, cabe que el elemento de transporte se desplace por el área de corta y recoja la madera diseminada.

2.1.5. Transporte

Es el transporte desde el cargadero hasta un punto de entrega, o bien donde la madera será utilizada u objeto de transformación. Los modos de transporte practicados usualmente en el Costa Rica han sido los camiones y en menor grado el ferrocarril.

2.1.6. Descarga

Consiste simplemente en descargar las trozas transportadas en el punto de entrega. Operaciones de carga y descarga pueden darse de manera intercalada durante la operación de transporte. Cuando la descarga se efectúa en la industria, deben utilizarse medios de trabajo que permitan una labor ágil y ordenada. El apilado es una actividad complementaria a la descarga.

2.2. Sistemas de corta

Las actividades que involucra la operación tocón, se pueden efectuar tanto con sistemas manuales como mecanizados.

En los sistemas manuales las faenas se ejecutan con fuerza motriz humana y el empleo de herramientas simples como el hacha, cuñas y combinaciones de sierras para cortes transversales. El modo mecanizado consiste en el uso de motosierras.

Para elegir entre uno u otro sistema habrá que considerar:

- Factores de la masa forestal
- Factores de sitio
- Factores económicos y sociales

2.2.1. Factores de masa forestal

El método de ordenación y de manejo silvícola determinan importantes características de la masa forestal y por lo tanto, condicionan el aprovechamiento. La superficie en que se aplica y el tipo de corta, la distribución de los pies aprovechables así como rasgos sobresalientes de la madera (diámetro, longitud comercial, peso, ramosidad) son factores de la masa que influyen en la elección del sistema de corta y troceado.

Si la superficie de corta es basta, posiblemente requieren un sistema que logre altos rendimientos. Pero, otros factores afectan tal razonamiento, pues si los pies aprovechables son de pequeñas dimensiones, dispersos, con ramas escasas y delgadas, y la mano de obra es disponible; las diferencias entre un sistema mecanizado y uno manual serán poco marcadas, prefiriéndose aumentar el número de cuadrillas que ejecutan la operación en forma manual.

2.2.2. Factores del sitio

El relieve, el clima y la presencia de obstáculos son los factores del sitio que en mayor grado afectan los sistemas de corta. Elementos del relieve como la pendiente no sólo afecta el desplazamiento en área de corta sino que además influye en los cuidados necesarios para evitar peligros de erosión. El clima, a través de la precipitación y la temperatura condicionan la jornada diaria de trabajo y la disponibilidad anímica de los obreros hacia el trabajo; en general, bajo extremos de temperatura la labor normal se ve perjudicada. Vientos persistentes en el área de corta exigen introducir cuidados adicionales (cables y/o cuñas direccionales) o elegir momentos especiales. La presencia de obstáculos como vegetación densa, piedras, entre otros reducen el rendimiento del equipo y consecuentemente repercute en las ventajas o limitaciones de aplicar un determinado sistema.

2.2.3. Factores económicos y sociales

La lógica del sistema económico implica la maximización de rendimientos y minimización de costos. No obstante, la decisión no descansa únicamente en criterios financieros, entran en juego los beneficios que la actividad productiva podría generar para la población humana localizada alrededor del área de corta y la utilidad que un sistema determinado pueda significar dentro del engranaje económico del país.

Aunque un sistema mecanizado de corta resulte en términos de costos y rendimientos ventajosos ante un sistema manual, conviene tomar en cuenta las ventajas como generador de empleo que podría constituir la adopción de un sistema manual, así como la independencia de fluctuaciones originadas por introducir insumos y tecnología extranjera, la porción del valor agregado que por efecto del sistema utilizado se queda en el país. Desde una posición nacionalista, puede ser aconsejable (siempre que otros factores no lo condicionen) el impulso de sistemas manuales.

Al comparar sistemas manuales con sistemas mecanizados, el empleo de motosierras es preferible cuando:

- El rendimiento que se consigue a través del uso de motosierra es significativamente mayor al de un sistema manual
- El volumen total a aprovechar es alto y las características de la madera hacen poco eficiente el trabajo con sierras manuales (madera dura, diámetros gruesos, con abundancia de ramas gruesas).
- La densidad de corta es alta, los árboles se ubican próximos entre sí, resultando poco significativas las demoras originadas por el desplazamiento entre árboles.
- La labor al pie del tocón ha sido planificada de modo tal que minimice incidentes e interrupciones durante la jornada de trabajo. La hora productiva máquina es significativamente importante respecto al tiempo total de la jornada.
- El precio de adquisición y mantenimiento de la motosierra y sus aditamentos es bajo.
- Prevalcen precios favorables en combustible y aceites.
- El nivel de salarios limita la contratación adicional de mano de obra.
- Hay carencia de mano de obra.

2.3 Sistemas de Extracción

Entre los sistemas conocidos para el arrastre de madera en plantaciones forestales, es posible enumerar los siguientes:

- Fuerza motriz humana
- Tracción animal
- Tractores agrícolas
- Cables terrestres
- Cables aéreos
- Tractores forestales.

En este documento haremos referencia solamente a los tres primeros sistemas.

2.3.1. Fuerza motriz humana

La fuerza motriz humana ha sido utilizada donde la mano de obra es abundante y barata, cuando las condiciones del terreno lo permiten y las dimensiones de la madera facilitan su manipulación. Este sistema podría ser aplicado para el aprovechamiento de masas intermedias (concretamente primeros raleos) cuando los árboles que se extraen son

pequeños y se requieren aún cuidados especiales para no afectar la masa principal. Es ventajoso cuando la intensidad de corta es baja y los pies que se aprovechan se ubican en forma dispersa. Dado lo fatigoso de la faena, conviene que el transporte manual se realice en distancias menores de 50 m.

2.3.2.. Tracción animal

Históricamente la tracción animal ha constituido una importante ayuda para aliviar el esfuerzo físico del trabajo humano. Alrededor del mundo existen diferentes especies animales empleadas para ejercer tracción. Es conocido el uso amplio que se les da a elefantes en Africa y la India, a los camellos en Egipto, a los búfalos en Egipto y Asia Sud-oriental, a burros y mulas en la Península Ibérica y el Cercano Oriente, al yak en Asia Central, a las llamas y alpacas en América del Sur así como al buey y el caballo en América Latina.

A consecuencia del creciente costo de maquinaria e hidrocarburos, se ha observado un incremento en el uso de yuntas de bueyes en algunas faenas agrícolas y forestales.

En Costa Rica la forma de tracción animal utilizada en labores forestales es la generada por bueyes.

En plantaciones forestales el tamaño del producto no es limitante para practicar la extracción con bueyes. Según Cordero (1985) una yunta normal puede arrastrar trozas hasta de 60 cm de diámetro y cuatro metros de largo. Comenta además, que la mayor producción se logra en distancias menores a 300 m aunque con el uso de dispositivos para reducir el rozamiento, la distancia de arrastre puede ser aún mayor. Los bueyes pueden trabajar en ámbitos de pendiente similares a los de los tractores. Conviene evitar su trabajo en suelos pedregosos, pues los animales pueden lastimarse las pezuñas.

Importantes ventajas y desventajas respecto al uso de bueyes en extracción forestal han sido resumidas por De la Maza (1967):

Ventajas

- Existe todo un acervo de conocimiento popular en torno al trabajo con bueyes; la forma de criarlos, entrenarlos, alimentarlos y mantenerlos.
- El equipo accesorio que requiere el madereo con bueyes es de sencilla confección. Su construcción y mantenimiento pueden lograrse en talleres mecánicos locales, con tecnología simple.
- Los costos de inversión y operación son menores respecto a sistemas arrastre mecanizados. Esto posibilita su aplicabilidad en un amplio rango de tamaño de empresa.
- Los costos del madereo con bueyes son independientes de variaciones externas en el precio de maquinaria y combustibles.
- Por la versatilidad del trabajo con bueyes es fácil complementar su uso en actividades agrícolas y de transporte. De este modo es posible cargar los agentes fijos no sólo a la operación de madereo.

Desventajas

- Ante condiciones ambientales desfavorables la eficiencia del uso de bueyes disminuye considerablemente. Pendientes bruscas (mayores de 30 por ciento), terrenos pedregosos, precipitación excesiva, suelos irregulares y altas densidades de matorrales entorpecen el empleo de este tipo de tracción.
- Los bueyes exigen un cuidado continuo. Se les debe brindar atención aunque no estén trabajando.
- La capacidad de trabajo de los bueyes a lo largo de la faena diaria decrece a consecuencia del cansancio físico. Es indispensable efectuar pausas exclusivamente para el descanso de los animales.

2.3.3. Tractores agrícolas acondicionados

Acondicionando el chapulín con dispositivos especiales para el maderero, el productor agrícola puede incursionar en la actividad forestal e integrar esta última a su quehacer productivo tradicional. En Costa Rica se ha generado experiencia en la extracción de madera con tractores agrícolas modificados, un ejemplo concreto es el que opera en La Esmeralda, ubicada al norte de la ciudad de Heredia. Aquí el tractor agrícola cumple tres funciones del maderero:

- Arrastre de fustes y trozas hasta un cargadero
- Carga de trozas
- Desembosque a través de carretones arrastrados.

Un chapulín ha sido especializado para cumplir cada función particular. Para el arrastre de fustes o trozas, el tractor dispone de un huinche accionado por la toma de fuerza del tractor mismo, una cadena de arrastre y cadenas de enganche. Un brazo hidráulico con tenazas de acero se ha acoplado a otro chapulín para utilizarlo en labores de carga; para evitar que se levante sobre las llantas delanteras, un bloque de concreto funciona como contrapeso en el extremo posterior del vehículo. La función de desembosque la ejecuta otro chapulín con un carretón del cual tira. Las trozas que se transportan han sido tronizadas a longitudes constantes (cuatro varas). En vista que la industria de transformación se localiza en el mismo predio, al hablar de desembosque nos referimos a la operación que podría ser considerada como transporte.

Otavo (1984) compara el rendimiento y costo del maderero con bueyes respecto al empleo de un tractor agrícola. El costo por metro cúbico empleando tractor en una distancia de arrastre de 70 m y una pendiente de +0,15 a 9,38 por ciento es de 0,92 US\$/m³; mientras que al maderar con bueyes, en plantaciones de *Pinus radiata*, en contra de la pendiente, en una distancia de arrastre de 80 m, obtuvo un costo de 0,38 US\$/m³. De tales datos se desprende que al utilizar tractores en tales condiciones el costo es 2,4 veces mayor con respecto al uso de bueyes. Explica esta diferencia en términos del costo superior de inversión, reparaciones y combustible que pesa sobre el maderero con tractor.

2.3.4 Formas de extracción de productos

Al utilizar cualquiera de los sistemas de extracción antes descritos, se presentan tres modalidades para la extracción de los productos obtenidos de una plantación, cada uno de los cuales tiene sus ventajas y desventajas dependiendo del objetivo de la misma, las condiciones ecológicas de la zona, la susceptibilidad del suelo a erosionarse y el producto a extraer entre otros.

Estas modalidades son:

2.3.4.1. Extracción de árboles enteros

Es utilizado en casos donde por el alto riesgo de incendio, no es recomendable dejar residuos en la plantación. Además, donde el costo de extraer estos residuos es alto.

Bajo este sistema los árboles son extraídos completos (fuste y ramas) hasta el cargadero. Allí se desraman y trocean. Los residuos son agrupados y generalmente quemados.

Se debe contar para su aplicación con maquinaria. En caso de que los árboles a extraer tengan dimensiones alrededor de los 25 cm de dap y 15 m de altura, es factible utilizar tracción animal.

2.3.4.2. Extracción de fustes completos

Cuando se utiliza este sistema, los árboles son desramados y descopados a pie de tocón; luego el fuste es arrastrado en toda su longitud hasta el cargadero donde será troceado.

En comparación con el anterior, tiene la ventaja de que no se extrae material adicional (copa), ésto hace que el sistema sea más versátil.

La aplicación de éste y del anterior, depende de las dimensiones de las trozas, su peso y el equipo de extracción disponible.

Para productos de raleos y corta final en plantaciones, este sistema funciona bien utilizando tractores agrícolas con accesorios forestales o tracción animal.

2.3.4.3. Extracción de trozas

Para este caso, los árboles son desramados y troceados a pie de tocón. Las trozas son arrastradas hasta el cargadero. Sus dimensiones dependerán del tipo de producto que se requiere colocar en el mercado.

Este sistema permite utilizar para la extracción la fuerza humana en distancias cortas (no mayores de 50 metros) principalmente cuando el producto es de pequeñas dimensiones, como es el caso de postes y varas de construcción.

Tiene un uso mayor a la hora de extraer productos de raleos en plantaciones jóvenes.

2.3.5. Elección del sistema de extracción

Entre los factores determinantes para la elección de un sistema de extracción se tiene:

- La cuantía del producto que va a ser aprovechado
- Factores del sitio
- Factores económicos y sociales

2.3.5.1. La cuantía del producto que va a ser aprovechado

Se engloba bajo este título al conjunto de características del producto como dimensiones de los fustes, distribución, cantidad total a extraer así como otras que puedan influir en la determinación del equipo para extracción. En general, para volúmenes reducidos a ser arrastrados, madera de dimensiones moderadas (caso normal en plantaciones) y cortas distancias, son preferibles los sistemas menos sofisticados como la fuerza motriz humana, la tracción animal o cables terrestres. Cuando los volúmenes aprovechables compensan los costos mayores de sistemas de rendimiento superior como tractores agrícolas, tractores forestales o cables aéreos, su aplicación es recomendable siempre que la planificación garantice la eficiencia en la ejecución de la labor respectiva.

2.3.5.2. Factores del sitio

Los factores del sitio son los que en mayor medida determinan la aplicabilidad técnica de un sistema para maderero. Se enmarcan dentro de éstos las condiciones del clima, los rasgos del relieve y las características del suelo. Respecto al clima, la distribución de los meses secos y húmedos determina las épocas apropiadas para el maderero con determinados sistemas.

El uso de estos sistemas en zonas lluviosas se restringe a temporadas secas o al tránsito sobre pistas acondicionadas. Otros sistemas como cables aéreos o bueyes no están condicionados fuertemente por el régimen de precipitación.

Los rasgos del relieve afectan el uso de tractores, tracción animal o fuerza motriz humana. En pendientes leves o moderadas (menos de 30 por ciento) tales sistemas son apropiados; pero, si el área de corta es abrupta, conviene pensar en modos alternativos. La exposición del terreno ejerce un efecto indirecto sobre las propiedades del suelo al facilitar su tiempo de deshumedecimiento.

2.3.5.3. Factores sociales y económicos

Algunos de los factores socio-económicos que deben considerarse a la hora de seleccionar el sistema de aprovechamiento son: el tamaño de la empresa, la localización del área de aprovechamiento y la distancia a caminos vecinales de acceso o núcleos de población, la disponibilidad de mano de obra capaz de operar los sistemas, los cuidados exigidos para el cuidado al suelo y al arbolado, la dependencia de insumos y tecnología externa y su efecto sobre los costos de aprovechamiento y el mercado para los productos.

2.4. Sistemas de carga

La carga puede hacerse de distintas maneras: en forma manual, con ayuda de cables, poleas y palancas; por medio de grúas montadas sobre su propio elemento de transporte, a través de mecanismos de autocarga propios del vehículo que ejecuta el transporte o bien por medios complementarios independientes a dicho vehículo como cargadores frontales, rampas o plataformas donde las trozas se empujan con bueyes o tractores (FAO, 1983, De la Maza 1970).

La descarga puede efectuarse con idénticos sistemas a los de carga. En vista de que tal operación normalmente se ejecuta en patios de industrias, es fácil justificar la permanencia en el sitio de un aparato destinado para tal fin. Además de ejecutar la descarga propiamente, el sistema utilizado ha de lograr el manipuleo y acomodo de la madera*.

La carga no representa por sí misma un considerable elemento de costo en el aprovechamiento; sin embargo, según el modo en que se efectúe puede entorpecer el rendimiento en el transporte y elevar en forma significativa el costo del proceso global. Es forzosa una coordinación estrecha con las operaciones precedentes pues la carga será eficiente en tanto disponga de suficiente madera lista.

La influencia de la carga en el costo total de la madera puesta en la industria, será tanto mayor cuanto menores sean los recorridos. En efecto, la actividad efectiva de la carga se restringe al momento en que los vehículos de transporte están en disposición de ser cargados; tales momentos serán mas frecuentes en tanto menor sea el tiempo utilizado para completar un ciclo de transporte.

Aislando el modo de organización para hacer eficiente la operación de carga los factores a considerar para elegir un sistema apropiado para aprovechamientos en plantaciones son:

- El peso, longitud y diámetro de la madera
- La distribución de la madera
- Las condiciones del sitio de carga.

Las dimensiones de madera condicionan la potencia necesaria para elevar las trozas y colocarlas sobre el elemento de transporte. No es recomendable el uso de métodos de carga con potencia excesiva si la madera es de pequeñas dimensiones. En general, el tiempo de carga aumenta en proporción directa con el peso de la madera y la cantidad total de trozas individuales. Cargar gran cantidad de trozas pequeñas toma más tiempo que el requerido para cargar un volumen equivalente de trozas gruesas.

La distribución de la madera define la condición de movilidad del elemento empleado en la carga. La forma como queda organizada la madera responde en parte a las condiciones de accesibilidad natural presentes en el área de corta. Si el terreno lo permite, el elemento de carga podrá trasladarse hasta donde la madera se encuentra distribuida, como cuando se le deja a lo largo de la vía de saca (De la Maza, 1970). Otros casos hacen obligatorio el arrastre hasta centros de acopio en los que, el volumen de

* La descripción de algunos sistemas de carga y descarga ha sido tratada en algunos artículos de la revista BOIS ET FOREST DES TROPIQUES; Véase NI 56:33-43; NI 67:43-56; NI 69:33-45; NI69:33-45; NI 76:38-44; NI 77:29-37.

madera que se manipula, la forma en que están dispuestas las trozas, el tamaño de las estibas, el estado de la madera (resbaladiza), el espacio disponible para acomodar el vehículo de transporte afectan significativamente la labor de carga. Precisamente la actividad continua en estos lugares provoca modificaciones en el suelo; en suelos arcillosos húmedos pronto se forman lodazales, entorpeciendo la movilización de máquinas, animales y obreros. Esto justifica la obligatoriedad de ubicar a priori y ordenar en lo posible la labor en cargaderos.

2.5. Sistemas de transporte

Tres sistemas utilizados para el transporte de madera son:

- A través de camiones
- Por vías hídricas
- Aprovechando tramos de ferrocarril

La posibilidad de utilizar el transporte vía hídrica o por ferrocarril quedará restringida a casos particulares. Se hará referencia únicamente a algunos de los factores al elegir el tipo de camión; entre tales:

- Longitud promedio de las trozas
- El peso de las mismas
- Los estándares de los caminos de acceso
- La distancia media de transporte
- El suministro constante de repuestos
- El valor del cabezal, la carrocería y demás instrumentos accesorios (arcos o remolques, entre otros).

La longitud promedio de las trozas permite definir la longitud indicada del chasis. Vale la pena entonces estandarizar las dimensiones de la madera conforme la naturaleza del producto que se va a elaborar. En general, es más fácil el transporte de trozas largas. Una variante la muestran los camiones con arco en los que la madera constituye el eje de unión entre este último y el cabezal.

El peso de la madera limita la capacidad de carga del camión. Esta característica está bastante ligada al contenido de humedad de la madera. Obviamente, la madera verde, por contener más agua, pesa más que la madera seca. Un tema interesante consiste en evaluar lo económico del secado de la madera previo al transporte.

Los estándares de los caminos y la distancia media de transporte son factores asociados. Para largas distancias (más de 100 km) son preferibles los camiones de mayor capacidad y velocidad de circulación, para haer más económica la operación. Sin embargo, en distancias menores a 30 km los camiones "todo terreno" aunque menos veloces y con menor capacidad de carga, presentan la ventaja de entrar por caminos de menor estándar; por lo que el costo de construcción de caminos (menor) compensa el menor rendimiento del camión (De la Maza, 1970).

Demoras injustificadas

- Es aquel tiempo que el obrero dedica a charlar con sus compañeros, atrasos por mala planificación, etc.

La cuantificación del tiempo invertido en demoras, principalmente en lo que se refiere a demoras injustificadas, permite identificar las etapas del proceso donde podría elevarse el rendimiento y en consecuencia, disminuir el costo total del mismo.

Debe cuantificarse el tiempo invertido en cada una de las siguientes operaciones:

- 1) Operación tocón: Tiempo de derribo, desrame, marcaje y troceo, descortezado, apilado y demoras en cada uno. Además, se debe medir dap y altura de los árboles.
- 2) Operación arrastre: tiempo del viaje cargado, viaje vacío, amarre y suelta de las trozas y demoras en cada uno. Además, se debe cuantificar el volumen y número de trozas arrastradas.
- 3) Operación carga: tiempo de carga, amarre, volumen cargado (puede darse en número de trozas y demoras).
- 4) Operación transporte: tiempo de viaje cargado, vacío (retorno), volumen transportado, tiempo en terminales, amarre y suelta de trozas y demoras. Además, se debe medir distancia de recorrido.
- 5) Operación descarga: tiempo de descarga y demoras.

4. Costos

En cualquier unidad forestal sometida a manejo, debe contarse con información precisa sobre el rendimiento de la mano de obra y maquinaria en las diversas actividades y el costo de cada una de ellas.

Esta información sobre costos y rendimientos orienta la toma de decisiones en cuanto a la selección de los métodos y técnicas más económicas y eficientes según los objetivos del proyecto.

Se debe determinar el costo por unidad de producción. En nuestro caso, el costo por metro cúbico puesto en la industria.

Este caso tiene dos componentes: el costo del metro cúbico en pie (costo de producción) y el costo de cosechar el producto poniéndolo a disposición de la industria. Nosotros nos referimos al segundo.

A fin de determinar el costo de operación de la maquinaria, debemos calcular tanto los costos fijos como los costos variables. El costo de la mano de obra no se incluye en ninguno de los anteriores, dado que el operario puede desarrollar otras actividades en el proceso además de operar la máquina.

Dado que los camiones constituyen una dependencia de la tecnología extranjera, debe prestarse atención en que la marca elegida mantenga un suministro constante de refacciones. Si bien casi todas las reparaciones pueden lograrse en talleres mecánicos del país, la no disponibilidad de repuestos puede demorar considerablemente la reparación de un vehículo, entorpeciendo el aprovechamiento.

El valor del camión y sus accesorios es otro elemento a considerar. Como estrategia de venta, algunas casas vendedoras ofrecen camiones con precios menores al de otros análogos, no obstante el precio de los repuestos hacen que al cabo de algún tiempo la ventaja observada se anule.

3. Estudio de tiempos y movimientos

A fin de determinar el rendimiento en las operaciones de aprovechamiento, es necesario cuantificar el tiempo incurrido en cada una de ellas. Este estudio de tiempos permite identificar aquellas labores en donde el bajo rendimiento esté afectando significativamente los costos del proceso.

A partir de éste, es posible detectar si:

- Se usan herramientas, equipo y maquinaria adecuada
- Existen movimientos excesivos e innecesarios
- Falta capacitación de los obreros y
- El proceso está mal ejecutado.

Para realizar el estudio, un método sencillo en su aplicación es la medición del tiempo invertido en cada fase o paso de la operación. Para llevar a cabo esta medición en forma clara, de contarse con una clasificación de tiempos:

- 1) Tiempo laboral: Es el número de días por año que trabajan los obreros o que podrían dedicar a cada actividad.
- 2) Jornada laboral: se refiere al número de horas por día que laboran los obreros.
- 3) Horas efectivas: se refiere al número de horas por día que el obrero dedica efectivamente a realizar su trabajo
- 4) Horas productivas máquina: se refiere al tiempo por día que la maquinaria trabaja efectivamente.
- 5) Demoras: se deben diferenciar dos tipos:

Demoras justificadas

- Es el tiempo invertido en hacer las necesidades fisiológicas, descansos por lo pesado de la actividad, etc.

4.1. Costos fijos

Son aquellos costos que se acumulan tanto cuando la máquina está en marcha como cuando está detenida. En esta categoría están:

1. Depreciación
2. Intereses
3. Seguro

4.2. Costos variables

Son aquellos costos en que se incurre cuando la maquinaria está funcionando. Esta categoría comprende:

1. Combustible
2. Aceite
3. Llantas (tractores)
4. Espada y cadena (motosierra)
5. Reparación y mantenimiento

4.3. Mano de obra

Se refiere al salario directo de los operarios más el monto correspondiente a cargas sociales. Estas últimas generalmente incluyen el seguro social, ahorros obligatorios, cuotas para seguro de riesgos profesionales, vacaciones, aguinaldo y demás pagos que por ley deben hacerse al trabajador.

5. Medidas de seguridad en el aprovechamiento

Es necesario determinar el tipo de accidente, los riesgos o enfermedades que se pueden generar en cada actividad del proceso productivo, sea éste industrial, agrícola o forestal. Todo esto en función de lograr un rendimiento óptimo y del bienestar de la mano de obra.

A continuación se mencionan algunas de las medidas de seguridad básicas, que se deben adoptar a la hora de realizar la corta y extracción en áreas boscosas:

5.1. En la corta

Dentro de ésta, el derribo y desrame son las labores más peligrosas para el operador y requiere de personal experimentado a fin de disminuir las pérdidas de madera por astillado y reventadura de los fustes y el riesgo de accidente del operario.

Algunas medidas que deben tomarse antes de iniciar la labor de derribo y mientras se ejecuta la misma, son:

- a. Despejar la base del árbol de cualquier material que obstaculice la movilidad del operario y la maniobrabilidad de la motosierra.
- b. Elegir por lo menos dos rutas de escape a 45° de la caída del árbol.

5.2. En el desrame debe:

- a. Empezar la labor desde la base del árbol hacia el ápice para liberar las tensiones poco a poco.
- b. Si el desrame se ejecuta entre dos operarios, uno debe sostener de la base del árbol hacia el centro y el otro del centro hacia el ápice.
- c. Si las ramas son grandes, se deben hacer dos o más cortes para liberar tensiones y disminuir el peso.

En cuanto al troceo, es una labor que se puede efectuar tanto al pie del tocón como en el cargadero. Las medidas de seguridad se deben tomar en éste, se aplican a las dos labores anteriores:

- a. Se debe mantener una posición segura de trabajo
- b. No se debe perder la atención sobre el curso de la motosierra.

Es importante advertir que el uso de motosierras provoca afecciones en los oídos por el exceso de ruido y en el sistema nervioso (temblor intermitente).

El cumplimiento de estas normas evita o disminuye al menos el alto costo que representa para el propietario del bosque la atención médica de los obreros y el atraso en las operaciones

5.3. En la extracción

En esta fase del proceso existe un alto riesgo de accidente; por ello debe procurarse:

- a. Que no haya dentro de la zona de aprovechamiento personal ajeno al encargado de realizar las operaciones.
- b. La maquinaria usada debe ser comprada con los accesorios que aseguren la comodidad y bienestar del operario.
- c. Nadie debe viajar en las máquinas de pie, mientras éstas se encuentren en movimiento.

6. Bibliografía

- ANAYA, H; CHRISTIANSEN, P. 1986. Aprovechamiento forestal; análisis de apeo y transporte. San José, C.R., IICA. 235 p.**
- BREDBERG, C.J. 1981. The effects of different thinning techniques on the remaining stand. In Iufro Congress (17. Japan). Proceedings, Division 4: Planning Economics, growth and yields, Management and policy. Japan. p. 434-443.**
- CORDERO, W. 1985. Importancia de tracción animal en el aprovechamiento de bosques tropicales. Cartago, C.R., ITCR. 16 p.**
- DE LA MAZA, J. 1970. Criterios y factores que condicionan los aprovechamientos forestales. España, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 303 p.**
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1978. Planificación de carreteras forestales y sistemas de aprovechamiento. Estudio de Montes, FAO. No. 2. 171 p.**
- GAYOSO J. 1985. Efecto de la extracción forestal sobre suelos de textura fina. s.l. Instituto de Manejo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 12 p.**
- OTAVO, R.E. 1985. Extracción de trozas mediante bueyes y tractores agrícolas. Estudio de Montes, FAO No. 49. 105 p.**

CUANTIFICACION DE PRODUCTOS

Rodolfo Salazar *

1. Introducción

Para llenar las necesidades de productos forestales, se recurrió al bosque natural como fuente de abastecimiento. Bajo estas condiciones, usualmente el interés fue conocer el volumen de los productos extraíbles y nunca se prestó mayor atención al estudio de la capacidad de producción de una especie en un sitio dado.

Ahora que hay que recurrir al cultivo de árboles para abastecer las necesidades, es necesario conocer los sistemas que permitan cuantificar en forma más precisa, la capacidad de producción no sólo de madera aserrada, sino de los distintos productos que se pueden obtener de los árboles, como una medida para conocer el potencial de las especies y, a la vez, estudiar las posibilidades de maximizar la producción.

En cualquiera de las dos condiciones generales, debe cuantificarse la cantidad y calidad de los productos. Para realizar estas cuantificaciones el Proyecto Madeleña ha desarrollado las técnicas y formularios adecuados, lo cuales permiten recopilar la información necesaria por árbol.

En este trabajo se pretende describir los sistemas de cuantificación de productos forestales, en plantaciones de árboles de uso múltiple, que utiliza el Proyecto Madeleña.

2. Sistemas para cuantificar la producción

Existe toda una gama de productos forestales de uso actual y potencial, no obstante, la posibilidad de cuantificarlos en detalle no resulta práctico, principalmente cuando se trabaja con muchas especies, y en varias regiones donde las alternativas de uso por especie varían.

* Silvicultor. Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Para manejar en forma más práctica la cuantificación de la producción, el Proyecto Madeleña ha definido los siguientes productos, con base en las características de crecimiento y uso potencial de las especies, y en las necesidades de las distintas regiones donde opera el Proyecto:

- Follaje: es todo el material con diámetro menor a 2,5 cm (ramas delgadas y hojas).
- Leña: es todo el material con diámetro mayor a 2,5 cm.
- Postes para cerca: de 2,1 m de largo y 8 cm de diámetro menor.
- Postes para construcciones rurales o conducción de líneas eléctricas: según las necesidades del mercado se define el largo y el diámetro mínimo.
- Madera aserrada: se indica el largo de la troza y el diámetro máximo y mínimo. Dado que hay facilidades de aserrío las trozas pueden considerarse con largo distintos.

Cualquier otro producto que se desee cuantificar como por ejemplo forraje, frutos, etc, debe especificarse adecuadamente el objetivo y las unidades utilizadas.

Se han definido tres formas básicas para expresar la producción de las plantaciones:

1. Producción en términos de número y tipo de productos por árbol.
2. Producción en términos de volumen de madera aserrable.
3. Producción en términos de biomasa aérea seca total.

Si las plantaciones son exclusivas para leña o forraje el punto 2 no aplica; si son para producción de madera los tres puntos deben ser considerados.

Para el primer caso debe utilizarse el formulario FORM 6 (Anexo 1) que tiene las casillas abiertas para indicar las variables que van a ser cuantificadas. Aquí debe considerarse como norma el dap y la altura total, trozas para aserrío indicando número y dimensiones, clases de postes indicando el largo en metros, peso de leña verde y peso de follaje verde por árbol en kg. Para convertir los pesos verdes en peso seco al horno es necesario recoger muestras de 500 g de leña, y 500 g de follaje en por lo menos cinco árboles por parcela. También es necesario expresar la producción de leña en estereos, como una medida estandar de comercialización. Esta metodología esta descrita en el documento "Normas para la investigación silvicultural" del CATIE (CATIE, 1985).

El ejemplo presentado en el Cuadro 1. describe las variables evaluadas en el aprovechamiento de una plantación de *E. deglupta* de seis años. En este caso se han considerado trozas para aserrío de 3, 2 y 1 m de largo. El sistema permitirá evaluar el volumen de madera aserrable/ha, número de poste de 5, 3 y 1 m de largo, y postes para cerca, así como la producción de leña y follaje.

Si la especie y la dimensión de los árboles lo permite, debe determinarse el volumen con y sin corteza del fuste completo. Para realizar esta cubicación utilice el formulario FORM 7 (Anexo 2), el cual está ajustado al programa de análisis STANTAB del paquete estadístico PSP, que permite la elaboración de tablas de volumen y determinación de los factores de forma por árbol. El formulario requiere de cuidado para usarlo correctamente; se sugiere practicar su uso antes de iniciar el trabajo de campo. Si no se utiliza correctamente, el análisis aborta los datos y no se puede realizar.

Se sugiere tomar muestras de la mitad del fuste, en cinco árboles para determinar la gravedad específica y utilizar la fórmula (1):

$$\text{gravedad específica} = \frac{\text{peso seco al horno}}{\text{volumen verde}} \dots \dots \dots (1)$$

Con la gravedad específica promedio por árbol y el volumen verde total determinado en la cubicación, es factible determinar el peso seco del fuste, despejando la fórmula anterior (2).

$$\text{Peso seco al horno} = \text{gravedad específica} * \text{volumen verde} \dots (2)$$

Si al peso seco del fuste se le suma el peso seco de la leña más el peso seco del follaje se obtendrá el peso aéreo seco total del árbol. Con esta información y haciendo uso de la densidad actual del rodal es posible estimar la producción de biomasa aérea seca total por hectárea; así como la producción en términos de producción por hectárea; y además elaborar tablas de volumen con y sin corteza.

3. Tamaño de la muestra

Como norma, el Proyecto Madeleña ha venido utilizando para evaluar el crecimiento parcelas permanentes de 49 árboles, y en los ensayos parcelas de 25 o 36 árboles útiles.

Para definir el tamaño de parcela o muestra en la determinación de productos, volumen o peso, hay que tomar en consideración el grado de variabilidad del material en términos de dap. Si hay mucha variación entre individuos el tamaño de la muestra debe ser mayor, y tratar de que haya una representación adecuada de la población. Si los individuos de la plantación muestran un crecimiento muy uniforme, el tamaño de la muestra se puede reducir. Si el rodal muestra estratos de crecimiento, se recomienda tomar muestras en cada estrato, especificando en lo posible los factores limitantes de los distintos estratos.

Para cuantificar producción de forraje o leña se puede utilizar parcelas de 25 ó 36 árboles. Esta muestra dará suficiente información para hacer estimaciones preliminares. Por localidad es necesario establecer parcelas de cuantificación por lo menos en tres

sitios con condiciones similares de suelo, clima, densidad de plantación, edad y manejo. Con esta información será posible desarrollar modelos de producción.

En el caso de plantaciones para producción de postes o madera, donde el manejo es necesario, y donde no es aconsejable cosechar parcelas completas, la selección del tamaño de la muestra se fija con base a un número de árboles por clase diamétrica. O sea, se determina primero cuales son el diámetro mínimo y máximo del rodal, luego el rango entre esos extremos se divide en clases diamétricas, y por cada clase diamétrica se cuantifica un mínimo de seis árboles. O sea que si en un rodal se determina un dap mínimo de 10 cm y uno máximo de 35 cm, el rango sería de 25 cm; si este rango lo divide en clases diamétricas de 5 cm tendría cinco clases diamétricas. Si por cada clase diamétrica se muestrean siete árboles, en total tendrá una muestra de 35 árboles.

En el caso de ensayos con diseño experimental, que quieran ser aprovechados, se podrán cuantificar los 16 árboles centrales de cada tratamiento. Si hay más de tres repeticiones y no hay diferencias significativas entre repeticiones con respecto a las variables de crecimiento, con sólo tres repeticiones que se aprovechan será suficiente para generar la información necesaria que permita el desarrollo de modelos de producción.

Es necesario entender que los modelos que se desarrollen son de aplicación específica para las condiciones de clima, suelo y manejo en que se ha crecido la plantación.

Cuadro 1. Variables evaluadas en el aprovechamiento de una plantación de *Eucalyptus deglupta* de seis años.

Arbol No.	dap (mm)	Altura Total (dm)	Trozas para aserrío			No. Postes de 5 m	No. Postes de 3 m	No. Postes para cerca	Peso verde	
			largo (dm)	diám. máx.	diám. mín.				leña (kg)	follaje (kg)
1	350	300	30	400	300	1	2	3	45	30
1			20	300	200					
2	250	200	10	270	250	1	3	1	10	18

ANEXO 1

CATIE Form 6a
DNR rev. nov. 83

ARBOLES INDIVIDUALES, MEDICIONES MULTIVARIABLES

Pais	<input type="text"/>	Sitio	<input type="text"/>
Experimento	<input type="text"/>		
Especie/variedad	<input type="text"/>		
Lote	<input type="text"/>	Repetición	<input type="text"/>
Fecha de plantación (día, mes, año)	<input type="text"/>	Parcela o tratamiento	<input type="text"/>
Nº de árboles originales en el lote o parcela de evaluación	<input type="text"/>		
Fecha de medición (día, mes, año)	<input type="text"/>	Mass medida	<input type="text"/>
Nombre y firma del anotador: _____			
no	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Véanse las instrucciones en el curso del formulario. Hoja 1 de ____

APROVECHAMIENTO FORESTAL

William Cordero *

1. Introducción

Aprovechamiento forestal puede definirse como el conjunto de actividades que procuran la cosecha de productos del bosque.

Sin importar si esta etapa se considera la primera en el proceso de producción, con la cual se inicia la preparación del terreno para establecer la plantación; o se la considera la última, mediante la cual se obtiene el producto final del trabajo de varios años, el aprovechamiento debe tener siempre el mismo objetivo: extraer la mayor cantidad de productos del bosque, de la mejor calidad, el menor precio y causando la mínima alteración posible del ambiente.

Las diferentes actividades que implica el aprovechamiento, buscan cumplir con este objetivo. Es importante resaltar que si la sola presencia del hombre en un bosque, causa alteración, más alteración se va a causar si se pone dentro de ese bosque, equipos y maquinaria para extraer productos del mismo.

Desde este punto de vista, lo único que puede hacer el técnico forestal es planificar las diferentes actividades para reducir los efectos negativos del aprovechamiento.

El aprovechamiento lleva consigo la solución de un problema principal: transporte de productos (trozas para aserrío, postes, leña, etc.). Este transporte puede ser más fácil o difícil dependiendo de muchos factores, entre los que se pueden citar la distancia de extracción, el tamaño del producto y la topografía del terreno.

2. Factores que afectan la selección de métodos de extracción

Debido a que existen diferentes alternativas para realizar la extracción de productos del bosque, también existen condiciones bajo las cuales un determinado método puede dar los mejores resultados. Finalmente existen factores cuyo análisis contribuye a la selección de la mejor alternativa para realizar la extracción.

A continuación se analizan los factores más importantes que deben considerarse al hacer la selección del sistema de extracción. Para diferentes extracciones, un factor puede ser el más determinante, pero aunque suceda, la decisión final debe ser producto el análisis que se haga de todos los factores en conjunto.

* Profesor de Aprovechamiento Forestal. Departamento Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica

2.1. Tamaño del producto

Va a influir en la cantidad de energía necesaria para mover los productos. Los productos, como leña y madera para pulpa o carbón, pueden ser movidos a mano o con animales. Sin que ello afecte su eficiencia.

Por otro lado, maquinaria o equipo más pesado pueden ser necesarios para mantener la eficiencia cuando el promedio de los árboles a extraer es arriba de los 60 cm de diámetro. También, debe indicarse que el empleo de equipos pesados con madera de pocas dimensiones suele resultar antieconómico, por la necesidad de mover o agrupar muchas piezas individuales para acercarse a la capacidad de carga de la máquina. Cuando disminuye el tamaño del producto, los costos de operación de los equipos permanecen casi iguales, pero la producción disminuye considerablemente, aumentando los costos de los productos.

2.2. Producción diaria y anual requerida

En términos generales la madera fresca recién cortada tiene mejor aceptación en el mercado. Las condiciones climáticas pueden determinar que no pueda darse un abastecimiento constante de madera a lo largo del año y que, por el contrario, la madera del consumo anual deba extraerse durante los 3 ó 4 meses más secos del año. Lo anterior implica que el método seleccionado debe ser capaz de extraer en un corto período la producción anual.

Este esquema de trabajo tiene mucha influencia en los costos fijos que significan tener maquinaria inactiva durante buena parte del año. Los sistemas de extracción con baja inversión son menos susceptibles a esta clase de problemas.

2.3. Volumen por hectárea a ser explotado

La presencia de volúmenes altos a extraer permite amortizar más costos por caminos, pudiendo establecerse mayores densidades de caminos y por lo tanto menores distancias de extracción.

Algunos métodos de extracción, como el tractor forestal de llantas (skidder) están mejor adaptados para extracción sobre distancias mayores. Por otra parte, la extracción con animales es más eficiente si las distancias de extracción se mantienen menores a 300 metros.

2.4. Estabilidad de la operación

Una operación de unos pocos meses de duración no puede justificar inversiones fuertes en equipos o infraestructura. La inversión se debe restringir al mínimo necesario para ejecutar el trabajo.

En una operación sostenida permanente las inversiones se pueden amortizar sobre la vida de las mismas. En Costa Rica son muy corrientes, las operaciones temporales y pequeñas que operan con inversiones mínimas, pero muchas veces son muy altos.

2.5. Facilidades existentes

Este punto se relaciona con el punto anterior, ya que operaciones pequeñas y/o temporales no pueden justificar mucha inversión en equipo o maquinaria y, generalmente, sin importar cuál sea la mejor alternativa técnica para hacer el aprovechamiento, se determinan usando los medios que están disponibles.

Los equipos viejos tienen las ventajas de que los costos de capital son muy bajos y sólo los costos de operación son cargados a la madera. Por otra parte, maquinaria vieja puede causar tantos atrasos en la producción y/o tener costos de operación tan altos, que resulte ser más costosa que equipos nuevos.

En Costa Rica, donde las "empresas" de explotación son pequeñas, con limitaciones de capital, el equipo existente juega un papel importante en la recomendación sobre el sistema de extracción a utilizar.

Otro tipo de facilidades existentes que deben considerarse son las de infraestructura. Es muy frecuente encontrarse con que el primer camino que se construye en una zona es con fines de aprovechamiento. Pero, la inversión que se hace en este camino debe estar relacionada con el volumen a extraer, de tal manera que en determinado momento la máxima longitud de caminos que pueda construirse sea 1 ó 2 km o hasta 5 km si el volumen de madera es suficiente y de buena calidad.

2.6. Consideraciones silviculturales

En un capítulo anterior se discutió sobre la relación del aprovechamiento con la ordenación y por la protección del recurso se puede limitar el uso de algunos medios de extracción.

2.7. Consideraciones económicas y/o financieras:

Sin importar cuál sistema de explotación haya sido seleccionado, como consecuencia de todos los otros factores tal sistema no puede ser implementado si no es económicamente rentable y si no existen los medios para financiarlo.

3. Influencia de los factores en las alternativas de extracción

3.1. Extracción con fuerza humana

- El capital disponible o inversión inicial necesaria es casi insignificante si se habla de extracción con fuerza humana.
- Las condiciones de sitio afectan significativamente este método y las condiciones bajo las cuales se puede y debe utilizarse, generalmente son extremas.
- Tiene la importancia de utilizar gran cantidad de mano de obra y dar trabajo a bastantes personas.
- Es un método primitivo de aplicación simple.
- Causa pocos daños al bosque y al suelo.

- Su rendimiento es muy bajo, lo cual puede afectar si hay poco tiempo para realizar la operación o la madera debe extraerse rápidamente para prevenir daños.
- En general la distancia de extracción es corta.
- Puede funcionar en época seca o lluviosa.

3.2. Extracción de animales

- Aunque debe hacerse cierta inversión inicial, ésta es baja.
- Las condiciones del sitio limitan su uso, aunque es menos susceptible que la fuerza humana. Se adapta a gran variedad de condiciones, quizás más fácilmente que la extracción con fuerza mecánica.
- Aunque es siempre extenso en cuanto a mano de obra, usa menos cantidad que el método anterior.
- En general no se presentan problemas de su aceptación o conocimiento, por ser un método ampliamente usado en Costa Rica.
- Pueden presentarse problemas si la producción necesaria es muy alta y el tiempo disponible para realizarla es poco.
- En general está mejor adaptado a trabajar con trozas de dimensiones pequeñas (diámetros menores de 60 cm).
- El producto a obtener se ve limitado, ya que en general se deben extraer trozas de corta longitud (3.5 a 5m).
- El método es poco susceptible al cambio en las condiciones climáticas.
- La distancia corta de extracción (menos de 300 m) exige bastantes caminos de transporte.

3.3. Extracción con fuerza mecánica

- En general la inversión y el capital necesario es alto.
- Hay condiciones de sitio que limitan su uso, pero hay variedades de alternativas, que facilitan afrontar diferentes situaciones.
- Utilizan poca mano de obra.
- No siempre se tienen los conocimientos necesarios para usar y mantener funcionando adecuadamente esta maquinaria.
- Causa mayor alteración del medio.
- Es más susceptible a cambios climáticos (precipitación).
- Su producción diaria u horaria es mayor, factor importante si la extracción debe hacerse en un período corto.
- Se puede trabajar sobre distancias de extracción mayores.

4. Extracción de madera con bueyes

Hay una serie de características del bosque y/o el terreno que favorecen el uso de tracción animal para realizar la extracción. Algunas de estas características son el tamaño del producto, las distancias de extracción, pendientes, tipo de suelo, densidad del sotobosque y volúmenes a explotar.

4.1. Tamaño del producto

Los animales están mejor adaptados al arrastre de trozas pequeñas. Una yunta de bueyes puede arrastrar trozas hasta de 60 cm de diámetro y 4 metros de largo, lo cual equivale a 1 m³ (aproximadamente 1 000 kg). La gran ventaja que tienen los animales es el gran ámbito de tamaños de productos que pueden arrastrar económicamente. Así, pueden arrastrar desde trozas para aserrío hasta leña y trozas pequeñas para pulpa y papel. La mayoría de la maquinaria es especializada y no funciona para un ámbito tan grande de productos. Por otra parte, en general, conforme disminuye el tamaño del producto, los costos de operación se mantienen, mientras que la producción se reduce, aumentándose considerablemente los costos totales por metro cúbico (Johnson, 1979). Por lo anterior es que la maquinaria usada con productos pequeños es muy especializada y costosa, haciendo casi imposible su uso en países subdesarrollados.

En bosques naturales tropicales es frecuente encontrarse árboles con grandes dimensiones (1.5 a 2.0 m de dap) que limitan el uso de tracción animal. Sin embargo, el uso combinado de tractores y animales soluciona tal problema, pues las máquinas pueden extraer los árboles de mayores dimensiones, construyen los caminos y pistas de arrastre y los animales terminan de extraer el volumen restante. Los árboles que por sus dimensiones no permiten el uso de animales pueden trocearse o seccionarse en trozas más pequeñas si es que el producto final que se desea obtener así lo permite. En general, para la explotación del bosque natural tropical los bueyes, búfalos y elefantes son los que se adaptan mejor porque ejercen más tracción que otros animales como caballos, mulas y asnos.

En la explotación las plantaciones forestales el tamaño del producto deja de ser limitante, ya que los árboles tienen menores dimensiones, y se produce tanta variedad de tamaños que permite aprovechar las ventajas de los animales.

4.2 Distancias de extracción

Este factor directamente relacionado con la densidad de caminos y con los costos de operación. Entre más bajos sean los costos de operación y, en especial, de mano de obra, mayor será la distancia a la cual se puede extraer la madera económicamente usando animales.

La mayor producción se obtiene con distancias menores a 300 metros, aunque con el uso de arcos, carretas, escudos de arrastre (skid pans), estas distancias pueden ser de hasta varios kilómetros. Lo anterior depende también de la disponibilidad de caminos para camiones y del costo de construcción de caminos, mayores distancias de extracción pueden justificarse. Por ser los animales lentos para caminar es que son bajas las distancias de extracción a las que pueden trabajar y, en general, las máquinas pueden trabajar sobre mayores distancias y, por lo tanto, las densidades de caminos que exigen son más bajas.

4.3 Pendientes

Los animales reducen fuertemente su rendimiento cuando la madera se debe extraer hacia arriba, de allí la importancia de una adecuada planificación de caminos, que reduzca la extracción hacia arriba. Pendientes fuertes (25 %) pueden sobrepasarse pero en tramos cortos, dependiendo también de la carga que estén llevando. Las pendientes favorables también son limitantes si son fuertes, debido a que los animales son más susceptibles a sufrir accidentes. Las mulas y caballos pueden trabajar en pendientes favorables más fuertes que los bueyes. Sin considerar la carga transportada, animales y tractores pueden trabajar en un ámbito de pendiente similares.

4.4 Tipo de suelo

Tanto el tipo de suelo como la humedad del mismo son importantes al considerar la extracción de madera con animales, debido a que la resistencia al arrastre aumenta o disminuye de acuerdo al tipo de suelo. Un suelo pedregoso seco ofrece de dos a tres veces más resistencia que un suelo arcilloso húmedo. El contenido de humedad unido a la capacidad de carga del suelo, pueden limitar el uso de maquinaria (pantanos, zonas bajas), los búfalos y bueyes pueden trabajar en condiciones limitantes donde sería necesaria maquinaria muy especializada y costosa. Por otro lado, suelos pedregosos reducen los rendimientos de los animales al lastimarles más frecuentemente las patas.

4.5 Volúmenes a explotar

Debido a la baja producción horaria cuando se les compara con algunas máquinas, los animales se adaptan mejor a empresas individuales pequeñas, que, por ejemplo, no necesiten más de 10 yuntas de bueyes para obtener sus necesidades de producción. Lo anterior se debe a que conforme aumenta el número de animales pueden presentarse problemas para suministrar su alimentación y cuidados.

Por lo tanto podemos concebir el uso de animales a nivel de pequeños empresarios que pueden trabajar en su bosque o vender sus servicios de extracción a otras empresas mayores. La formación de tales empresas es una alternativa para aumentar los ingresos familiares. Esto es posible con animales, debido a la baja inversión que requieren en comparación con otros medios mecánicos. Por ejemplo, en Costa Rica, una yunta de bueyes entrenada y equipada para trabajar necesita un 5% de la inversión necesaria para adquirir un tractor de orugas pequeño de 70 a 90 caballos de fuerza (Cordero 1985). Los costos más bajos hacen que el sistema de extracción con animales sea accesible a mayor número de personas.

Cuando se usan animales, las pistas de extracción son más angostas, afectándose menor porcentaje del área y manteniendo la mayor parte del bosque para producción. La compactación y remoción del suelo que causan es mínima comparada a la causada por maquinaria y además por la baja velocidad a que viajan se puede utilizar en explotaciones selectivas, ya que es posible evitar daños que durante el arrastre sufren los árboles residuales. Cordero (1985) presenta en su informe comparaciones entre los daños causados por tractores de oruga y los causados por bueyes al hacer la extracción de productos del bosque.

5. Limitaciones en el uso de bueyes para extracción forestal

Los animales al igual que cualquier máquina o método de extracción tienen ventajas y desventajas, así como condiciones óptimas con las cuales se pueden obtener los mejores beneficios.

5.1 Ventajas de uso de bueyes

A continuación se discuten algunas de las ventajas que implica el uso de tracción animal:

- a) Alteración mínima del ambiente natural. Debido a que las pistas de arrastre son angostas y generalmente lo único que se requiere es hacer el rozo de la vegetación presente en la pista, sin necesidad de hacer movimiento de tierra, la alteración que sufre el medio (suelo y bosque) es mínima.

La remoción del suelo que se hace es mínima ya que de por sí, el método así lo exige, pues entre más suelo se remueva menor es el rendimiento que se obtiene de los animales. Por otra parte, la porción del suelo que es removida es sólo los 10 - 15 cm superiores, lo cual puede favorecer la regeneración natural al exponerse al suelo mineral. En las pistas de arrastre principales sobre las cuales se hacen más de 100 - 125 ciclos, la remoción del suelo puede llegar hasta 20 cm.

Debe hacerse notar que aunque se remueva, el suelo es apenas transportado unos pocos metros, reduciéndose el efecto negativo.

Aún cuando la presión que sobre el suelo ejercen los animales, es mayor que la que ejerce una máquina, el efecto que causan los animales es mínimo porque el área que necesitan para desplazarse es menor.

Finalmente, por la baja velocidad a la que viajan, los daños que causan a otros árboles son mínimos y fácilmente evitables. Lo anterior es especialmente importante cuando se realizan explotaciones selectivas, se extraen productos de raleos o hay presencia de regeneración natural y árboles jóvenes que tienen potencial y deben protegerse.

- b) Simplicidad. La construcción, uso y mantenimiento de los equipos utilizados es simple. Lo anterior facilita que la extracción con animales pueda ser utilizada por personas con niveles bajos de especialización. La simplicidad de los métodos facilita la comprensión rápida y la aplicación casi inmediata.
- c) Costo de inversión. La inversión necesaria para operar con animales, es apenas alrededor de un cinco por ciento de lo que se necesita. Lo mismo sucede con los costos de operación. Si bien es cierto que la producción de la máquina también va a ser mayor que la de los animales, al determinar el costo por metro cúbico producido será menor cuando se usan animales. Al requerir los animales menos capital, el método se hace accesible a mayor cantidad de personas.
- d) Adaptabilidad. Es un sistema de extracción que permite arrastrar, económicamente, productos forestales de diferentes dimensiones, desde trozas grandes y pequeñas, hasta postes de todo tamaño y leña. En este sentido las máquinas son más especializadas, y un mismo tipo de máquina, difícilmente permite tanta variabilidad en los productos a extraer. Las máquinas adaptadas

para la extracción de productos con dimensiones grandes, conforme disminuye el tamaño de los mismos, disminuye la producción y aumentan los costos.

- e) **Versatilidad.** La tracción animal permite con unas pocas adaptaciones y bajo costo, cumplir con otras labores como preparación del terreno para la siembra y el transporte.
- f) debido a la facilidad y al bajo costo con que pueden transportarse de un lugar a otro, pueden desplazarse a áreas en las que el volumen de trabajo es bajo.
- g) **Menor Infraestructura.** El uso de tracción animal requiere de menos infraestructura, lo cual disminuye los costos y la inversión.

Por ejemplo, no es necesario contar con talleres y personal especializado como mecánicos, tampoco de camiones o tanques para combustible; exige que hayan pastos o corrales, los cuales de por sí generalmente ya están establecidos para uso general de la ganadería.

5.2 Desventajas del uso de bueyes

Entre las desventajas más sobresalientes están las siguientes:

- a) Se les debe dar mantenimiento aún cuando no estén trabajando. Lo anterior significa que la mayoría de los costos son fijos. Esto puede significar un día más de trabajo por semana.
- b) Su producción horaria es baja si se compara con otros métodos como winchas o tractores, aunque la producción se puede equilibrar sencillamente aumentando el número de yuntas. Por lo anterior, el uso de animales se adapta mejor a empresas o productores pequeños.
- c) Es necesario que entre los bueyes y su operador se establezca una relación de "amistad" para que ambas partes se beneficien, el uno con la extracción de los productos y los animales recibiendo un buen cuidado.
- e) Si el sotobosque es denso, se necesita la construcción previa (rozo) de las vías de extracción.
- f) Exige mayor esfuerzo físico de parte del bueyero y su ayudante, en comparación con el uso de tractores.

En general debido al bajo costo horario de los bueyes y a su versatilidad, son posiblemente la mayor alternativa con que se cuenta en países subdesarrollados para extraer productos del bosque. Es regla general que conforme disminuye el tamaño de la carga a transportar, disminuye el rendimiento y aumentan los costos de producción. Este es el caso que se presenta en el aprovechamiento de árboles para leña o la extracción de productos de raleos.

Aunque los animales tienen baja capacidad de carga, raramente extrayendo este tipo de productos se utilizará toda la capacidad de los animales.

Por esto casi siempre será necesario trabajarlos en reunión con el uso de fuerza humana.

El esquema de trabajo debe incluir una agrupación de 5 a 10 árboles, dependiendo del tamaño de los mismos, para luego extraer estos grupos o montones de árboles con los bueyes. Este esquema parte del supuesto de que la extracción debe realizarse sobre distancias mayores a 50 m. Esto debido a que para distancias menores posiblemente la mejor alternativa sea sencillamente hacer la extracción con fuerza humana. Sin embargo, con productos que por su tamaño no pueden manejarse con fuerza humana, tendrán que utilizarse bueyes aunque sea para trasladarlos solo 10 ó 20 metros.

6. Uso del "yankee yarder"

Aunque a nivel de plantaciones de árboles de uso múltiple, es muy poco probable que se presenten condiciones en las cuales no se puedan extraer los productos con bueyes o con fuerza humana, se presentan en este capítulo y en el siguiente dos alternativas de equipo mecánico para arrastrar productos del bosque.

El "yankee yarder" es un winche portátil montado sobre un trineo, accionado por un motor de 3,5 u 8 hp. Utiliza una reducción de 6 a 1 y la tracción se transmite por medio de fajas en "V".

Debido a lo simple que es, el mantenimiento que requiere es mínimo. Su costo en EEUU es entre \$1 400 y \$900. Debido a que la mano de obra es mucho más barata aquí, es posible que su costo en Costa Rica sea más bajo. Puede construirse en cualquier taller que tenga facilidades mínimas, principalmente de soldadura.

El sistema utiliza poleas para ejercer la tracción desde una mejor posición, así como para cambiar las direcciones de arrastre sin necesidad de cambiar la posición de la máquina.

Sin importar el sistema de extracción que se utilice, las operaciones de corta y troceo y, especialmente, la dirección de caída de los árboles, puede hacer más fácil o más difícil las labores de arrastre.

El sistema de extracción con el "yankee yarder" es especialmente sensible a este aspecto y la corta debe planificarse bien y dirigirse la caída de los árboles para facilitar el arrastre.

Es preferible que los árboles cortados formen una "espina de pescado" con respecto a las pistas de arrastre. En las Figuras 1 a 3 se presentan algunos esquemas que muestran los principios para utilizar el "yankee yarder".

Este sistema de extracción es de especial aplicación para la extracción de árboles pequeños como los obtenidos de plantaciones de árboles de uso múltiple. Su simplicidad de construcción y de operación lo hacen factible de utilización bajo nuestras condiciones.

Este winche permite que la extracción de trozas o árboles sobre distancias de hasta 100 metros y se han reportado rendimientos de entre 14 y 21 m³ en una jornada de ocho horas con árboles de diámetro promedio de 20 cm.

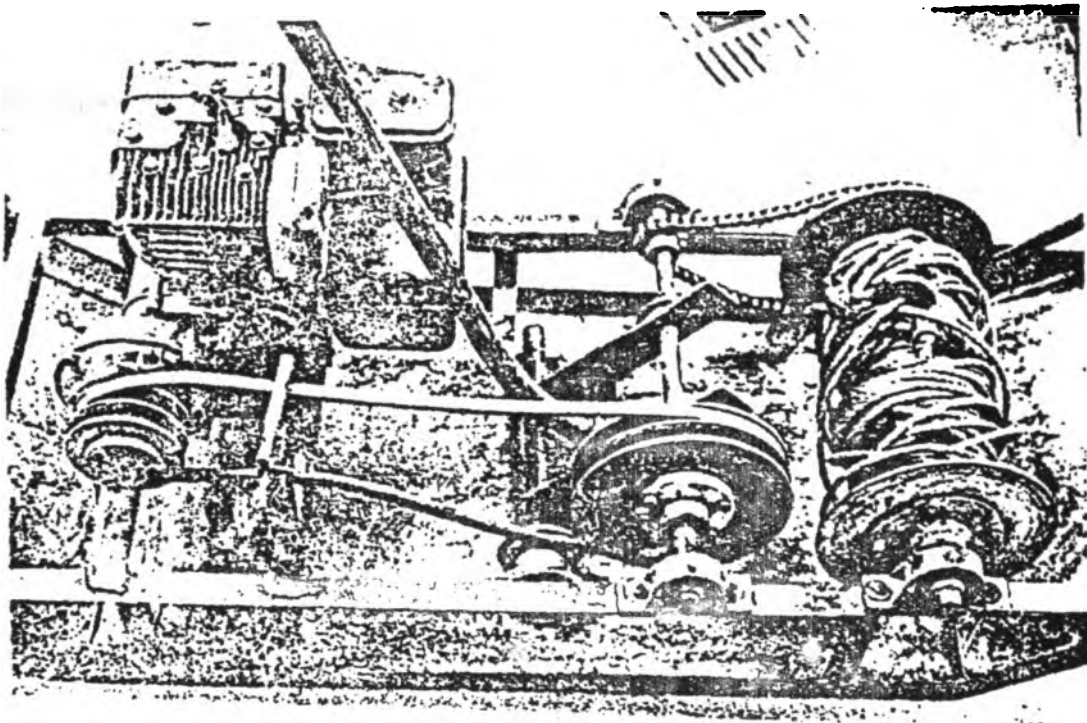
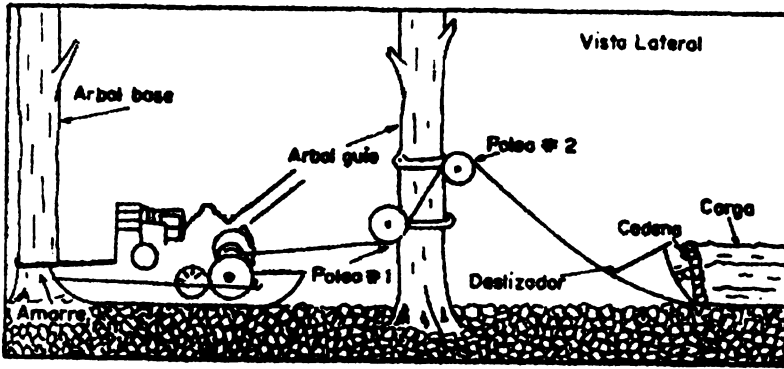
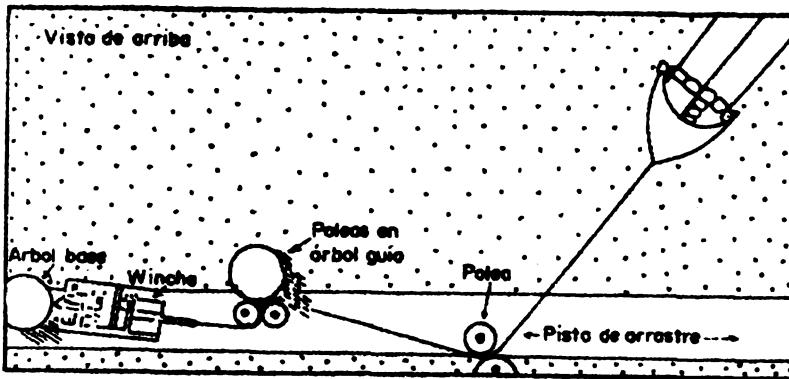


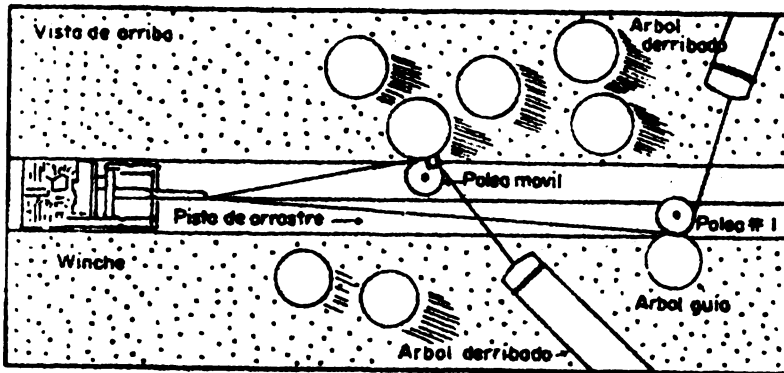
Figura 1. " Yankee Yarder "



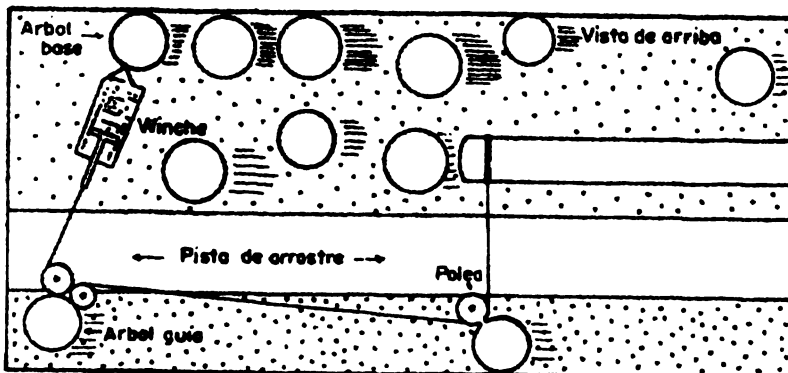
Las poleas se utilizan para dirigir el cable, y para reducir el jalón en el winche.



El derribo direccional reduce la distancia de arrastre, y facilita la operación de junta.

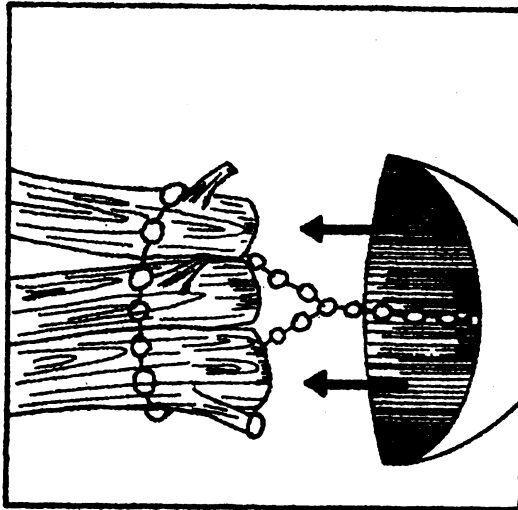


Al cambiar de posición las poleas, permite la extracción de ambos lados del camil de arrastre del winche sin tener que mover la máquina.

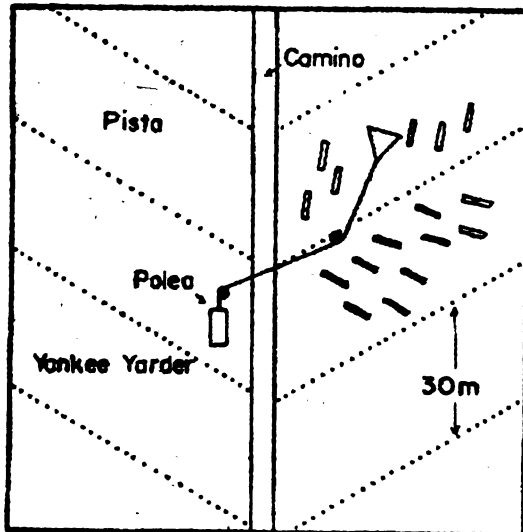


Para evitar que los árboles queden apoyados sobre el tocón cuando se desplazan lateralmente, se puede utilizar otra polea.

Figura 2. Sistemas de operación del "Yankee Yarder"

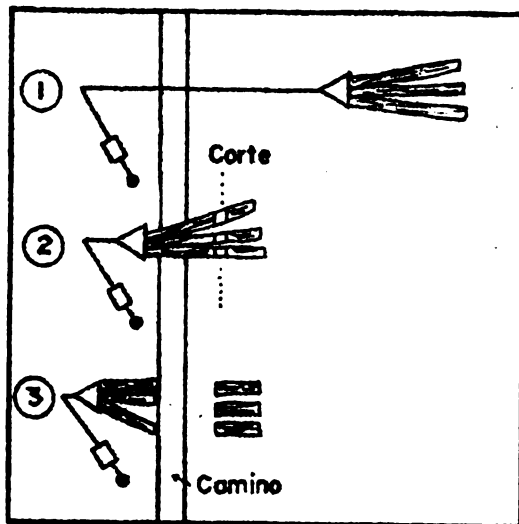


Derribando de tal manera que sea posible jalar desde la base de los árboles, permite obtener mayores cargas, reducir las distancias de arrastre y menor daño al rodal residual. Cuando se hace el desrreme de los troncos, se debe dejar cuando menos un muñon para evitar que se deslice la cadena. El uso de un deslizador cónico previene que la carga se atore en los tocones o las irregularidades del terreno. Esto es importante, especialmente cuando se arrastran troncos de pequeñas dimensiones.



Antes del derribo se debe planear cuidadosamente la localización de las pistas de arrastre, lo que reducirá el trabajo necesario durante la junta y el arrastre. Las pistas deben adoptar el patrón de "espina de pescado", partiendo de el camino principal. También, los árboles deben ser derribados en una dirección tal que permita extraerlos con facilidad.

Se utilizan poleas para redirigir el paso del cable del winche



Las pistas de arrastre pueden también ser localizadas perpendicularmente al camino principal. Las trozas de longitud total del árbol se arrastran al camino y se cortan al tamaño deseado, dejando la parte basal en una pila en un lado de el camino. La parte terminal se arrastra hasta el otro lado del camino y se arrastra, creando una segunda pila. Si se desca la sección media del fuste se puede depositar en una tercera pila sobre el camino. Este sistema reduce grandemente el trabajo de apilamiento y la necesidad de utilizar patios de acopio muy grandes. De cualquier manera, las pilas deben de estarse extrayendo constantemente por camión.

Figura 3. Planee su método de trabajo

7. Uso del tractor agrícola en extracción forestal

El tractor agrícola es posiblemente la máquina más grande que puede justificarse para su uso en el aprovechamiento de plantaciones. También, posiblemente resulte en el método de extracción más costoso y que exija la mayor inversión.

El tractor agrícola se caracteriza por los múltiples usos que puede tener, por lo que no necesariamente debe adquirirse o mantenerse trabajando exclusivamente en extracción forestal. Tiene la ventaja de que además de servir para la extracción puede servir con una carreta para el transporte de productos hasta distancias de 10 km.

Sin embargo, por ser una máquina diseñada para uso agrícola, necesita una serie de adaptaciones o modificaciones para poder utilizarse en extracción forestal de manera segura y eficiente.

Entre las principales adaptaciones que deben hacerse están:

- a) Winche: Hay varios tipos de winches contruidos especialmente para usarlos en tractores agrícolas. Estos winches se acoplan directamente a la toma de fuerza de los tractores (PTO) y además de realizar la extracción vienen equipados con una extensión que permite utilizarlos para cargar y descargar trozas.
- b) Equipo de protección para las máquinas: Estos equipos lo que buscan es proteger algunas partes de la máquina de daños que puedan causar ramas o árboles. Dentro de esto se incluyen los blindajes en las partes inferiores del tractor para proteger el motor, la transmisión y el eje delantero. El radiador debe ser cubierto por una malla resistente. Las válvulas de las llantas deben ser protegidas soldando un pedazo de tubo de cañería de 5 cm de diámetro a su alrededor. Los lados del motor deben también ser cubiertos por una malla resistente.
- c) Equipo de protección para el operador: Esto se refiere a la necesidad de que el tractor cuente con una cabina (ROPS) que proteja al operador en caso de que la máquina vuelque. Esta cabina debe como mínimo soportar el peso de la máquina. La cabina debe estar cubierta por una malla resistente para reducir la posibilidad de que una rama llegue hasta el operador.
- d) Cadena para las llantas: Los tractores agrícolas se caracterizan en general por su baja capacidad de tracción. El uso de cadenas de acero en las llantas además de aumentar la tracción protegen las llantas de rasgaduras que pueden causar tocones o piedras.
- e) estabilidad de la máquina: En general los tractores agrícolas son menos estables que los tractores forestales de llantas (skidders) o los tractores de oruga. Para aumentar su estabilidad (y tracción) es conveniente que las llantas se llenen de aire y con agua. También algunos tractores tienen la ventaja de que los ejes delanteros pueden "abrirse" quedando más anchos. También se puede colocar los aros traseros "hacia afuera", aumentándose también así el ancho de la máquina.

7.1 Esquema de trabajo

Al igual que con el "yankee yarder" la utilización del tractor de llantas exige una buena planificación previa de la extracción, sobre todo en lo que se refiere a la dirección

de caída de los árboles y a las vías de extracción. Es importante que los árboles formen con las vías de extracción una "espinas de pescado".

Dependiendo del producto que se desee obtener se pueden extraer fustes completos o trozas. La extracción de árboles completos tiene la ventaja de que el troceo se realiza en el patio y ello permite una mejor selección de los productos a obtener. Por otra parte el método también permite llenar mejor la capacidad de carga de la máquina.

La segunda alternativa es mejor cuando se requiere extraer un solo producto de los árboles. Por ejemplo, postes. Tiene también la ventaja de que requiere patios de carga más pequeños. En el primer caso se genera más material de desecho que ocupa más espacio en el patio de carga.

Ole-Meilude (1985) reporta rendimientos de entre 2.16 y 4.11 m³/hora programada de trabajo, cuando se extrajeron árboles producto de raleos de plantaciones de *Cupressus lusitanica* y *Pinus patula*. Las plantaciones tenían 10 y 14 años respectivamente y las distancias de extracción variaron entre 71 y 89 metros.

Por otra parte Octavo (1984) reporta rendimientos de 8.23 m³/hora cuando se extrajeron en Chile trozas para aserrío sobre una distancia de 70 metros.

Los rendimientos reportados varían dependiendo de las distancias de extracción y la carga transportada por ciclo, principalmente.

8. Conclusión general

Los problemas que tienen que resolverse para llevar a cabo la extracción de productos de plantaciones forestales son mucho más simples que los que implica el aprovechamiento de bosques naturales.

Posiblemente el factor que hace más simple esta actividad es el tamaño de los productos a extraer, que en muchas ocasiones hasta pueden ser transportados usando solamente fuerza humana. Estos productos pequeños eliminan la necesidad de utilizar maquinaria pesada.

La utilización de métodos simples vienen a beneficiar también el ambiente ya que se disminuyen los daños causados al suelo, o la calidad del agua y a los árboles remanentes.

El sistema de extracción utilizado debe garantizar que los árboles remanentes queden en buenas condiciones para seguir creciendo y produciendo.

El aprovechamiento forestal tiene generalmente el objetivo de generar beneficios económicos y la buena planificación y escogencia del sistema de extracción se reflejará en la cantidad de beneficios económicos que se obtengan.

Es posible afirmar que para las condiciones presentes en Centro América, la utilización de tracción animal (bueyes) son la mejor alternativa para extraer productos de plantaciones forestales. Este método de extracción además de ser barato causa pocos daños al ambiente.

9. Bibliografía

- CORDERO, W. 1988. "Ox-logging traditional methods used in Costa Rica". University of Agricultural Sciences (Suecia). Small Scale Forestry No. 1/88. s.n.p.**
- CORDERO, W. 1988. Aprovechamiento Forestal. Programa de Educación Continuada. Cartago, C.R., ITCR. s.n.p.**
- CORDERO, W. 1985. "Directrices para la extracción forestal con bueyes". Proyecto de Manejo Recursos Naturales de la Selva Central. Tropical Science Center. Informe Técnico TSC-020-C. s.n.p.**
- OLE-MEILUE, R. 1985. "Comparison of farm tractor and manual sulky for harvesting plantation thinnings" In: Workshop on Operational Efficiency, work study and ergonomics in forestry. (Olmotony, United Republic of Tanzania). [Proceedings]. s.n.t., s.n.p.**
- OCTAVO, E 1984. "Extracción de trozas mediante bueyes y tractores agrícolas". Estudio FAO Montes No. 49. s.n.p.**
- PETERS, D. 1984. "Extracting wood with the yankee yarder". Canadian Forestry Service. Development Notes No. 7. s.n.p.**

Actualmente existe en la región un vacío casi total en cuanto a profesionales capacitados en manejo de plantaciones de AUM ya sea que se trate de plantaciones en bloque, plantaciones mezcladas con cultivos, huertos familiares o árboles individuales, lo que hace necesario diseñar opciones de capacitación que respondan a esta necesidad. Además, las instituciones forestales han manifestado interés por la capacitación del personal técnico en el campo de los AUM. Por tanto, el presente curso pretende llenar estas necesidades.

3. IMPORTANCIA DEL CURSO

El curso está diseñado para contribuir a solucionar el problema de falta de personal capacitado en silvicultura y manejo de AUM en la región centroamericana. Pretende brindar los elementos metodológicos necesarios para conocer, diseñar y aplicar técnicas silviculturales de manejo de AUM en las condiciones de los pequeños y medianos agricultores de la región.

4. PROPOSITOS DEL CURSO

Los propósitos del curso son:

1. Favorecer el desarrollo e iniciación de programas de plantación de especies de AUM en la región, mediante la capacitación del personal técnico necesario para la identificación, planificación, manejo y seguimiento de proyectos con estas especies.
2. Brindar conocimientos actualizados sobre el establecimiento y manejo de AUM, ofreciendo como producto los resultados de las investigaciones realizadas por los Proyectos Leña y Madeleña, con las especies prioritarias.
3. Desarrollar habilidades para la identificación, diseño y aplicación de técnicas silvícolas, adecuadas a las especies de AUM prioritarias, sitios y condiciones socioeconómicas de América Central.
4. Promover actitudes que permitan la identificación de proyectos con especies de AUM, tendentes a mejorar las condiciones socioeconómicas de los pequeños y medianos agricultores y la industria rural del área centroamericana.

5. OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Se espera que al finalizar el curso, los participantes sean capaces de diseñar, planificar y ejecutar programas para la selección, producción en vivero, establecimiento, manejo y cosecha de plantaciones de especies forestales de uso múltiple con especial énfasis en las especies prioritarias del Proyecto Madeleña.

6. TEMARIO

Unidad número	Nombre	Objetivo	Contenido
1	Introducción	Introducir a los participantes en la problemática de reforestación en América Latina con énfasis en América Central.	1.1 Problemática de la reforestación en América Latina. 1.1.1 Tenencia de la tierra 1.1.2 Política y legislación forestal 1.1.3 Limitantes socioculturales 1.1.4 Educación forestal 1.2 Bosques naturales vs. plantaciones 1.3 Tipos de plantaciones
2	Bases ecológicas para el manejo de plantaciones.	Conocer los fundamentos ecológicos para el establecimiento, manejo, aprovechamiento y regeneración de plantaciones.	2.1 Factores ambientales 2.2 Autoecología 2.3 Sinecología 2.4 Dinámica de rodales.
3	Objetivos de las plantaciones con AUM	Conocer los factores que influyen en la definición de los objetivos de las plantaciones, selección de áreas y selección de especies.	3.1 Estudios de mercado y necesidades de AUM 3.2 Categorías de productos de AUM 3.3 Selección de áreas 3.4 Selección de especies y procedencias
4	Semillas	Conocer la problemática sobre la disponibilidad y manejo de semilla mejorada en la región.	4.1 Necesidades de semilla mejorada en la región 4.2 Rodales semilleros 4.3 Huertos semilleros 4.4 Recolección, beneficio de semillas
	Laboratorio	Conocer prácticas de manejo de semillas de las especies prioritarias.	Visita al Banco de Semillas
5	Viveros	Conocer y utilizar técnicas de producción de plántulas en vivero.	5.1 Tipos de vivero 5.2 Selección de sitios para vivero 5.3 Diseño de viveros 5.4 Producción y distribución de plantas 5.5 Plagas y enfermedades 5.5.1 Coníferas 5.5.2 Latifoliadas
	Laboratorio	Conocer prácticas de vivero para especies de AUM.	Visita al vivero forestal de ESNACIFOR
6	Plantación	Definir los factores importantes en el establecimiento de plantaciones con AUM.	6.1 Factores para selección de sitios 6.2 Técnicas para preparación de sitios 6.3 Espaciamiento inicial 6.4 Técnicas de plantación incluyendo siembra directa 6.5 Cuidados iniciales
7	Manejo silvicultural	Conocer las técnicas que optimicen el rendimiento de plantaciones con especies de AUM.	7.1 Crecimiento 7.2 Calidad de estación 7.3 Fertilización 7.4 Protección 7.4.1 Incendios 7.4.2 Plagas y enfermedades 7.5 Intervenciones silvícolas 7.6 Métodos de ordenación
	Laboratorio	Realizar prácticas de manejo silvicultural de AUM.	Visita y realización de prácticas de raleo en plantaciones en INFOP en San Pedro Sula y La Lima, manejo de cercos vivos en Santa Rita, Yoro.

Unidad número	Nombre	Objetivo	Contenido
	Laboratorio	Realizar prácticas de manejo de rebrotes con una especie de uso múltiple.	Visita a plantación de <i>L. leucocephala</i> en Lejamaní, Comayagua.
8	Aprovechamiento de plantaciones	Conocer y aplicar las técnicas de aprovechamiento en plantaciones.	8.1 Planificación del aprovechamiento 8.2 Técnicas de aprovechamiento 8.3 Equipos 8.4 Clasificación de productos AUM 8.5 Cuantificación de productos de AUM 8.6 Extracción y transporte 8.7 Principios de ergonomía
9	Regeneración de plantaciones	Conocer, diseñar y aplicar técnicas de regeneración.	9.1 Regeneración natural 9.2 Regeneración artificial y manejo de rebrotes
10	Temas complementarios	Ampliar el conocimiento sobre los temas básicos.	Asocio de <i>E. camaldulensis</i> con maíz Experiencias con <i>M. scabrella</i> en COS <i>A. mangium</i> en PAN Experiencias con <i>E. camaldulensis</i> en PAN Experiencias con <i>G. ulmifolia</i> en PAN Manejo de <i>Glicridia</i> en vivero Manejo de <i>Gmelina</i> en vivero Plantaciones asociadas a cultivos Raleos en <i>C. lusitanica</i> Aclareos en <i>P. caribaea</i> Planes de manejo plantaciones AUM

7. METODOLOGIA Y RECURSOS A UTILIZAR

Se utilizará exposiciones orales sobre temas básicos, discusiones y mesas redondas con los participantes, así como asignación de responsabilidades por grupos para obtener como producto del curso: a) Un documento que compendie los conocimientos de los participantes sobre las 14 especies prioritarias del Proyecto (*Bombacopsis quinatum*, *Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Tectona grandis*, *Acacia mangium*, *Caesalpinia velutina*, *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. saligna*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa scabrella*, *Glicridia sepium*, *Guazuma ulmifolia*). b) Un documento sobre metodologías para producción en vivero, prácticas de plantación, raleos y prácticas de manejo para las especies prioritarias.

Recursos: Proyector de diapositivas y acetatos, papelógrafo y microcomputadora.

8. CRONOGRAMA

Lunes 8

06:00 - 07:45	DESAYUNO	
08:00 - 09:30	Inauguración	Gerente COHDEFOR Director ESNACIFOR
09:30 - 10:00	CAFE	
10:00 - 12:00	1.1. Problemática de Reforestación en América Latina y CA/P	José Flores R.
12:00 - 14:00	ALMUERZO	
14:00 - 15:30	2.1. Factores ambientales	I. Hutchinson
15:30 - 16:00	CAFE	
16:00 - 17:00	2.2. Autocología	I. Hutchinson
17:00 - 18:00	Asocio <i>Eucalyptus camaldulensis</i> - maíz	H.Franco
18:00 - 19:30	CENA	

Martes 9

06:00 - 07:45	DESAYUNO	
08:00 - 09:15	2.3. Sincología + 2.4. Dinámica de rodales	I.Hutchinson
09:15 - 10:00	CAFE	
10:00 - 12:00	Experiencias de <i>Mimosa scabrella</i> en COS	W. Picado
12:00 - 14:00	ALMUERZO	
14:00 - 15:30	1.2. Bosques naturales vs. plantac.	J. Bauer
15:30 - 16:00	CAFE	
16:00 - 18:00	1.3. Tipos de plantaciones	J. Bauer
18:00 - 19:30	CENA	

Miércoles 10

06:00 - 07:45	DESAYUNO	
08:00 - 09:30	3.1 Estudios de mercado y necesidades de AUM	J.Bauer
09:30 - 10:00	CAFE	
10:00 - 12:00	3.2. Categorías de productos de AUM	J.Bauer
12:00 - 14:00	ALMUERZO	
14:00 - 15:30	3.3. Selección de áreas	J.Bauer
15:30 - 16:00	CAFE	
16:00 - 18:00	3.4. Selección de especies y procedencias <i>Acacia mangium</i> en Panamá	R.Salazar B.Morán
18:00 - 19:30	CENA	

Jueves 11

06:00 - 07:45	DESAYUNO	
08:00 - 09:30	4.1. Necesidad de semilla mejorada en la Región	R.Salazar
09:30 - 10:00	CAFE	
10:00 - 12:00	4.2. Rodales semilleros	R.Salazar
	4.3. Huertos semilleros	R.Salazar
12:00 - 14:00	ALMUERZO	
14:00 - 15:30	4.4. Recolección y beneficio de semillas	O.Ochoa
15:30 - 16:00	CAFE	
16:00 - 18:00	Visita al Banco de semillas	O.Ochoa
	<i>Guazuma ulmifolia</i> en PAN	S.Sutherland
18:00 - 19:30	CENA	

Viernes 12

06:00 - 07:45	DESAYUNO	
08:00 - 09:30	5.1. Tipos de vivero	F.Rojas
	5.2. Selección sitios de viveros	F.Rojas
09:30 - 10:00	CAFE	
10:00 - 12:00	5.3. Diseño de viveros	F.Rojas
12:00 - 14:00	ALMUERZO	
14:00 - 15:30	5.4. Producción y distribución de plántulas	J.Chi-Ham
15:30 - 16:00	CAFE	
16:00 - 18:00	5.5. Plagas y enfermedades	
	5.5.1. Coníferas	J.Chi-Ham
	5.5.2. Latifoliadas	F.Rojas
	Manejo de <i>Gliricidia sepium</i> en vivero	J.Cáliz
	Manejo de <i>Gmelina arborea</i> en vivero	E.Rodríguez
18:00 - 19:30	CENA	

Sábado 13

06:00 - 07:45	DESAYUNO	
08:00 - 11:00	Visita al vivero de ESNACIFOR	J.Chi-Ham
11:00 - 18:00	Visita a Lejamani: plantaciones	R.Ordoñez
	<i>Leucaena leucocephala</i> , manejo rebrotes producción varas para hortalizas	J.Calix

Lunes 15

06:00 - 07:45	DESAYUNO	
08:00 - 09:30	6.1. Factores selección de sitios	H.Martínez
09:30 - 10:00	CAFE	
10:00 - 12:00	6.2. Técnicas preparación de sitios	H.Martínez
12:00 - 14:00	ALMUERZO	
14:00 - 15:30	6.3. Espaciamiento	M.Musálem
15:30 - 16:00	CAFE	
16:00 - 18:00	6.4. Técnicas de plantación y siembra	R.Herrera/ D.Morán
	6.5. Cuidados iniciales	R.Herrera/ D.Morán
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> en PAN	C.Vargas
18:00 - 19:30	CENA	

Martes 16

06:00 - 07:45	DESAYUNO	
08:00 - 09:30	7.1 Crecimiento	D.Hughell
09:30 - 10:00	CAFE	
10:00 - 12:00	7.2 Calidad de estación	H.Martínez/ M.Musálem
12:00 - 14:00	ALMUERZO	
14:00 - 15:30	7.3 Fertilización	H.Zambrana
15:30 - 16:00	CAFE	
16:00 - 18:00	7.4 Protección 7.4.1 Incendios 7.4.2 Plagas	C.Alvarado K.D.Carlin
18:00 - 19:30	CENA	

Miércoles 17

06:00 - 07:45	DESAYUNO	
08:00 - 09:30	7.5 Intervenciones silviculturales	M.Musálem
09:30 - 10:00	CAFE	
10:00 - 12:00	Raleos en <i>Cupressus lusitanica</i>	P.M.Marconi/ O.Lazo
	Aclareos en <i>Pinus caribaea</i>	W.Picado
12:00 - 14:00	ALMUERZO	
14:00 - 15:30	7.6 Métodos de ordenación	M.Musálem
15:30 - 16:00	CAFE	

16:00 - 18:00	8.1 Planificación de aprov. 8.2 Técnicas de aprov. 8.3 Equipos	M.Alfaro M.Alfaro M.Alfaro
---------------	--	----------------------------------

18:00	Traslado a San Pedro Sula	
-------	---------------------------	--

Jueves 18

07:00 - 18:00	Visita al INFOP y Santa Rita: manejo plantaciones <i>Eucalyptus camaldulensis</i> y <i>Leucaena leucocephala</i> , manejo cercos vivos	
---------------	--	--

18:00	Traslado a ESNACIFOR	
-------	----------------------	--

Viernes 19

06:00 - 07:45	DESAYUNO	
---------------	----------	--

08:00 - 09:30	8.4 Clasificación productos de AUM 8.5 Cuantificación productos	H.Martínez R.Salazar
---------------	--	-------------------------

09:30 - 10:00	CAFE	
---------------	------	--

10:00 - 12:00	8.6 Extracción y transporte 8.7 Principios de ergonomía	M.Alfaro M.Alfaro
---------------	--	----------------------

12:00 - 14:00	ALMUERZO	
---------------	----------	--

14:00 - 15:30	9.1 Regeneración natural	M.Musálem
---------------	--------------------------	-----------

15:30 - 16:00	CAFE	
---------------	------	--

16:00 - 18:00	9.2 Regeneración artificial y manejo de rebrotes Planes de manejo AUM	M.Musálem F.Padilla
---------------	--	------------------------

18:00 - 19:30	CENA	
---------------	------	--

Sábado 20

06:00 - 07:45	DESAYUNO	
---------------	----------	--

08:00 - 09:30	Discusión general	H.Martínez/ M.Musálem
---------------	-------------------	--------------------------

09:30 - 10:00	CAFE	
---------------	------	--

10:00 - 11:00	Evaluación del curso	H.Martínez/ M.Musálem
---------------	----------------------	--------------------------

11:00 - 12:00	Clausura	H.Martínez/ M.Musálem Gerencia COHDEFOR Director ESNACIFOR
---------------	----------	---

12:00 - 13:30	ALMUERZO	
---------------	----------	--

14:00	Traslado a Tegucigalpa	
-------	------------------------	--

20:00	Cena clausura	Autoridades COHDEFOR
-------	---------------	----------------------

Domingo 21	Regreso a los países	
-------------------	-----------------------------	--

9. EVALUACION

Evaluación de tipo formativo, mediante informes escritos del trabajo en grupos. La evaluación general del curso se hará mediante un formulario especial diseñado al efecto.

10. CRITERIOS DE APROBACION

Asistencia mayor al 90% de las conferencias, a todas las prácticas de campo y entrega de los informes escritos en los plazos establecidos.

11. CERTIFICACION

Se extenderá certificado de participación a quienes hayan satisfecho los criterios de aprobación, utilizando el modelo de certificado oficial del CATIE.

12. BIBLIOGRAFIA

1. BURLEY, J.; WOOD, P.J. comps. 1979. Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. Commonwealth Forestry Institute (G.B.). Tropical Forestry Papers N°10 G 10 A. 64 p.
2. CANNON, P. 1981. Espaciamiento en plantaciones de *Eucalyptus*. Cartón de Colombia. Informe de Investigación N°73. 7 p.
3. CANNON, P. 1984. El problema de la marchitez del *E. globulus* en el Perú. Instituto Nacional Forestal y de Fauna (Perú). Documento de Trabajo N°1. 17 p.
4. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico N°86. 277 p.
5. CORDOBA, A. 1985. Predicción del crecimiento y rendimiento para plantaciones de *Pinus patula* en Colombia. Cartón de Colombia. Informe de Investigación N°101. 16 p.
6. CHAPMAN, G.W.; ALLAN, T.G. 1978. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales. Estudio de FAO: Montes N°8. 206 p.

7. EVANS, J. 1982. *Plantation forestry in the tropics*. s.l., Oxford University Press. 472 p.
8. FASSBENDER, H.W.; TSCHINKEL, H. 1974. Relación entre el crecimiento de plantaciones de *Cupressus lusitanica* y las propiedades de los suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia. *Turrialba, (C.R.)* 24(2):141-149.
9. GALLOWAY, G.; BORGO, G. 1983. *Manual de viveros forestales en la Sierra Peruana*. Lima, Perú, Instituto Nacional Forestal y de Fauna. 123 p.
10. GALLOWAY, G.; BORGO, G. 1984. *Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la Sierra Peruana*. Lima, Perú, Instituto Nacional Forestal y de Fauna. 144 p.
11. KEOGH, R.M. 1979. El futuro de la teca en la América Tropical. *Unasyuva (FAO)* 31(126):13-19.
12. LAMB, A.F.A. 1968. Artificial regeneration within the humid lowland tropical forest. *Unasyuva (FAO)* 22(4):7-15.
13. LAURIE, M. 1975. *Prácticas de plantación de árboles en la sabana africana*. FAO. Cuadernos de Fomento Forestal Nº19. 203 p.
14. LEMCKERT, J.D. 1979. *Instalación y manejo de viveros forestales*. San José, C.R. EUNED. 105 p.
15. LUNDGREN, B. 1980. *Plantation forestry in tropical countries-physical and biological potentials and risks*. *International Rural Development Studies Nº8*. 134 p.
16. SEDJO, R. 1983. *Comparative economics of plantation forestry*. s.l., EE.UU., Johns Hopkins Un. Press. 161 p.
17. SEDJO, R. 1983. *Análise dos métodos silviculturais adotados em florestas implantadas para a produção de energia*. In *Simposio sobre Florestas Plantadas nos Neotrópicos como Fonte de Energia*. (1983, Viçosa, M.G., Bra.) *Anais. Viçosa, M.G., Universidade Federal de Viçosa*. p. 79-96.
18. SIMOES, J.W.; BRAND, R.M. 1985. *Formação, manejo e exploração de florestas com especies de rápido crescimento*. s.l., Bra. IBDF. 131 p.
19. WADSWORTH, F. 1981. *Production of usable wood from tropical forests*. In *Golley, F.B, ed., 1983. Tropical rainforest ecosystems. A. Structure and fruction*. s.l., Holanda, Elsevier. (Ecosystems of the world.) V. 14 A, p. 279-288.
20. WEBB, D. 1983. *Guía y clave para seleccionar algunas especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales*. s.l., G.B., ODA. 275 p.

PARTICIPANTES

COSTA RICA	(1)	María de los Angeles Alfaro	UNA
	(2)	Elias Badilla	DGF
	(3)	Walter Picado	CATIE
	(4)	Emel Rodríguez	DGF
	(5)	Freddy Rojas	ITCR
	(6)	Manuel Gómez	CATIE
EL SALVADOR	(7)	Humberto Franco	CENREN
	(8)	Arnoldo Lazo	CENREN
	(9)	Pedro Miguel Marconi	CATIE
	(10)	Hugo Zambrana	CATIE
GUATEMALA	(11)	Gilberto Barrera	CUNOROC
	(11)	Rudy Herrera	CATIE
	(13)	Donal Morán	CATIE
	(14)	Francisco Padilla	INAFOR
	(15)	Carlos A. Hernández	ENCA
HONDURAS	(16)	Jorge Calix	COHDEFOR
	(17)	Rolando Ordóñez	CATIE
	(18)	Carlos Sandoval	COHDEFOR
	(19)	Noemi Calderón	COHDEFOR
	(20)	Jorge Chi Ham	ESNACIFOR
	(21)	Rigoberto Leonel Blanco	CURLA
(22)	Eladio Vásquez	COHDEFOR	
PANAMA	(23)	Blás Morán	CATIE
	(24)	Sebastián Sutherland	CATIE
	(25)	Carlos Vargas	INRENARE
INSTITUCIONES	(26)	Oscar A. Palacios M.	AID/GUA
	(27)	Ramiro M. Palacios V.	AID/GUA
	(28)	Augusto Recinos R.	AID/GUA

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y
ENSEÑANZA**

**PROGRAMA DE PRODUCCION Y DESARROLLO
AGROPECUARIO SOSTENIDO**

AREA DE PRODUCCION FORESTAL Y AGROFORESTAL

**PROYECTO: CULTIVO DE ARBOLES DE USO MULTIPLE
CATIE/ROCAP 596-0117**

CURSO: II CURSO CENTROAMERICANO DE
SILVICULTURA DE PLANTACIONES DE
ESPECIES DE ARBOLES DE USO MULTIPLE

CODIGO: C-21388

AREA: PRODUCCION FORESTAL Y AGROFORESTAL

RESPONSABLE: HECTOR MARTINEZ / MIGUEL A. MUSALEM

COORDINADOR ITCR: FREDDY ROJAS

COORDINADOR COS-DGF: WALTER PICADO

CARTA DESCRIPTIVA

I IDENTIFICACION

- I.1 Nombre del curso:** Silvicultura de plantaciones especies de árboles de uso múltiple
- I.2 Instructores:** H. Martínez, M. Musálem, R. Salazar, E. Rodríguez, E. Ortíz, W. Cordero, R. Zanotti, F. Rojas, R.de Camino E. Chavez, E. Somarriba.
- I.3 Fecha de realización:** 26 de junio al 9 de julio de 1988
- I.4 Horario:** 8:00 am a 6:30 pm
- I.5 Duración total:** 80 horas
- I.6 Lugar:** Liberia, Guanacaste, Costa Rica
- I.7 Requisitos:** Profesor universitario de cátedras de Silvicultura o Agroforestería
Técnicos de instituciones nacionales de CA/PA encargados de áreas de silvicultura y agroforestería
- I.8 Cupo:** 20
- I.9 Países:** Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica y Ecuador

II. FUNDAMENTACION

La difusión del cultivo de árboles de uso múltiple (AUM) en la región centroamericana hace necesario la unificación de conceptos y la consolidación de los conocimientos de los silvicultores en cuanto al manejo y tratamientos silviculturales adecuados para estas especies, tanto en las áreas donde trabajó el Proyecto Leña, como en las nuevas áreas incorporadas por el proyecto Madeleña, así como en aquellas áreas donde tradicionalmente se hace uso de estas especies, o en donde el interés nacional permite preveer el uso futuro de las mismas.

Actualmente existe en la región un vacío casi total en cuanto a profesionales capacitados en manejo de plantaciones de AUM ya sea que se trate de plantaciones en bloque, plantaciones mezcladas con cultivos, huertos familiares o árboles individuales, lo que hace necesario diseñar opciones de capacitación que respondan a esta necesidad. Además, las instituciones forestales han manifestado interés por la capacitación del personal técnico en el campo de los AUM. Por tanto, el presente curso pretende llenar estas necesidades. Por otro lado se hace necesario el fortalecimiento de los conceptos y la uniformización de criterios sobre programas de plantación con AUM, entre los capacitadores y encargados de los programas nacionales de plantaciones y agroforestería de los servicios forestales de los países como una forma de garantizar la realización y consolidación de acciones en el campo de AUM.

III. IMPORTANCIA DEL CURSO

El curso está diseñado para contribuir a solucionar el problema de falta de personal capacitado en silvicultura y manejo de AUM en la región centroamericana. Pretende brindar los elementos metodológicos necesarios para conocer, diseñar y aplicar técnicas silviculturales de manejo de AUM en las condiciones de los pequeños y medianos agricultores de la región.

IV. PROPOSITO DEL CURSO

- 1. Estimular el desarrollo de programas de plantación con especies de árboles de uso múltiple en América Central.**
- 2. Facilitar la actualización de conocimientos sobre la silvicultura de plantaciones con especies de árboles de uso múltiple.**
- 3. Desarrollar habilidades para la identificación, diseño y aplicación de técnicas silviculturales adecuadas a las especies, sitios y condiciones socioeconómicas de América Central.**

V. OBJETIVO DEL CURSO

Reforzar la capacidad regional de los capacitadores en silvicultura de plantaciones con especies de árboles de uso múltiple, para que posteriormente puedan diseñar y ofrecer cursos similares a nivel local y realizar investigación dentro de sus instituciones a nivel nacional.

VI. TEMARIO

VI.1 INTRODUCCION AL CURSO

Coordinador: Héctor A. Martínez H.
Miguel A. Musálem
Freddy Rojas
Walter Picado

OBJETIVOS

Propiciar el acercamiento entre participantes e instructores del curso.

Analizar objetivos y contenidos.

Identificar expectativas de los participantes.

CONTENIDOS

Presentación de instructores.

Presentación de participantes.

Presentación del curso.

Obtención de las expectativas de los participantes.

VI.2 MARCO REFERENCIAL: ANTECEDENTES SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA SILVICULTURA DE ESPECIES DE ARBOLES DE USO MULTIPLE EN LA REGION CENTROAMERICANA

Coordinador: Miguel Musálem, H. Martínez

OBJETIVOS

Ubicar a los participantes en el contexto de la silvicultura de plantaciones de especies de árboles de uso múltiple en la región centroamericana.

CONTENIDO

Antecedentes de la silvicultura de plantaciones de AUM en América central.

Situación actual de la silvicultura de AUM en la región: acciones futuras de los servicios forestales nacionales, del proyecto Madeleña y de otros proyectos en la región.

VI.3 SELECCION DE SITIOS PARA PLANTACIONES FORESTALES CON ESPECIES DE ARBOLES DE USO MULTIPLE EN LA REGION CENTROAMERICANA

Coordinador: Héctor A. Martínez H.

OBJETIVOS

Identificar los factores a tomar en cuenta y los métodos de selección de sitios para el establecimiento de plantaciones forestales con especies de AUM de acuerdo con las políticas nacionales de desarrollo, las expectativas de los servicios forestales nacionales y los intereses de los agricultores según los sistemas de plantación a utilizar.

CONTENIDO

Las políticas nacionales de desarrollo y la necesidad de planes nacionales de plantaciones, incluyendo especies de AUM.

Métodos y técnicas para el diagnóstico y zonificación de sitios para el establecimiento de plantaciones forestales con AUM.

Factores del sitio limitantes para el crecimiento de las especies de AUM, con énfasis en las especies prioritarias para América Central.

Implicaciones de la mala selección de sitios en el desarrollo de las masas forestales.

VI.4 SELECCION DE ESPECIES PARA PLANTACIONES FORESTALES

Coordinador: Miguel A. Musálem

OBJETIVOS

Evaluar los aciertos y/o problemas en la selección de especies forestales en general y de AUM en particular para programas de plantación.

CONTENIDO

Factores para la selección de especies.

Técnicas y metodologías cuantitativas para la selección de especies.

VI.5 ABASTECIMIENTO Y MANEJO DE SEMILLAS FORESTALES DE ESPECIES DE AUM

Coordinador: Rodolfo Salazar

OBJETIVOS

Definir las técnicas de selección y manejo de fuentes semilleras de especies de AUM.

CONTENIDO

Criterios para la selección de fuentes semilleras.

Abastecimiento de semillas forestales.

Manejo de semillas forestales.

VI.6 TECNOLOGIA DE VIVEROS FORESTALES

Coordinador: Emel Rodríguez y Freddy Rojas

OBJETIVOS

Identificar los factores que condicionan el manejo técnico de los viveros forestales.

CONTENIDO

Selección de sitios para vivero.

Manejo de viveros y producción intensiva de plantas.

VI.7 ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES

Cordinador: Rolando Zanotti

OBJETIVOS

Definir y analizar técnicas de establecimiento y factores que condicionan el éxito de plantaciones forestales.

CONTENIDO

Técnicas para el establecimiento de diferentes tipos de plantaciones forestales.

Organización para el establecimiento de plantaciones.

Tipos de planta, sistemas de plantación, asociaciones con cultivos agrícolas y sistemas agroforestales.

VI.8 MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES

Coordinador: Edgar Ortiz
Eduardo Somarriba
Miguel A. Musálem
Ronnie de Camino

OBJETIVOS

Conocer, analizar y mejorar las técnicas de manejo de plantaciones de AUM.

CONTENIDO

Técnicas de manejo de los diferentes tipos de plantaciones de AUM.

Técnicas de raleo y podas.

Control de crecimiento y calidad.

Manejo de rebrotes después de la primera rotación.

Programas de manejo de plantaciones de AUM.

VI.9 APROVECHAMIENTO DE PLANTACIONES DE AUM

Coordinador: William Cordero

OBJETIVOS

Conocer y mejorar las técnicas para el aprovechamiento de plantaciones de AUM.

CONTENIDO

Técnicas y métodos para optimizar el aprovechamiento de plantaciones de AUM.

Organización de un programa de aprovechamiento.

VII METODOLOGIA Y RECURSOS A UTILIZAR

El curso se realizará en sesiones de campo con análisis de casos sobre cada uno de los temas y una sesión de aula para discusión sobre los conceptos y aclaración de las dudas que hayan surgido durante la visita al campo.

Durante las sesiones de aula se pretende discutir a profundidad cada uno de los temas, así como evaluar la guía metodológica para la enseñanza de silvicultura de AUM en América Central que ha preparado el Proyecto.

VIII CRONOGRAMA

DOMINGO
26/06/88

13:00 - 17:00 Traslado de participantes a Liberia.
Salida del Aeropuerto Juan Santamaría.

18:00 - 21:00 Cena.

LUNES
27/06/88

06:00 - 07:30 Desayuno.

08:00 - 10:00 Apertura e inauguración
E. Casas
R. Valerio
S. Lobo

Sesión de introducción al curso.
M. Musalem

10:00 - 10:30 Café.

10:30 - 12:00 Discusión programa. Presentación del Proyecto.
HMartínez, MMusálem.

12:00 - 13:30 Almuerzo

14:00 - 15:30 Identificación expectativas del curso por participantes.
FRojas, WPicado.

15:30 - 16:00 Café.

16:00 - 18:30 Antecedentes, situación actual y perspectivas de la silvicultura
de AUM en América Central.
MMusálem, HMartínez.

19:00 Cena.

MARTES
28/06/88

06:00 - 07:00 Desayuno.

07:30 - 12:00 Salida al campo. Selección de sitios para plantaciones forestales
de AUM.
HAMartínez.

12:30 - 13:30 Almuerzo.

14:00 - 16:00 Discusión sobre selección de sitios.
Moderador: HAMartínez.

16:00 - 16:30 Café.
16:30 - 18:30 Continuación de discusión y análisis de casos.
19:00 Cena.

MIERCOLES
29/06/88

06:00 - 07:00 Desayuno.
07:30 - 12:00 Salida al campo. Selección de especies para plantaciones de AUM.
MAMusálem.
12:30 - 13:30 Almuerzo.
14:00 - 16:00 Discusión sobre selección de especies para plantaciones.
Moderador: MAMusálem.
16:00 - 16:30 Café.
16:30 - 18:30 La silvicultura de plantaciones de Monterrey Forestal MKanc.
19:00 Cena.

JUEVES
30/06/88

06:00 - 07:00 Desayuno.
07:30 - 12:00 Salida al campo. Abastecimiento y manejo de semillas de especies de AUM.
RSalazar.
12:30 - 13:30 Almuerzo.
14:00 - 16:00 Discusión sobre abastecimiento y manejo de semillas de AUM.
Los rodales semilleros y estrategias de mejoramiento.
Moderador: RSalazar.
16:00 - 16:30 Café.
16:30 - 18:30 El programa de mejoramiento de *Bombacopsis quinatum* en Monterrey Forestal.
M. Kanc.
19:00 Cena.

VIERNES
01/07/88

06:00 - 07:00	Desayuno.
07:30 - 12:00	Salida al campo. Tecnología y manejo de viveros de especies de AUM. E. Rodríguez y F. Rojas.
12:30 - 13:30	Almuerzo.
14:00 - 16:00	Discusión sobre viveros forestales para producción de AUM. Formas de producción a nivel comunal y familiar. Moderador: F.Rojas, E.Rodríguez.
16:00 - 16:30	Café.
16:30 - 18:30	Continuación de discusión y estudio de casos.
19:00	Cena.

SABADO
02/07/88

06:00 - 07:00	Desayuno.
07:30 - 12:00	Salida al campo. Establecimiento de plantaciones con de especies de AUM. JRZanotti. Discusión en sitio de visita. Ing. RGuerrero.
12:30 - 13:30	Almuerzo.
14:00 - 16:00	Discusión sobre diversas formas de establecimiento de plantaciones de AUM. Moderador: JRZanotti
16:00 - 16:30	Café.
16:30 - 18:30	Continuación de discusión y estudio de casos.
19:00	Cena.

DOMINGO
03/07/88

LIBRE

LUNES
04/07/88

06:00 - 07:00	Desayuno.
07:30 - 12:00	Salida al campo. Planificación y ejecución de podas y raleos en plantaciones con especies de AUM. EOrtiz.
12:30 - 13:30	Almuerzo.
14:00 - 18:00	Continuación trabajo de campo raleos y podas. EOrtiz.
19:00	Cena.

MARTES
05/07/88

06:00 - 07:00	Desayuno.
07:30 - 12:00	Salida al campo. Manejo de rebrotes en plantaciones con de especies de AUM. MMusálem.
12:30 - 13:30	Almuerzo.
14:00 - 16:00	Discusión sobre raleos y podas. Moderador: EOrtiz.
16:00 - 16:30	Café.
16:30 - 18:30	Presentación sobre autorralco. Eduardo Somarriba.
19:00	Cena.

MIÉRCOLES
06/07/88

06:00 - 07:00	Desayuno.
07:30 - 09:30	Discusión sobre manejo de rebrotes y otras formas de manejo después de primera rotación en plantaciones con especies de AUM. Moderador: MMusálem.
09:30 - 10:00	Café.
10:00 - 12:00	Continuación de discusión y estudio de casos.
12:30 - 13:30	Almuerzo.

14:00 - 16:00 Programa de manejo de plantaciones de AUM desde una perspectiva económica. Importancia para los países en desarrollo. RdeCamino.

16:00 - 16:30 Café.

16:30 - 18:00 Discusión y estudio de casos. Moderador: RdeCamino.

19:00 Cena.

**JUEVES
07/07/88**

06:00 - 07:00 Desayuno.

07:30 - 12:00 Salida al campo. Aprovechamiento de plantaciones de especies de AUM. WCordero.

12:30 - 13:30 Almuerzo

14:00 - 16:00 Discusión sobre aprovechamiento y productos de AUM. Moderador: WCordero.

16:00 - 16:30 Café.

16:30 - 18:30 Continuación de discusión y estudio de casos.

19:00 Cena.

**VIERNES
08/07/88**

06:00 - 07:00 Desayuno.

07:30 - 09:30 Discusión y Conclusiones.

09:30 - 10:00 Café.

10:00 - 12:00 Evaluación del curso.

12:30 - 14:00 Almuerzo.

14:30 - 17:30 Traslado a San José. Alojamiento en el Hotel Ambassador.

**SABADO
09/07/88**

Regreso a los países

XII BIBLIOGRAFIA

1. BURLEY, J.; WOOD, P.J. comps. 1979. Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. Commonwealth Forestry Institute (G.B.). Tropical Forestry Papers N°10 G 10 A. 64 p.
2. CANNON, P. 1981. Espaciamiento en plantaciones de *Eucalyptus*. Cartón de Colombia. Informe de Investigación N°73. 7 p.
3. CANNON, P. 1984. El problema de la marchitez del *E. globulus* en el Perú. Instituto Nacional Forestal y de Fauna (Perú). Documento de Trabajo N°1. 17 p.
4. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico N°86. 277 p.
5. CORDOBA, A. 1985. Predicción del crecimiento y rendimiento para plantaciones de *Pinus patula* en Colombia. Cartón de Colombia. Informe de Investigación N°101. 16 p.
6. CHAPMAN, G.W.; ALLAN, T.G. 1978. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales. Estudio de FAO: Montes N°8. 206 p.
7. EVANS, J. 1982. Plantation forestry in the tropics. Oxford University Press. 472 p.
8. FASSBENDER, H.W.; TSCHINKEL, H. 1974. Relación entre el crecimiento de plantaciones de *Cupressus lusitanica* y las propiedades de los suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia. Turrialba, (C.R.). 24(2):141-149.
9. GALLOWAY, G.; BORGO, G. 1983. Manual de viveros forestales en la Sierra Peruana. Lima, Perú, Instituto Nacional Forestal y de Fauna. 123 p.
10. GALLOWAY, G.; BORGO, G. 1984. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la Sierra Peruana. Lima, Perú, Instituto Nacional Forestal y de Fauna. 144 p.
11. KEOGH, R.M. 1979. El futuro de la teca en la América Tropical. Unasyuva (FAO) 31(126):13-19.
12. LAMB, A.F.A. 1968. Artificial regeneration within the humid lowland tropical forest. Unasyuva (FAO) 22(4):7-15.
13. LAURIE, M. 1975. Prácticas de plantación de árboles en la sabana africana. FAO. Cuadernos de Fomento Forestal N°19. 203 p.
14. LEMCKERT, J.D. 1979. Instalación y manejo de viveros forestales. San José, C.R. EUNED. 105 p.
15. LUNDGREN, B. 1980. Plantation forestry in tropical countries-physical and biological potentials and risks. International Rural Development Studies N°8. 134 p.

16. SEDJO, R. 1983. Comparative economics of plantation forestry. s.l. EE.UU., Johns Hopkins Un. Press. 161 p.
17. SEDJO, R. 1983. Análise dos métodos silviculturais adotados em florestas implantadas para a produção de energia. **In** Simposio sobre Florestas Plantadas nos Neotrópicos como Fonte de Energia. (1983, Viçosa, M.G., Bra.) Anais. Viçosa, M.G., Universidade Federal de Viçosa. p. 79-96.
18. SIMOES J.W.; BRANDI, R.M.; LEITE, N.B.; BALLONI, E.A. 1985. Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento. s.l. Bra. IBDF. 131 p.
19. WADSWORTH, F. 1981. Production of usable wood from tropical forests. **In** Golley, F.B. ed., 1983. Tropical rainforest ecosystems. A. Structure and fruction. s.l., Holanda, Elsevier. V. 14 A, p. 279-288. Ecosystems of the world.
20. WEBB, D. 1983. Guía y clave para seleccionar algunas especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. s.l., G.B., ODA. 275 p.

XIII OTRAS INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Dirección General Forestal de Costa Rica

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Universidad Nacional Autónoma, Heredia

Centro de Recursos Naturales, El Salvador

Universidad Nacional El Salvador

Universidad Evangélica de El Salvador

Ministerio de Agricultura, región I, El Salvador

Instituto Nacional Forestal de Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario Regional del Noroccidente

Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal

Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico, Honduras

Escuela Nacional de Ciencias Forestales

Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Nicaragua

Instituto de Recursos Naturales, Nicaragua

Universidad Nacional de Loja, Ecuador

Programó: Héctor A. Martínez H.

Cargo: Silvicultor.

Programa: Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido.

Area: Producción Forestal y Agroforestal.

Proyecto: Cultivo de Arboles de Uso Múltiple -MADELEÑA-

ANEXO 2

PARTICIPANTES

LISTA DE PARTICIPANTES AL I CURSO DE SILVICULTURA DE PLANTACIONES DE ESPECIES DE ARBOLES DE USO MULTIPLE

**Siguetepeque, Honduras
del 8 al 20 junio de 1987**

Participantes:

COSTA RICA

MARIA DE LOS ANGELES ALFARO
Escuela de Ciencias Ambientales
Universidad Nacional
Heredia, Costa Rica

ELIAS BADILLA ELIZONDO
Dirección General Forestal
Agencia Ministerio de Agricultura
y Ganadería
San Ramón, Alajuela, Costa Rica

MANUEL A. GOMEZ FLORES
Proyecto Madeleña
CATIE 7170
Turrialba Costa Rica

WALTER PICADO VILLALOBOS
Dirección General Forestal
Apartado 10094
San José, Costa Rica

EMEL RODRIGUEZ PANIAGUA
Dirección General Forestal
Oficina en Hojanca, 400 Sur
Banco Nacional Costa Rica
Hojanca, Guanacaste
Costa Rica

FREDDY EDUARDO ROJAS RODRIGUEZ
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Departamento de Ingeniería Forestal
Cartago, Costa Rica

EL SALVADOR

HUMBERTO FRANCO RODRIGUEZ
Apartado No. 2265
Centro de Recursos Naturales
Ministerio de Agricultura y Ganadería
Cantón El Matazano, Soyapango
San Salvador, El Salvador

FRANCISCO ARNOLDO LAZO REYES
Apartado No. 2265
Centro de Recursos Naturales
Ministerio de Agricultura y Ganadería
Cantón El Matazano, Soyapango
San Salvador, El Salvador

PEDRO MIGUEL MARCONI T.
Apartado No. 2265
Centro de Recursos Naturales
Ministerio de Agricultura y Ganadería
Cantón El Matazano, Soyapango
San Salvador, El Salvador

HUGO ZAMBRANA RIVERA
Apartado No. 2265
Centro de Recursos Naturales
Ministerio de Agricultura y Ganadería
Cantón El Matazano, Soyapango
San Salvador, El Salvador

GUATEMALA

JOSE GILBERTO BARRERA FUENTES
CUNOROC. km 262
Apartado Postal No. 68
Huchuetenango, Guatemala

CARLOS ARTURO HERNANDEZ CORADO
Escuela Nacional Central
de Agricultura
Barcena, Villa Nueva
Guatemala, Guatemala

RUDY EDDYN HERRERA PEREZ
7a. Av. 11-63, Zona 9
Edificio Galerías España
Guatemala, Guatemala

DONALD RODNEY MORAN LEMUS
7a. Av. 11-63, Zona 9
Edificio Galerías España
Guatemala, Guatemala

FRANCISCO A. PADILLA QUIROA
7a. Av. 11-63, Zona 9
Edificio Galerías España
Guatemala, Guatemala

OSCAR ARMANDO PALACIOS MERIDA
7a. Av. y 5 Calle, Zona 1
Huehuetenango, Guatemala

RAMIRO MANOLO PALACIOS VILLATORO
7a. Av. 17-11, Zona 5
Quetzaltenango, Guatemala

AUGUSTO ALFONSO RECINOS RODAS
7a. Av. 17-11, Zona 5
Quetzaltenango, Guatemala

HONDURAS

RIGOBERTO LEONEL BLANCO BEJARANO
Centro Universitario del Litoral
Atlántico (CURLA)
Apartado Postal No.89
La Ceiba, Honduras

NOEMI CALDERON CANALES
COHDEFOR, El Carrizal, Santa Fé
Comayagüela, Tegucigalpa
Honduras

JORGE CHI-HAM ANDERSON
ESNACIFOR
Apartado No.2, Siguatepeque,
Comayagua, Honduras

ROLANDO ORDOÑEZ MONTOYA
Corporación Hondureña de Desarrollo
Forestal (COHDEFOR)
Apartado Postal 1378
Comayagüela, Honduras

CARLOS SANDOVAL ESCOBAR
Corporación Hondureña de Desarrollo
Forestal (COHDEFOR)
Apartado Postal 1378
Comayagüela, Honduras

ELADIO VASQUEZ
Corporación Hondureña de Desarrollo
Forestal (COHDEFOR)
Distrito Forestal La Mosquitia
Morocón, Depto. Gracias a Dios, Honduras

JORGE OCTAVIO CALIX MARIN
Corporación Hondureña de Desarrollo
Forestal (COHDEFOR)
El Carrizal, Santa Fé
Comayagüela, Honduras

PANAMA

BLAS FELIPE MORAN
INRENARE
Paraíso, Ancón
Panamá

SEBASTIAN S. SUTHERLAND G.
INRENARE
Paraíso, Ancón
Panamá

CARLOS VARGAS LOMBARDO
INRENARE
Paraíso, Ancón
Panamá

Instructores:

MIGUEL A. MUSALEM
Madelcfa - CATIE 7170
Turrialba, Costa Rica

HECTOR MARTINEZ H.
Madelcfa - CATIE 7170
Turrialba, Costa Rica

RODOLFO SALAZAR
Madelcfa - CATIE 7170
Turrialba, Costa Rica

JOSE FLORES RODAS
Madelcfa - CATIE 7170
Turrialba, Costa Rica

IAN HUTCHINSON
Madelcfa - CATIE 7170
Turrialba, Costa Rica

DAVID HUGHELL
Madelcfa - CATIE 7170
Turrialba, Costa Rica

JAN BAUER
Madelcfa - CATIE 7170
Turrialba, Costa Rica

MARIA DE LOS ANGELES ALFARO
Universidad Nacional
Heredia, Costa Rica

CESAR ALVARADO
COHDEFOR
Honduras

JORGE CHI-HAM
ESNACIFOR
Honduras

OSCAR OCHOA
ESNACIFOR
Honduras

FREDDY ROJAS
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica

J. KARLIN
ESNACIFOR
Honduras

HUGO ZAMBRANA
Apartado No. 2265
Centro de Recursos Naturales
Ministerio de Agricultura y Ganadería
Cantón El Matizano, Soyapango
San Salvador, El Salvador

RUDY HERRERA
CATIE-Madelcfa
Guatemala, Guatemala

DONALD MORAN
DIGEBOS-Madelcfa
Guatemala, Guatemala

LISTA DE PARTICIPANTES AL II CURSO DE SILVICULTURA DE PLANTACIONES DE ESPECIES DE ARBOLES DE USO MULTIPLE

**Liberia, Guanacaste, Costa Rica
26 de junio al 9 de julio de 1988**

Participantes

EL SALVADOR

ALFREDO HERNANDEZ RAMIREZ
Residencial C.U. Amatepec,
Edificio 19-24,
Apdo. Postal 2265,
Soyapango,
El Salvador, C.A.

MARIO A. BARRIENTOS CALDERON
25 calle Pte. Entre 14 y 16
Ave. Sur,
Santa Ana
El Salvador, C.A.

MARIA LIDIA MARTINEZ CHOTO
15 Calle Poniente # 119,
San Salvador
El Salvador. C.A.

LUIS FERNANDO CASTAÑEDA ROMERO
29 Calle Pte. entre 16 y 18
Ave. Sur,
Santa Ana,
El Salvador, C.A.

COSTA RICA

DAGOBERTO ARIAS AGUILAR
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Apartado Postal 159-7050
Cartago, Costa Rica, C.A.

ELADIO CHAVEZ
Escuela de Ciencias Ambientales
Universidad Nacional,
Heredia
Costa Rica, C.A.

RICARDO VALERIO VALERIO
Dirección General Forestal
Apartado 10094
Costa Rica, C.A.

SONIA MARIA LOBO VALVERDE
Programa Regional Forestal P. Seco
Diagonal Banco de Costa Rica
Cañas, Guanacaste
Costa Rica, C.A.

VALENTIN JIMENEZ MORERA
CATIE-MADELEÑA
Turrialba
Costa Rica, C.A.

WILLIAM VASQUEZ VASQUEZ
CATIE-MADELEÑA
Turrialba
Costa Rica, C.A.

LEYLA GONZALEZ ZAVALLOS
CATIE-MADELEÑA
Turrialba
Costa Rica, C.A.

HONDURAS

JORGE DANIEL MIDENCE GROSS
Apartado Postal 222,
La Ceiba,
Honduras, C.A.

ANGEL GDO. BARCENAS MATAMOROS
ESCINAFOR,
Apdo. #2
Comayagua, Siguatepeque
Honduras, C.A.

LUIS CARDONA MATUTE
Apdo. 138,
Tegucigalpa,
Honduras, C.A.

RIDONIEL RODRIGUEZ PINEDA
COHDEFOR,
Choluteca,
Honduras, C.A.

GUATEMALA

SALVADOR RIVERA RUANO
7a. Ave, 11-63, Zona 9
Edificio Galerías España
Guatemala, Guatemala, C.A.

HERBERT ORTEGA BALDIZON
Centro Universitario de Nor-Occidente,
Apdo. 68,
Huchuetnango,
Guatemala, C.A.

PEDRO OLIVIO DE LEON MALDONADO
7a. Ave. 17-11, Zona 5,
DIGEBOS,
Quetzaltenango,
Guatemala, C.A.

JOSE MARIO SARAVIA MOLINA
14 Ave. 4-44, Zona 11,
Guatemala, Guatemala.

ECUADOR

VICTOR LOAIZA
Escuela de Ingeniería Forestal
Universidad Nacional de Loja
Apartado 234
Loja,
Ecuador, S.A.

Instructores

MIGUEL A. MUSALEM
CATIE-MADELEÑA, Apdo. 7170
Turrialba, Costa Rica

HECTOR MARTINEZ
CATIE-MADELEÑA, Apdo. 7170
Turrialba, Costa Rica

RODOLFO SALAZAR
CATIE-MADELEÑA, Apdo. 7170
Turrialba, Costa Rica

RONNIE DE CAMINO
CATIE-MADELEÑA, Apdo. 7170
Turrialba, Costa Rica

EDUARDO SOMARRIBA
CATIE, Apartado 7170
Turrialba, Costa Rica

LUIS UGALDE
CATIE-MADELEÑA, Apdo. 7170
Turrialba, Costa Rica

WALTER PICADO
San Ramón, Apartado 31
Alajuela, Costa Rica

FREDDY ROJAS R.
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Apartado Postal 159-7050
Cartago, Costa Rica, C.A.

EDGAR ORTIZ M.
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Apartado Postal 159-7050
Cartago, Costa Rica, C.A.

GRACE SCHMIDT
FUNDATEC/ITCR
Apdo. 159-7050
Cartago, Costa Rica

WILLIAM CORDERO
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Apartado Postal 159-7050
Cartago, Costa Rica, C.A.
MICHEL KANE
Monterrey Forestal
A.A. 6610
Cartagena, Colombia

JULIO RUSSO
Monterrey Forestal
A.A. 6610
Cartagena, Colombia

EMEL RODRIGUEZ
Programa Regional Forestal P. Seco
Hojancha, Guanacaste
Costa Rica, C.A.

ELADIO CHAVEZ
Escuela de Ciencias Ambientales
Universidad Nacional, Heredia
Costa Rica, C.A.

ROLANDO ZANOTTI DE LEON
Proyecto Bosques del Altiplano
Oficina AID/ROCAP
Ave. Reforma y 8 calle
Guatemala, C.A.

Otros participantes

DAVID HUGHELL
CATIE-MADELEÑA
Apdo. 7170
Turrialba, Costa Rica

FRANCISCO MESEN
CATIE, Apdo. 7170
Turrialba, Costa Rica

JOSEFA GUZMAN
FUNDATEC/ITCR
Apdo. 159-7050
Cartago, Costa Rica

ANEXO 3

EVALUACION

EVALUACION DEL CURSO DE SILVICULTURA DE PLANTACIONES DE ESPECIES DE ARBOLES DE USO MULTIPLE

1. Evalúe cada uno de los siguientes temas del curso en base los criterios y claves enunciados más abajo.

- a) Problemática de la reforestación en América Latina, América Central y Panamá
- b) Factores ambientales, autoecología y sinecología
- c) Dinámica de rodales
- d) Bosques naturales vs. plantaciones
- e) Estudios de mercado de Arboles de Uso Múltiple (AUM)
- f) Categorías de productos de AUM
- g) Selección de áreas para plantación
- h) Selección de especies y procedencias
- i) Necesidades de semilla mejorada en la región
- j) Rodales y huertos semilleros
- k) Recolección y beneficio de semillas
- l) Viveros
- m) Plagas y enfermedades en viveros
- n) Factores para la selección de sitios
- o) Técnicas para preparación de sitios
- p) Espaciamiento
- q) Técnicas de plantación y siembra
- r) Crecimiento
- s) Calidad de estación
- t) Fertilización
- u) Protección
- v) Intervenciones silviculturales
- w) Métodos de ordenación
- x) Aprovechamiento
- y) Clasificación y cuantificación de productos de AUM
- z) Regeneración
- aa) Laboratorios y visitas al campo
- ab) Temas especiales presentados por los países

Cada uno de los temas anteriores debe evaluarse empleando los siguientes criterios:

- a) **Relevancia con su trabajo actual o futuro (calificar entre 1:no relevante y 5:muy relevante)**
- b) **Enfasis que se le dio en el curso (calificar entre 1:poco, 3:adecuado, 5:excesivo)**
- c) **Que hacer en cuanto a énfasis puesto en el tema(1:reducir, 2:no modificar, 3:aumentar)**
- d) **Nivel con que se trató el tema (1:bajo, simplista, 3:adecuado, 5:demasiado alto)**
- e) **Material bibliográfico adicional (1:malo, 3:adecuado, 5:muy bueno)**

2. ¿Qué faltó en el curso?

3. Utilización del tiempo durante el curso

Califique en base a los siguientes criterios:

1:faltaron actividades para llenar el tiempo, 3:adecuado, 5:faltó tiempo, las actividades fueron demasiado intensivas y no pudieron aprovecharse adecuadamente.

4. ¿Recomendaría este curso a técnicos con intereses similares a los suyos?

5. ¿Qué sugiere para mejorar las prácticas de campo?

6. Como GRUPO UNICO discutir, analizar y sugerir aspectos que permitan mejorar el curso en años posteriores. Elegir un moderador que tome nota y presente las sugerencias indicando el número de personas que están a favor o en contra de dichas recomendaciones

Gracias

ANEXO 4

BIBLIOGRAFIA

(15478)

SALAZAR F., R. 1984. Algunos conceptos básicos para producir plantas en viveros. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 7 p.

(10505)

SEGURA, C.B. 1969. Diseases of forest nurseries and plantations at Turrialba. Turrialba, Costa Rica, IICA. 16+15 p.

634.9562063

S471

1981

V.1, C.2

SEMINARIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, CURITIBA, BRASIL. s.f. [Ponencias]. Curitiba, FUPEF. 100 p.

(18509-18527)

SIMPOSIUM JORNADA DE REFORESTACION, 4., 1982, SIGUATEPEQUE, HONDURAS. 1982. Actas. Ed. por Osvaldo E. Munguía y Edwin M. Molina. Tegucigalpa, Honduras, COHDEFOR. 286 p.

(10698)

STERRINGA, J.T. 1972. Texto para curso silvicultura tropical I. La regeneración forestal, una de las necesidades para el manejo. Turrialba, Costa Rica, IICA. 41 p.

(10796)

STERRINGA, J.T. 1974. Silvicultura tropical; segunda parte. s.l., s.e. pp. 17-70.

USDA

AH-110

STOECKELER, J.H. 1957. Forest nursery practice in the lake States. Washington, Forest Service. 124 p.

(20860-20884)

TALLER NACIONAL SOBRE SEMILLAS Y VIVEROS FORESTALES, 1., 1985, SAN JOSE, C.R. 1987. Memoria. Ed. por Freddy Rojas R. Cartago, Costa Rica, ITCR/CATIE. 552 p.

634.9564

U26

UGAMOTO, M.; PINEDO, J. 1987. Técnicas de producción de plántones en la zona forestal Alexander von Humbolt. Centro Forestal y de Fauna (Perú). Documento de Trabajo No.1. 20 p.

634.95

V161

VALENZUELA R., H. 1967. Nociones de silvicultura. Instituto Forestal (Chile). Manual No.3. 283 p.

634.9564

V448

VENATOR, C.R.; LIEGEL, L.H. 1985. Manual de viveros mecanizados para plantas a raíz desnuda y sistema semimecanizado con recipientes de volúmenes menores a 130 cc., en el Ecuador. Quito, Ecuador, Ministerio de Agricultura y Ganadería/AID. 153 p.

(20646)

WARDELL, D.A. 1987. Control of termites in nurseries and young plantations in Africa: established practices and alternative courses of action. Commonwealth Forestry Review (Inglaterra) 66(1):77-89.

Thesis

Z35d

ZAPATA REYES, A. 1977. Diseño de camas calientes a) a base de estiércol; b) a base de energía eléctrica; c) a base de vapor de agua. Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León. 33 p.

BIBLIOGRAFIA DE 14 ESPECIES

**Xinia Robles
Compiladora**

La publicación y distribución de este documento fueron patrocinadas por la Cooperación Suiza para el desarrollo (COSUDE), por medio de INFORAT: Información y Documentación Forestal para América Tropical y el Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (Madeleña) CATIE-ROCAP 596-0117

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables**

Junio de 1987

PRESENTACION

La compilación de esta bibliografía es un respaldo a la investigación que realiza el **Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (Madeleña)**, sobre árboles de uso múltiple en los países de la región centroamericana.

En 1986 la Unión Internacional de Instituciones de Investigación Forestal (IUFRO) aplicó una encuesta, previa al Taller de prioridades de investigación con especies leñosas de uso múltiple, a realizarse en Huaraz, Perú en julio de 1987; mediante esta encuesta se determinaron las prioridades de investigación con especies de propósito múltiple, expresadas por los servicios forestales de la región. Esas prioridades de investigación coinciden, en la mayor parte, con las especies seleccionadas por Madeleña.

Esta bibliografía presenta la información existente en el CATIE sobre las catorce especies seleccionadas como prioritarias para la investigación silvicultural de Madeleña. Cabe destacar que mucha de la información compilada es producto de la investigación realizada por el Departamento de Recursos Naturales Renovables.

INDICACIONES GENERALES

Todos los documentos aquí incluidos se encuentran en el CATIE, ya sea en la Biblioteca Conmemorativa Orton o en INFORAT: Información y Documentación Forestal para América Tropical.

Los documentos están disponibles para consulta y también pueden obtenerse fotocopias de los mismos por correo. El costo por página fotocopiada es de US\$0,20 (incluye costo de correo aéreo). El pago se puede hacer por medio de cheque en dólares a la orden de INFORAT, girado contra cualquier banco de EE.UU.

Para solicitar las fotocopias, el usuario debe indicar en su solicitud la referencia completa del documento. Para los pedidos e información adicional dirigirse a:

**INFORAT
c/o Xinia Robles
7170 CATIE
Turrialba, Costa Rica**

Esperamos seguir actualizando esta bibliografía, por lo tanto le agradeceremos el aporte que pueda brindar. Para incorporar un documento sobre el tema es preferible que usted nos envíe el original o una fotocopia legible del documento. Si esto no le es posible, puede enviarnos la referencia bibliográfica e indicaciones de como podríamos obtener un ejemplar.

Acacia mangium

19679

ACACIA MANGIUM un árbol maderable de crecimiento rápido. s.f. Santo Domingo, República Dominicana, ENDA. 50 p.

20651

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Serie Técnica. Informe Técnico no.79. v.1., 691 p.

20756

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico No.86. 222 p.

20775

DJAZULI, S.; WEINLAND, G.; SOEYITNO, S. 1985. The effect of spacing on form, structure and yield of a young *Acacia mangium* Stand. at PT. ITCI, Kenangan. Mulawarman University (Indonesia). Forestry and Forest Products GFG-Report no.3. pp. 33-65.

*DORAN, J.C.; SKELTON, D.J. 1982. *Acacia mangium* seed collections for international provenance trials. Forest Genetic Resources Information no.11:47:53.

18047

GIL B., P.; FAJARDO K., R. 1986. La repoblación forestal en República Dominicana: especies recomendadas. Santo Domingo, República Dominicana, IICA. 43 p.

19504

GRUPO DE TECNOLOGIA APROPIADA. 1984. Árboles para leña y madera combinados con cultivos anuales. Panamá, GTA-RENARE/CATIE. 24 p.

19086

HALL, N.; TURNBULL, J.W.; MARTENSZ, P.N. 1980. *Acacia mangium* Willd. Division of Forest Research (Australia). Australian Acacias no.9. 2 p.

18364

HU, T.W.; CHENG, W.E.; SHEN, T.A. 1983. Growth of the seedling of four leguminous tree species in relation to soil pH in a pot test. Nitrogen Fixing Tree Research Reports (Hawaii) 1:24-25.

19171

JONES, N. 1983. Fast growing leguminous trees in Sabah. In Workshop on Leucaena Research in the Asian-Pacific Region, 1982, Singapore. Proceedings. Ottawa, Canadá, IDCR. pp. 149-154.

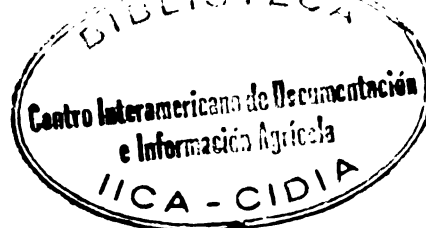
19631

KAMIS AWANG; MOHA AMRAN MOHD GHAZALI. 1984. Initial performance of *Gmelina arborea* Roxb., and *Acacia mangium* Willd. under plantation conditions. The Malaysian Forester 47(4):255-262.

MARTINEZ H., H.A. 1986. Silvicultura de algunas especies de árboles de uso múltiple II. El Chasqui (Costa Rica) no.13:16-23.

20885-20890

MULTIPURPOSE AUSTRALIAN trees and shrubs; lesser-known species for fuelwood and agroforestry. Ed. by John W. Turnbull. Australian Centre for International Agricultural Research. ACIAR Monograph Series no.1. 313 p.



19769

PETH, TB.; KHOO, K.C. 1984. Timber properties of *Acacia mangium*, *Gmelina arborea*, *Paraserianthus falcataria* and their utilization aspects. *The Malaysian Forester* 47(4):285-303.

20382

REICHE C., C.E.; CAMPOS A., J.J. 1986. El consumo de leña en los beneficios de café de Costa Rica: problemas y alternativas forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico no.68. 72 p.

*SHEIKH ALI, A. 1982. Plantation forestry practices in Malaysia. In Srivastava, P.B.L. et al., eds. *Tropical forests: source of energy through optimisation and diversification*. Sedang, Malaya, Penerbit Universiti Pertanian Malaysia. pp. 349-360.

19470

SIM, B.L. 1984. The genetic base of *Acacia mangium* Willd. in Sabah. Sabah, Malaysia, s.e. 11 p. (Presented in Meeting of IUFRO Working Parties on Provenance and Genetic Improvement Strategies in Tropical Forest Trees, Mutare, Zimbabwe, 1984).

18048

SOMESWAR DAS. 1984. Nursery and plantation techniques for *Acacia mangium*. Bangladesh Forest Research Institute. Silviculture Division Bulletin no.3. 35 p.

20890

SUMMARY TABLE; 100 species. 1986. In *Multipurpose australian trees and shrubs; lesser-known species for fuelwood and agroforestry*. Ed. by John W. Turnbull. Australian Centre for International Agricultural Research. ACIAR Monograph Series No.1. pp. 91-313.

19172

TAN, K.CH. 1983. Growth data from Sabah softwoods Sdn Bhd plantations of some fast-growing leguminous trees. In *Workshop on Leucaena Research in the Asian-Pacific Region, 1982*, Singapore. Proceedings. Ottawa, Canadá, IDCR. pp. 155-156.

*THANK, C.K. 1978. Trials of *Acacia mangium* Willd. as a plantation species in Sabah. In *Food and Agriculture Organization. Forest Genetic Resources Information. FAO Forestry Occasional Paper no.1. 1978*.

19133

U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1983. *Innovations in Tropical reforestation; Mangium and other fast-growing Acacias for the humid tropics*. Washington, D.C., National Academy Press. 62 p.

19434

U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES.; CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. *Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía*. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y Tradinsa. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 344 p.

Bombacopsis quinatum

20862

BERMUDEZ R., F.; CASTILLO, O. 1987. Huerto semillero de *Bombacopsis quinatum*. In Taller Nacional sobre Semillas y Viveros Forestales, 1., 1985, San José, C.R. Memoria. Ed. por Freddy Rojas R. Cartago, Costa Rica, ITCR/CATIE. pp. 69-95.

*BOZA LORIA, M.A. 1966. Estudio sobre la viabilidad de seis especies forestales del bosque tropical húmedo. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica. 153 p.

*BRICEÑO, A.; RAMIREZ S., J. 1978. *Arsenura armida*, una plaga potencial del saquisaqui (*Bombacopsis quinatum*). Revista Forestal Venezolana no.26:127-132.

20862

CASTILLO, O. 1987. Huerto semillero de *Bombacopsis quinatum*. In Taller Nacional sobre Semillas y Viveros Forestales, 1., 1985, San Jose, C.R. Memoria. Ed. por Freddy Rojas R. Cartago, Costa Rica, ITCR/CATIE. pp. 69-95.

20651

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Serie Técnica. Informe Técnico no.79. v.1., 691 p.

20241

CHANG, B. 1985. Comportamiento inicial de 23 especies forestales en suelos vertisoles y vérticos de una zona semi-árida en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 144 p.

19390

CHAVARRIA, M.I.; QUIROS Q., L. 1986. Aspectos importantes para la planificación en viveros de dieciocho especies forestales nativas del Pacífico seco, Costa Rica. San José, Costa Rica, DGF. 47 p.

*DELGADO, G.A. 1977. Utilización de la madera de ramas de saquisaqui (*Bombacopsis quinatum*) en la fabricación de tableros de pajilla de madera y cemento. Revista Forestal Venezolana 17(24):115-121.

*FINOL, H. 1964. Silvicultural study of some commercial species in the University of Caimital Barinas. Revista Forestal Venezolana 7(10-11):17-63.

*FINOL, H. 1969. Posibilidades de manejo silvicultural para las reservas forestales de la región occidental. Sociedad Venezolana de Ingenieros Forestales. Boletín no.7. pp. 10-17.

18047

GIL B., FAJARDO K., R. 1986. La repoblación forestal en República Dominicana: especies recomendadas. Santo Domingo, República Dominicana, IICA. 43 p.

*HOLDRIDGE, L.R. 1957. The silvicultural of natural mixed tropical hardwood stands in Costa Rica. In Food and Agriculture Organization of the United Nations. Tropical Silviculture. FAO Forestry and Forest Products Studies no.13. v.2, pp. 57-66.

10032

*LEON S., R.E. 1955. Estudio de algunas especies forestales tropicales con especial atención a su comportamiento en el vivero. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 177 p.

*LOJAN, L. 1967. Periodicidad del clima y de crecimiento de especies forestales en Turrialba, Costa Rica. Turrialba (Costa Rica) 17(1):71-83.

*LOJAN, L. 1968. Some relationship between increment and the area of foliage in *Bombacopsis quinatum*. Turrialba (Costa Rica) 18(2):155-162.

11260

MARTINEZ H., H. 1981. Evaluación de ensayos de especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 200 p.

*MELCHOR, G.H. 1965. The vegetative propagation of *Bombacopsis quinatum* (En Alemán). *Silvae Genetica* 14(5):148-154.

*MELCHOR, G.H. 1972. Agamic propagation of *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand (Saqui-saqui) by epicotyl cuttings. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Boletín no.39/40. pp. 53-61.

19648

NAVARRO P., C.M. 1987. Evaluación del crecimiento y rendimiento de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand en 14 sitios en Costa Rica. Indices de sitio y algunos aspectos financieros de la especie. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 136 p.

10786

PARRAGA O., J. 1974. Comparación de dos métodos de evaluación forestal y sugerencias para la ordenación de un bosque seco tropical, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 205 p.

*QUIJADA R., M; GUTIERREZ, V. 1971. Estudios sobre propagación vegetativa de especies forestales venezolanas. *Revista Forstal Venezolana* 14(21):43-56.

19729

RICHMOND, A. 1984. Estudio de cuatro métodos de propagación de cinco especies forestales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 110 p.

*RIVAS GONZALEZ, L. 1968-1969. Investigaciones prácticas realizadas con semillas forestales tropicales. *Sociedad Venezolana de Ingenieros Forestales*. Boletín no.6:8-15, no.7:6-9.

20234

RODRIGUEZ G., N.I.; QUIROS Q., L.M.; STERRINGA, J.T. 1985. El pochote (*Bombacopsis quinatum*): revisión de literatura. Dirección General Forestal (Costa Rica). Documento de Trabajo no.20. 13 p.

*WHITMORE, J.L.; MORALES, R. s.f. Note worthy characteristics of *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand. Turrialba, Costa Rica. s.e. 10 p.

Caesalpinia velutina

- 20651
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Serie Técnica. Informe Técnico no.79. v.1., 691 p.
- 20756
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico No.86. 222 p.
- 12561
DETLEFSEN R., G. 1984. Comportamiento inicial de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz (*Zea mays* L.) en La Máquina, Suchitepequez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. 104 p.
- 12560
DETLEFSEN R.; LEIVA, J.M.; MARTINEZ H., H.A. 1984. Comportamiento inicial de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz (*Zea mays* L.) en La Máquina, Suchitepequez, Guatemala. Tikalia (Guatemala) 3(1):113-128.
- 12196
HOWES, F.N. 1946. Fence and barrier plants in warm climates. Kew Bulletin of Miscellaneous Information (Inglaterra) 1946:51-87.
- 20020
MARTINEZ H., H.A. 1985. Crecimiento inicial de *Caesalpinia velutina* en zonas secas de Guatemala. Silvoenergía (Costa Rica) No.7:1-4.
- 20716
MARTINEZ H., H.A. 1986. Producción de leña en la zona seca de Guatemala. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 77-89.
- 20652
MARTINEZ H., H.A. 1986. Silvicultura de algunas especies de árboles de uso múltiple. El Chasqui (Costa Rica) no.12:4-11.
- 19505
MUÑOZ C., R. 1984. Ensayos de siembra directa y tratamientos pregerminativos para 7 especies forestales recomendadas para leña. Tesis Ing. Fo. Cartago, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 155 p.
- 20721
PADILLA Q., F. 1986. Resultados preliminares con especies para leña en la zona sur-oriental de Guatemala. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 133-137.
- 19384
WOTOWIEC, P.; MARTINEZ H., H.A. 1984. Estudios silviculturales con especies para producción de leña en la zona semiárida de Guatemala; informe preliminar. Guatemala, INAFOR/CATIE. 86 p.
- 18043
ZANNOTTI, J.R. 1983. Ensayos de seis especies forestales para producción de leña. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. 72 p.

Casuarina equisetifolia

ANDEKE-LENGUI, M.A.; DOMMERGUES, Y. 1983. Coastal sand dune stabilization in Senegal. In *Casuarina Ecology Management and Utilization, an International Workshop, 1981, Camberra, Australia. Proceedings.* Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 158-166.

20651

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Serie Técnica. Informe Técnico no.79. v.1., 691 p.

20756

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico No.86. 222 p.

19340

BARLOW, B.A. 1983. Casuarinas - a taxonomic and biogeographic review. In *Casuarina Ecology Management and Utilization, an International Workshop, 1981, Camberra, Australia. Proceedings.* Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 10-18.

20241

CHANG, B. 1985. Comportamiento inicial de 23 especies forestales en suelos vertisoles y vérticos de una zona semi-árida en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 144 p.

19350

CHITTACHUMNONK, P. 1983. Silviculture of *Casuarina junghuniiana* in Thailand. In *Casuarina Ecology Management and Utilization, an International Workshop, 1981, Camberra, Australia. Proceedings.* Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 102-106.

18534

DIEM, H.G.; GAUTHIER, D.; DOMMERGUES, Y.R. 1982. Isolation of Frankia from nodules of *Casuarina equisetifolia*. *Canadian Journal of Microbiology* 28(5):526-530.

19353

DORAN, J.C. 1983. Genetic resources of some Australian Casuarinas. In *Casuarina Ecology Management and Utilization, an International Workshop, 1981, Camberra, Australia. Proceedings.* Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 114-119.

19341

DORAN, J.C.; HALL, N. 1983. Notes on fifteen Australian Casuarina species. In *Casuarina Ecology Management and Utilization, an International Workshop, 1981, Camberra, Australia. Proceedings.* Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 19-52.

19344

EL-LAKANY, M.H. 1983. Breeding and improving of Casuarina: a promising multi-purpose tree for arid regions of Egypt. In *Casuarina Ecology Management and Utilization, an International Workshop, 1981, Camberra, Australia. Proceedings.* Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 58-65.

19367

GAUTHIER, D.; DIEM, H.G.; DOMMERGUES, Y. 1983. Preliminary results of research on Frankia and endomycorrhizae associated with *Casuarina equisetifolia*. In *Casuarina Ecology Management and Utilization, an International Workshop, 1981, Camberra, Australia. Proceedings.* Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 211-217.

19351

GEARY, T.F. 1983. Casuarinas in Florida (USA) and some Caribbean Islands. In *Casuarina Ecology Management and Utilization*, an International Workshop, 1981, Canberra, Australia. Proceedings. Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 107-109.

19504

GRUPO DE TECNOLOGIA APROPIADA. 1984. Arboles para leña y madera combinados con cultivos anuales. Panamá, GTA-RENARE/CATIE. 24 p.

19348

HALOS, S.C. 1983. Casuarinas in Philippine forest development. In *Casuarina Ecology Management and Utilization*, an International Workshop, 1981, Canberra, Australia. Proceedings. Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 89-98.

19357

HALOS, S.C. 1983. Production practices for *Casuarina equisetifolia*. In *Casuarina Ecology Management and Utilization*, an International Workshop, 1981, Canberra, Australia. Proceedings. Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 133-134.

19554

KIDD, T.J.; TAOGAGA, T. 1984. First year growth measurements of five potential woodfuel species in Western Samoa. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports (EE.UU.)* 2:21.

19345

KONDAS, S. 1983. *Casuarina equisetifolia* - a multipurpose cash crop in India. In *Casuarina Ecology Management and Utilization*, an International Workshop, 1981, Canberra, Australia. Proceedings. Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 66-76.

*KUMAR, P.H. 1981. Problems and prospects of establishing a plantation forestry with *Casuarina*, cashew and coconut in the coastal belt of India. *Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale* 75(4):317-323.

12451

LE COMBUSTIBLE FORESTIER. 1974. In Giffard, P.L. *L'arbre dans le paysage senegalais; sylviculture en zone tropical seche*. Dakar, Senegal, Centre Technique Forestier Tropical. p. 209-226.

18530

LITTLE JUNIOR, E.L. 1982. *Common fuelwood crops; a handbook for their identification*. Morgantown, West Virginia, Communi-Tech Associates. 354 p.

*LIU, L.J.; MARTORELLI, L.F. 1973. *Diplodia stem canker and die-back of Casuarina equisetifolia* in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 57(3):255-261.

12551

MCKENNIA, M. 1985. Effects of terrasorb and inocula on nursery culture and survival rates of five agroforestry species: observations five months after planting. *Agroforestry Outreach (Haiti)* 2(4):3-12.

19656

MENDOZA, V.B. 1977. Adaptability of six tree species to cogonal areas; box experiment. *Sylvatrop, The Philippine Forest Research Journal* 2(4):225-234.

19658

*MENDOZA, V.B.. 1978. Adaptability of six tree species to cogonal areas: additional information on and possible role of phenols and sugars. *Sylvatrop, The Philippine Forest Research Journal* 3(1):1-7.

19652

MENDOZA, V.B.; CRUZ, R.E. DE LA. 1978. Adaptability of six tree species to cogonal areas; field experiment and additional information. *Sylvatrop, The Philippine Forest Research Journal* 3(2):95-106.

*NG, F.S.P. 1976. The fruits, seeds and seedlings of Malayan trees XII-XV. *Malaysian Forester* 39(3):110-146.

20721

PADILLA Q., F. 1986. Resultados preliminares con especies para leña en la zona sur-oriental de Guatemala. In *Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva*, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar, Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 133-137.

*RAY, M.P. 1971. Plantations of *Casuarina equisetifolia* in the Midnapore district, West Bengal. *Indian Forester* 97(8):443-457.

20382

REICHE C., C.E.; CAMPOS A., J.J. 1986. El consumo de leña en los beneficios de café de Costa Rica: problemas y alternativas forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico no.68. 72 p.

19645

RIMANDO, R.M. 1981. Growth and development of some fuelwood species in different potting media. *Sylvatrop*, The Philippine Forest Research Journal 6(3):91-100.

*SINGH, S.P. 1978. Rotation as influenced by stand stocking: a study of *Casuarina equisetifolia*. *Indian Forester* 104(7):491-500.

*SINGH, S.P.; SHARMA, R.S.; JAIN, R.C. 1983. Effects of spacing and thinnings in *Casuarina* stands. *Indian Forester* 109(1):12-16.

19429

SMITH, R. 1980. The potential of charcoal plantations for Haiti. Port-au-Prince, Haiti, s.e. 42 p.

*SOMASUNDARAM, T.R.; JAGADEES, S.S. 1977. Propagation of *Casuarina equisetifolia* Forst. by planting shoots. *Indian Forester* 103(11):735-738.

*TUMALIUAN, B.T. 1985. Species and provenance trial of selected fuelwood species. *Sylvatrop* (Filipinas) 10(1):35-48.

19434

U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES; CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Especies para leña: arbusto y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y Tradinsa. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 344 p.

19339

U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES; CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Innovations in tropical reforestation; casuarinas: nitrogen fixing trees for adverse sites. Washington, D.C., National Academy Press. 118 p.

19349

VIVEKANANDAN, K. 1983. The status of *Casuarina* in Sri Lanka. In *Casuarina Ecology Management and Utilization, an International Workshop*, 1981, Camberra, Australia. Proceedings. Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 99-101.

19346

WEINSTEIN, A. 1983. *Casuarina* trials in Israel. In *Casuarina Ecology Management and Utilization, an International Workshop*, 1981, Camberra, Australia. Proceedings. Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 77-79.

19359

YADAV, J.S.P. 1983. Soil limitations for successful establishment and growth of Casuarina plantations. In *Casuarina Ecology Management and Utilization, an International Workshop, 1981, Canberra, Australia. Proceedings*. Edited by S.J. Midgley; J.W. Turnbull and R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 138-157.

20722

ZAMBRANA, H. 1986. Comportamiento inicial de once especies para leña en El Salvador. In *Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva*. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 139-146.

Cupressus lusitanica

18470

ACACIA mearnsii de Wild, *Cupressus lusitanica* Mill (incluyendo *C. benthamii* Endl.), *Eucalyptus paniculata* Sm. y *Eucalyptus sideroxylon* A. Cunn. procedencias del interior de Victoria). [Generalidades]. s.n.t. 8 p.

11305

AGUIRRE C., A. 1963. Estudio silvicultural y económico del sistema taungya en condiciones de Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 105 p.

***ALLON HERRERA, G.** 1978. Fertilización de viveros de ciprés (*Cupressus lusitanica* Hill.) con nitrógeno, fósforo y azufre. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 50 p.

10392

BUCAREY B., J.R. 1967. El ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill) como base de las reforestaciones planificadas en el Valle Central de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 102 p.

10226

CAÑADAS C., L.E. 1963. Comportamiento de pseudoestacas en cinco especies maderables variando dosis y época de plantación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 103 p.

20651

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Serie Técnica. Informe Técnico No.79. v.1., 691 p.

10598

FERNANDEZ I., J. 1971. Estudio de las propiedades físico mecánicas del ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill) en el Valle Central de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 87 p.

12535

FOURNIER O., L.A. 1981. Importancia de los sistemas agroforestales en Costa Rica: análisis y comentario. *Agronomía Costarricense* 5(1/2):141-147.

10020

GOITIA E., D.J. 1954. Estudio del incremento volumétrico del *Cupressus lusitanica* en relación a la edad y al sitio. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 70 p.

***GONZALEZ MEZA, R.** 1975. El ciprés (*Cupressus lusitanica* Hill). Ministerio de Agricultura y Ganadería (Costa Rica). Informe Divulgativo no.18. 9 p.

***HOLDRIDGE, L.R.** 1953. El ciprés mexicano (*Cupressus lusitanica* Mill) en Costa Rica. Ministerio de Agricultura Industria. Boletín Técnico no.12. 31 p.

19234

LADRACH, W.E. 1977. Tablas de volumen y peso verde de *Cupressus lusitanica* Mill, para cuatro niveles de utilización. CONIF (Colombia). Serie Técnica No.7. 52 p.

11260

MARTINEZ H., H. 1981. Evaluación de ensayos de especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 200 p.

10062

MONTENEGRO M., E. 1957. Posibilidades de introducir algunas coníferas de México y América Central en Colombia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 151 p.

*PEÑA JIMENEZ, H. 1979. Fertilización en vivero con nitrógeno y fósforo de tres especies forestales, *Cupressus lusitanica* Hill., *Pinus oocarpa* Schl. y *Pinus pseudostrobus* Lindl. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 90 p.

10504

PONCE S., A. 1969. Ensayo comparativo de cuatro tipos de recipientes para producción de plantas forestales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 104 p.

10754

SOARES, A.R. 1973. Adaptación de nueve procedencias de *Cupressus lusitanica* Mill. en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 76 p.

18879

SOMMER, A.; DOW, T. 1978. Compilation of indicative growth and yield data of fast-growing exotic tree species planted in tropical and subtropical regions. Roma, FAO. 75 p.

18591

TSCHINKEL, H. s.f. La clasificación de sitios y el crecimiento del *Cupressus lusitanica* en Antioquia, Colombia. s.l. 14 p.

10841

VALLE, J.I. DEL. 1975. Crecimiento y rendimiento de *Cupressus lusitanica* Mill. en Antioquia, Colombia, utilizando parcelas permanentes. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 126.

18173

VALLE, J.I. DEL. 1980. El crecimiento de *Cupressus lusitanica* Mill en Antioquia, Colombia. In Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de Madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones, 1980, Río Piedras. Actas. Redactado por J.L. Whitmore. Río Piedras, Instituto Nacional Forestal. pp. 19-31.

10208

VEGA C., L. 1962. Introducción de coníferas en diversas zonas ecológicas de Costa Rica y efecto de las micorrizas en su crecimiento inicial. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 117 p.

*VEIGA, A. DE A. 1955. Nota preliminar sobre espaciamento inicial do *Cupressus lusitanica* Mill. Revista de Agricultura (Brasil) 30(7/12):199-208.

Eucalyptus camaldulensis

*BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H. 1980. *Eucalyptus* seed. Australia, CSIRO. 191 p.

20725

CALIX M., J.O. 1986. Producción de plántulas de *Eucalyptus camaldulensis*, *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* en Honduras. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 161-166.

19267

CARTON DE COLOMBIA, S.A. 1986. Cercos vivos con árboles de eucalipto. Cali, Colombia. 41 p.

20651

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Serie Técnica. Informe Técnico no.79. v.1., 691 p.

20756

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico No.86. 222 p.

20456

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION. 1984. *Eucalyptus* for wood production. Ed. por W.E. Hillis y A.G. Brown. Australia, CSIRO/Academic Press. 434 p.

20241

CHANG, B. 1985. Comportamiento inicial de 23 especies forestales en suelos vertisoles y vérticos de una zona semi-árida en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 144 p.

19776

DELGADILLO L., J.F. 1985. Efecto del espaciamiento en el crecimiento de *Eucalyptus camaldulensis* en Mateare, Nicaragua. Silvoenergía (Costa Rica) No.4:1-4.

12561

DETLEFSEN R., G. 1984. Comportamiento inicial de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz (*Zea mays* L.) en La Máquina, Suchitepequez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. 104 p.

20657

EHRlich, M. 1986. Fuelwood and biomass yield tables for *Leucaena leucocephala*, *Cassia siamea*, *Azadirachta indica*, *Colubrina arborescens*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Prosopis juliflora*. s.l. University of Maine. 54 p.

19988

FEIGENBAUM, S. et al. 1967. Fertilizer applications in young eucalyptus plantations. In Contributions on eucalyptus in Israel III. Israel, s.e. pp. 67-76. (Presented in FAO World Symposium on Man-Made Forests and their Industrial Importance, Canberra, 1967).

18001

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. Colección FAO: Montes No.11. 723 p.

11243

GOMEZ L., D.A. 1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 166 p.

18709

GOTTNEID, D.; THOGO, S. 1975. The growth of eucalyptus at Muguga Arboretum 1963-1972. East African Agriculture and Forestry Research Organization (Kenya). Forestry Technical Note No.33. 62 p.

19504

GRUPO DE TECNOLOGIA APROPIADA. 1984. Arboles para leña y madera combinados con cultivos anuales. Panamá, GTA-RENARE/CATIE. 24 p.

19987

HETH, D.; BLUM, R.; WIRZBERG, B. 1967. Tree introduction trials in the Negev. In Contributions on eucalyptus in Israel III. Israel, s.e. pp. 55-65.
(Presented in FAO World Symposium on Man-Made Forests and their Industrial Importance, Camberra, 1967).

19986

KARSCHON, R. 1967. Ecotypic variation in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. In Contributions on eucalyptus in Israel III. Israel, s.e. pp. 35-53.
(Presented in FAO World Symposium on Man-Made Forests and their Industrial Importance, Camberra, 1967).

19985

_____; HETH, D. 1967. The water balance of a plantation of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. In Contributions on eucalyptus in Israel III. Israel, s.e. pp. 7-34.
(Presented in FAO World Symposium on Man-Made Forests and their Industrial Importance, Camberra, 1967).

18141

KONDAS, S. 1982. Mysore gum coppice growth-vigour productivity and regulation of cuttings. In International Forestry Seminar on Tropical Forests Source of Energy through Optimisation and Diversification, 1980, Selangor, Malaysia. Proceedings. Malaysia, Penerbit Universiti Pertanian Malaysia. pp. 317-325.

18288

LACAZE, J.F. 1978. Etude de l'adaptation ecologique des Eucalyptus etude de provenances d' *Eucalyptus camaldulensis*. In World Consultation on Forest Tree Breeding, 3., 1977, Camberra, Australia. Documentos. Camberra, Australia, CSIRO. v.1, pp. 393-409.

19484

LADRACH, W.E. 1978. Rendimiento del eucalipto en cercos en el Plan del Valle. Cartón de Colombia, S.A. Informe de Investigación No.32. 6 p.

20245

LADRACH, W.E. 1978. Tablas de volumen, peso verde y peso seco para *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus grandis*. Cartón de Colombia, S.A. Informe de Investigación No.30. 16 p.

18530

LITTLE JUNIOR, E.L. 1982. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Morgantown, West Virginia, Communi-Tech Associates. 354 p.

20716

MARTINEZ H., H.A. 1986. Producción de leña en la zona seca de Guatemala. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 77-89.

20652

MARTINEZ H., H.A. 1986. Silvicultura de algunas especies de árboles de uso múltiple. El Chasqui (Costa Rica) no.12:4-11.

19656

MENDOZA, V.B. 1977. Adaptability of six tree species to cogonal areas; box experiment. Sylvatrop, The Philippine Forest Research Journal 2(4):225-234.

19652

MENDOZA, V.B.; CRUZ, R.E. DE LA. 1978. Adaptability of six tree species to cogonal areas; field experiment and additional information. Sylvatrop, The Philippine Forest Research Journal 3(2):95-106.

19469

MOURA, V.P.G. s.f. *Eucalyptus camaldulensis* provenance trials in Central Brazil third-year results. Brasilia, Brasil, EMBRAPA. 4 p.

12275

MULDER, R.P. 1981. The influences of tree species on filed crops in a systems of intercropping. A case study on agroforestry activities in a semi-arid region of Kenya. Wageningen, Agricultural University. 67 p.

15301

OTAROLA, L.A.; DELGADILLO L., J.F. 1983. Estrategia para el mejoramiento de *Eucalyptus camaldulensis* en plantaciones forestales de Nicaragua. IRENA/CATIE. Biomasa No.2. 9 p.

15386

OTAROLA, L.A.; UGALDE A., L.A.; REYES, M.A. 1983. Control de malezas en una plantación de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. en Nicaragua, resultados de un ensayo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 20 p.

20721

PADILLA Q., F. 1986. Resultados preliminares con especies para leña en la zona sur-oriental de Guatemala. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 133-137.

18278

PIOT, J. 1978. Essais de provenances d'*Eucalyptus camaldulensis* en Haute-Volta. In World Consultation on Forest Tree Breeding, 3., 1977, Camberra, Australia. Documents. Australia, CSIRO. v.1, pp. 237-240.

20382

REICHE C., C.E.; CAMPOS A., J.J. 1986. El consumo de leña en los beneficios de café de Costa Rica: problemas y alternativas forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico no.68. 72 p.

*REIS, G.G. DOS; HALL, A.E. 1986. Reposta de brotações de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. submetidas a diferentes níveis de deficiência hídrica. Arvore (Brasil) 10(1):16-26.

20867

RODRIGUEZ, D.M. 1987. Respuesta de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn a la poda en vivero. In Taller Nacional sobre Semillas y Viveros Forestales, 1., 1985, San José, C.R. Memoria. Ed. por Fredy Rojas R. Cartago, Costa Rica, ITCR/CATIE. pp. 155-177.

20262

SANDOVAL E., C.H. 1985. Adaptabilidad y crecimiento inicial de *Eucalyptus camaldulensis* en Honduras. Tegucigalpa, Honduras, COHDEFOR/CATIE. 14 p.

20737

SANDOVAL E., C.H. 1986. Adaptabilidad y crecimiento inicial de *Eucalyptus camaldulensis* en Honduras. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 265-272.

19429

SMITH, R. 1980. The potential of charcoal plantations for Haiti. Port-au-Prince, Haiti, s.e. 42 p.

19434

U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES; CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y Tradinsa. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 344 p.

11276

UGALDE A., L.A.; OTAROLA T., A. 1981. Tablas de volumen para *Eucalyptus camaldulensis* en Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, IRENA/CATIE. 14 p.

20749

VARGAS L., C. 1986. Costo de establecimiento de una hectárea de *Eucalyptus camaldulensis* en Panamá, 1984. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 387-390.

18297

VENKATESH, C.S.; SHARMA, V.K. 1978. Differential heterosis in reciprocal interspecific crosses of *Eucalyptus camaldulensis* and *E. tereticornis*. In Consulta Mundial sobre Mejoramiento de Árboles Forestales, 3., 1977, Canberra, Australia. Documentos. Canberra, Australia, CSIRO. v.2. pp. 677-682.

18298

VENKATESH, C.S.; VAKSHASYA, R.K. 1978. Effects of selfing, crossing and interspecific hybridization in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. In World Consultation on Forest Tree Breeding, 3., 1977, Canberra, Australia. Documents. Australia, CSIRO. v.2, pp. 683-692.

15111

VOLKART, C.; CANO, R.G. 1982. Comportamiento de especies forestales de interés para leña en ensayos y plantaciones en Honduras. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico no.29. 26 p.

19384

WOTOWIEC, P.; MARTINEZ H., H.A. 1984. Estudios silviculturales con especies para producción de leña en la zona semiárida de Guatemala; informe preliminar. Guatemala, INAFOR/CATIE. 86 p.

20722

ZAMBRANA, H. 1986. Comportamiento inicial de once especies para leña en El Salvador. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 139-146.

Eucalyptus saligna

*ARGANARAZ, J.M. 1976. Comparación del desarrollo de dos bosques de *Eucalyptus saligna*, en Gualeguaychu, Entre Ríos. Tesis Ing. Agr. Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. 54 p.

10801

ALCANTARA L., D.L. 1975. Estudio tecnológico de dos especies maderables exóticas, *Eucalyptus deglupta* y *Eucalyptus saligna*, en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 98 p.

*BARRIOS, N.F. DE.; BRANDI, R.M.; ALFENAS, A.C. 1975. Aplicação de fertilizantes na produção de mudas de *Eucalyptus saligna* S. Brasil Florestal 6(22):250-229.

*BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H. 1980. *Eucalyptus* seed. Australia, CSIRO. 191 p.

*BRANDI, R.M.; BARRAS, N.F. DE.; CANDIDO, J.F. 1974. Comparação de métodos de limpeza na formação de *Eucalyptus alba* (Blume) Reinw; *Eucalyptus saligna* Sm e *Eucalyptus botryoides* Sm. Revista Ceres (Brasil) 21(118):427-433.

*BRASIL, M.A.M.; FERREIRA, M. 1971. Variação da densidade básica de *Eucalyptus alba* Reinw, *E. saligna* Smith e *E. grandis* Hill ex-Maiden aos 5 años de idade, em função do local e do espaçamento. IPEF (Brasil) nos.2(3):129-149.

20651

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Serie Técnica. Informe Técnico no.79. v.1., 691 p.

20756

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico No.86. 222 p.

20452-20473

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION. 1984. *Eucalyptus* for wood production. Ed. por W.E. Hillis y A.G. Brown. Australia, CSIRO/Academic Press. 434 p.

*COZZO, D. 1965. Weight loss and shrinkage of *Eucalyptus saligna* poles kept in the open in Buenos Aires City (En español). Revista Forestal Argentina 9(2):45-48.

11960

DYSON, W.G. 1974. Experiments of growing *Eucalyptus* wood fuel in the semi-deciduous forest zone in Kenya. East African Agricultural and Forestry Journal 39(4):349-355.

18539

FERREIRA, C.A.; TIMONI, J.L. s.f. Contribuição ao estudo da determinação da época de corte em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (*E. urophylla*, *E. grandis*, *E. saligna*). In Congresso Florestal Brasileiro, 3., 1978, Manaus. Anais. s.l., s.e. v.2, pp. 85-86.

*FINLAYSON, W. 1963. Volume table for *Eucalyptus saligna* poles. Tech. Note For.Dept. Uganda 109(63):1.

*GERHARDS, C.C. 1965. Physical and mechanical properties of *Eucalyptus saligna* grown in Hawaii. U.S. Forest Service Res. Pap., U.S. Forest Products Laboratory, Madison. No.FPL-23.

18263

RAMAJO CASTILLO, E.V. 1981. Sobrevivencia inicial de *Eucalyptus saligna* Smith., utilizando diferentes materiales de transplante. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. 64 p.

18709 GRAMAJO CASTILLO, E.V. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico No.86. 222 p.

GOTTNEID D., D.; THOGO, S. 1975. The growth of eucalyptus at Muguga Arboretum 1963-1972. East African Agriculture and Forestry Research Organization (Kenya). Forestry Technical Note No.33. 62 p.

*KOHQUT, R.; VERNALHA, M.M.; WEGER, Z. Notas preliminares sobre transplante de *Eucalyptus saligna* con raíz nueva. Anuario Brasileiro de Economía Florestal 13(13):163-168.

*LAM, D. 1975. Weed control in tropical forest plantations using glyphosate. PNS 21(2):177-181.

18530

LITTLE JUNIOR, E.L. 1982. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Morgantown, West Virginia, Communi-Tech Associates. 354 p.

10419

LOAIZA G., V.H. 1967. El efecto del uso de herbicidas y fertilizantes en el crecimiento inicial de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* y *Eucalyptus saligna* en plantación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 104 p.

*LOJAN, L. 1965. Aspects of the fortnightly diameter increment of some tropical trees (En español). Turrialba (Costa Rica) 15(3):231-237.

*LOJAN, L.; HAIGH, H. 1963. Preliminary results from provenance trials with *Eucalyptus saligna* and *E. grandis* (Hill) Maiden. Forestry in south Africa no.2:127-131.

10731

MALUF, J.R.T. 1973. Zonificação ecológica de *Araucaria angustifolia* e *Eucalyptus saligna* para Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 157 p.

MARTINEZ H., H.A. 1986. Silvicultura de algunas especies de árboles de uso múltiple II. El Chasqui (Costa Rica) no.13:16-23.

*MELLO, H.A.; RODRIGUEZ, N.S. 1966. Efeito de preparo de solo de cerrado no desenvolvimento de *E. saligna* Sm. Revista de Agricultura (Brasil) 41(4):163-178.

*NURSERY TECHNIQUES. 1964. In World Eucalyptus Conference, 2., 1961, Sao Paulo. Reports and Documents. v.1., pp. 612-653.

20446

PACHECHO, I.A. et al. 1985. Efeito de colmeias de *Apis mellifera* L. em pomar de sementes de *Eucalyptus saligna* Smith. IPEF(Brasil) 29:11-18.

*PIRES, C.L. DA S. 1964. Fertilizers for *Eucalyptus saligna* seedlings (En portugués). Revista de Agricultura (Brasil) 39(4):159-164.

20382

REICHE C., C.E.; CAMPOS A., J.J. 1986. El consumo de leña en los beneficios de café de Costa Rica: problemas y alternativas forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico no.68. 72 p.

20445

SALAZAR F., R. 1986. Producción de leña de *Eucalyptus saligna* en San Ramón, Costa Rica. Silvoenergía (Costa Rica) No.15:1-4.

20728

SALAZAR F., R. 1986. Estudio de caso del abastecimiento de leña con *Eucalyptus saligna* Smith en una industria rural en San Ramón, Costa Rica. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 181-189.

*SIMOES, J.W.; SABILLO C., N.A. 1985. Efeito do número de brotos e da fertilização mineral sobre o crescimento da brotação de *Eucalyptus saligna* Smith em segunda rotação. IPEF (Brasil) No.31:23-32.

20671

SKOLMEN, R.G. 1986. Performance of Australian provenances of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus saligna* in Hawaii. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station (EE.UU.). Research Paper PSW-181. 8 p.

*SOBRINHO, M.O.C. DO B. et al. 1963. A comparison of various methods of fertilizer placement in the planting of *Eucalyptus* (*E. saligna*, Smith). Fertilité no.18:15-21.

20449

TOMAZELLO FILHO, M. 1985. Variação radial de densidade básica e da estrutura anatómica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. IPEF(Brasil) 29:37-46.

19434

U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES; CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y Tradinsa. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 344 p.

*VEIGA, A. DE. A. 1965-1966. Manejo de *Eucalyptus saligna* Sm. Silvicultura em Sao Paulo (Brasil) 4-5(4):7-16.

18297

VENKATESH, C.S.; SHARMA, V.K. 1978. Differential heterosis in reciprocal interspecific crosses of *Eucalyptus camaldulensis* and *E. tereticornis*. In Consulta Mundial sobre Mejoramiento de Arboles Forestales, 3., 1977, Canberra, Australia. Documentos. Canberra, Australia, CSIRO. v.1. pp. 677-682.

15111

VOLKART, C.; CANO, R.G. 1982. Comportamiento de especies forestales de interés para leña en ensayos y plantaciones en Honduras. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico no.29. 26 p.

Gliricidia sepium

- AGBOOLA, A.A. et al. s.f. *Gliricidia sepium*, a shrub legume with a future for continuous arable cropping in the humid tropics. s.n.t. 9 p.
- 20828
AKENOVA, M.E. 1986. In vitro germination of *Gliricidia sepium* pollen. Nitrogen Tree Research Reports (EE.UU.) 4:25-26.
- 20830
AKENOVA, M.E; SUMBERG, J.E. 1986. Observations of the pollination system of *Gliricidia sepium*. Nitrogen Tree Research Reports (EEUU.) 4:29-30.
- 15206
BAGGIO, A.J. 1982. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud; en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 91 p.
- 15379
BAGGIO, A.J.; HEUVELDOP, J. 1982. Implantacao, manejo e utilizacao do sistema agroflorestal cercas vivas de (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud) en Costa Rica. Boletín de Pesquisa Florestal No.5:19-52.
- 15415
BELIARD, C.A. 1983. Resultados preliminares de la producción de biomasa en cercos vivos de *Gliricidia sepium* bajo dos frecuencias de poda en la región de La Palmera, San Carlos, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 12 p.
- 12696
BELIARD, C.A. 1984. Producción de biomasa de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda (tres, seis y nueve meses). Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 97 p.
- 15462
BELIARD, C.A. 1984. Tablas de rendimiento de rebrotes (leña y forraje) en cercos vivos de *Gliricidia sepium* en la zona de Siquirres, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 5 p.
- 15623
BELIARD, C.A.; MORA, E. 1984. Preliminary fresh weight tables for *Gliricidia sepium* branches of live fence posts in the "La Francia" farm, Guápiles, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 7 p.
- 10530
CALIX, R. 1970. Identificación dendrológica y anatómica de 37 especies arbóreas de Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970. 181 p.
- 20725
CALIX M., J.O. 1986. Producción de plántulas de *Eucalyptus camaldulensis*, *Leucoena leucocephala* y *Gliricidia sepium* en Honduras. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 161-166.
- 20812
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986 Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Serie Técnica. Informe Técnico no.79. v.2., 724 p.

- 20756
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico No.86. 222 p.
- 20241
CHANG, B. 1985. Comportamiento inicial de 23 especies forestales en suelos vertisoles y vérticos de una zona semi-árida en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 144 p.
- 20381
CHANG, B.; MARTINEZ H., H.A. s.f. Collection of *Gliricidia sepium* seed in Central America for provenance trials. FAO. Forest Genetic Resources Information No.14. pp. 50-55.
- 11402
DACCARETT, M.; BLYDENSTEIN, J. 1968. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba (Costa Rica) 18(4):405-408.
- 12526
DOW, M. 1984. Multipurpose trees and development. Bostid Development (EUA) 4(1):10-14.
- 20316
EJIK-BOS, C. VAN; MORENO, L.A. 1986. Barreras vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud (matarratón) y su efecto sobre la pérdida de suelo en terrenos de colinas bajas Urabá (Colombia). Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (Col.). CONIF Informa No.6. 16 p.
- 20478
GLOVER, N.T. 1986. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud germplasm collection, conservation and evaluation. Tesis Mag. Sc. Hawaii University. 69 p.
- 20844
GLOVER, N.T. 1986. Herbicide screening for *Gliricidia sepium*. Nitrogen Tree Research Reports (EEUU.) 4:59-61.
- 20845
GLOVER, N.T. 1986. Vegetative propagation of *Gliricidia sepium*. Nitrogen Tree Research Reports (EEUU.) 4:62-63.
- 11243
GOMEZ L., D.A. 1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 166 p.
- 11476
GUTIERREZ Z., G.; SOTO, B. 1976. Árboles usados como sombra en café y cacao. Revista Cafetalera (Guatemala) no.159:27-32.
- 20232
HAGGES C., R.; QUIROS Q., L.M. 1985. *Gliricidia sepium* (revisión de literatura). Dirección General Forestal (Costa Rica). Documento de Trabajo no.22. 10 p.
- 20642
HUGHES, C.E. 1985. Biological considerations in designing a seed collection strategy for *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. (leguminosae). Commonwealth Forestry Review (Inglaterra) 66(1):31-48.
- 20820
KASS, D.; JIMENEZ H.; M. 1986. Effect of applying prunings of *Gliricidia sepium* to maize and beans on an Oxic Dystropept in San Carlos, Costa Rica. Nitrogen Tree Research Reports (EEUU.) 4:11-12.

19555

KIDD, T.J.; TAOGAGA, T. 1984. Survival and herbage yield of six nitrogen-fixing trees intercropped with taro in Western Samoa. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports (EE.UU.)* 2:22-23.

LEGUMINOUS BROWSE. 1977. In Sherman, P.J. Tropical forage legumes. *FAO Plant Production and Protection Series No.2.* pp. 527-568.

20831

LENNE, J.M.; SUMBER, J.E. 1986. Two foliar diseases of *Gliricidia sepium*. *Nitrogen Tree Research Reports (EEUU.)* 4:31.

10032

LEON S., R.E. 1955. Estudio de algunas especies forestales tropicales con especial atención a su comportamiento en el vivero. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 117 p.

18530

LITTLE JUNIOR, E.L. 1982. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Morgantown, West Virginia, Communi-Tech Associates. 354 p.

11530

LOZANO, O.R. 1962. Postes vivos para cercos. *Turrialba (Costa Rica)* 12(3):150-152.

11529

LOZANO, O.R. 1962. Postes vivos para cercos. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA. 75 p.

20779

MACKENZIE, C. 1986. Report on the visit to the West African Evaluation network for *Gliricidia sepium* of the International Livestock Centre for Africa, January-March 1986. s.l., Oxford Forestry Institute. 75 p.

11260

MARTINEZ H., H. 1981. Evaluación de ensayos de especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 200 p.

20295

MARTINEZ H., H.A. 1985. Comportamiento de *Gliricidia sepium* en barbechos de tres años en Gualán, Guatemala. *Silvocnergía (Costa Rica)* No.12:1-4.

20716

MARTINEZ H., H.A. 1986. Producción de leña en la zona seca de Guatemala. In *Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985*, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 77-89.

MARTINEZ H., H.A. 1986. Silvicultura de algunas especies de árboles de uso múltiple II. *El Chasqui (Costa Rica)* no.13:16-23.

15381

MORA F., E. 1983. Introducción al estudio de la variabilidad fenotípica de madero negro *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 51 p.

12563

MORENO, A.H. 1982. Sistemas agroforestales en la producción pecuaria, ejemplo del piñón cubano (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud). Santo Domingo, República Dominicana, Dirección General de Ganadería. 18 p.
(Presentado en I Jornada Técnica-Científica de la Asociación Dominicana de Producción Animal, República Dominicana, 1982).

19981

NAVARRO P., C. 1985. Costos de aprovechamiento y rendimientos de leña de *Gliricidia sepium* en el El Salvador. *Actividades en Turrialba (Costa Rica)* 13(1):8-11.

19505

MUÑOZ C., R. 1984. Ensayos de siembra directa y tratamientos pregerminativos para 7 especies forestales recomendadas para leña. Tesis Ing. Fo. Cartago, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 155 p.

20750

MUÑOZ C., R.; REICHE C., C.E. 1986. Análisis financiero de una plantación familiar de *Gliricidia sepium* en Guanacaste, Costa Rica. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 391-399.

15308

OTAROLA T., A.; UGALDE A., L.A. 1983. Productividad y tablas de biomasa de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, en Bosques naturales de Nicaragua. In Simpósio do grupo de trabalho S1.07.09 da IUFRO: Florestas Plantadas nos Neotrópicos como Fonte de Energia, 1983, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Anais. Viçosa, Brasil, Universidade Federal de Viçosa. pp. 227-260.

19143

OTAROLA T., A.; MARTINEZ H., H.A.; ORDOÑEZ, R. 1985. Manejo y producción de cercas vivas de *Gliricidia sepium* en el noroeste de Honduras. Tegucigalpa, Honduras, COHDEFOR/CATIE. 24 p.

20721

PADILLA Q., F. 1986. Resultados preliminares con especies para leña en la zona sur-oriental de Guatemala. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 133-137.

12195

PERINO, J.M. 1979. Rehabilitation of a denuded watershed through the introduction of kakawate (*Gliricidia sepium* Jacq.). Silvatrop Philippine Forest Research Journal 4(2):49-67.

19540

PICADO V., W.; SALAZAR F., R. 1984. Producción de biomasa y leña en cercas vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. de dos años de edad en Costa Rica. Silvoenergía (Costa Rica) No.1:1-4.

20729

PICADO V., W. 1986. Comportamiento de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud en plantaciones por siembra directa en Guanacaste, Costa Rica. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 191-198.

20272

PRODUCING SEED of *Gliricidia sepium*. 1984. Addis Abada, Ethiopia, ILCA. 11 p.

19598

QUEME V., G.A. 1987. Comportamiento inicial de 12 procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq) Steud en tres localidades de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. 65 p.

15457

REICHE C., C.E.; NAVARRO P., C.; ZAMBRANA, H. 1984. Propuesta de plan de trabajo y aspectos metodológicos para la obtención de costos de aprovechamiento de leña en plantaciones de *Gliricidia sepium* en El Salvador. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 4 p.

19729

RICHMOND, A. 1984. Estudio de cuatro métodos de propagación de cinco especies forestales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 110 p.

19645

RIMANDO, R.M. 1981. Growth and development of some fuelwood species in different potting media. *Sylvatrop, The Philippine Forest Research Journal* 6(3):91-100.

15309

ROSE, D.; SALAZAR, R. 1983. Lineamientos generales para la evaluación de producción de biomasa y leña en cercas vivas viejas de *Gliricidia sepium*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 7 p.

15317

SALAZAR, R. 1983. Lineamientos generales para la evaluación de producción de biomasa y leña en cercas vivas nuevas de *Gliricidia sepium*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 9 p.

19577

SALAZAR, R. 1984. Producción de leña en árboles de *Gliricidia sepium* usados como sombra en cafetales en Costa Rica. *Silvoenergía (Costa Rica)* No.2:1-4.

19727

SALAZAR, R. 1986. Genetic variation in seeds and seedlings in ten provenances of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. *Forest Ecology and Management (Holanda)* 16(1-4):391-401. (Presentado en Symposium on Establishment and Productivity of Tree Plantings in Semiarid Regions, Texas, 1985).

20209

SRISKANDARAJAH, N. 1985. Evaluation of *Gliricidia sepium* as forage for small ruminants in Papua New Guinea. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports (Hawaii)* 3:37-38.

12742

SUMBERG, J.E. 1985. Collection and initial evaluation of *Gliricidia sepium* from Costa Rica. *Agroforestry Systems (Holanda)* 3(4):357-361.

20670

SUMBERG, J.E. 1986. Alley farming with *Gliricidia sepium*: germplasm evaluation and planting density trial. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 63(2):170-172.

19434

U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES; CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y Tradinsa. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 344 p.

*TUMALIUAN, B.T. 1985. Species and provenance trial of selected fuelwood species. *Sylvatrop (Filipinas)* 10(1):35-48.

12202

VACLAV, J.S.E. 1976. Growing of shade trees in the tea gardens of Bangladesh. *Silvacultura Tropica et Subtropica (Checoslovaquia)* 5:77-84.

10206

VASTEY, J. DE. 1962. Estudios sobre propagación de especies forestales por estaca. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 67 p. 59 ref.

15111

VOLKART, C.; CANO, R.G. 1982. Comportamiento de especies forestales de interés para leña en ensayos y plantaciones en Honduras. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico no.29. 26 p.

19384

WOTOWIEC, P.; MARTINEZ H., H.A. 1984. Estudios silviculturales con especies para producción de leña en la zona semiárida de Guatemala; informe preliminar. Guatemala, INAFOR/CATIE. 86 p.

20722

ZAMBRANA, H. 1986. Comportamiento inicial de once especies para leña en El Salvador. In *Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva*, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 139-146.

18043

ZANNOTTI, J.R. 1983. Ensayos de seis especies forestales para producción de leña. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. 72 p.

Mimosa scabrella

12972

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A.; GRACA, L.R.; CECCON, E. 1986. Sistema agroflorestal tradicional da bracatinga com culturas agrícolas anuais. Boletim de Pesquisa Florestal (Brasil) no.12:73-82.

19777

BIANCHETTI, A. 1981. Métodos para superar a dormência de sementes de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). EMBRAPA (Brasil). Circular Técnica No. 04. 18 p.

20148

CAMPOS A., J.J.; BAUER, J. 1985. *Mimosa scabrella*: leguminosa promissora para zonas altas. Silvoenergía (Costa Rica) No.9:1-4.

19494

CAMPOS, C.H.O.; GRACA, L.R.; RIBAS, L.C. 1986. A produtividade do bracatingal tradicional a través do tempo. Boletim de Pesquisa Florestal (Brasil) no.12:35-46.

20812

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986 Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Serie Técnica. Informe Técnico no.79. v.2., 724 p.

20756

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986 Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico no.86. 277 p.

19467

FARINHAQUE, R. 1981. Influencia de umidade no poder calorífico da madeira de bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth), e aspectos gerais de combustao. FUPEF (Curitiba). Serie Técnica no.6. 15 p.

12971

GRACA, L.R.; RIVAS, L.C.; BAGGIO, A.J. 1986. A rentabilidad económica de bracatinga no Parana. Boletim de Pesquisa Florestal (Brasil) no.12:47-72.

18530

LITTLE JUNIOR, E.L. 1982. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Morgantown, West Virginia, Communi-Tech Associates. 354 p.

20885-20890

MULTIPURPOSE AUSTRALIAN trees and shrubs; lesser-known species for fuelwood and agroforestry. Ed. by John W. Turnbull. Australian Centre for International Agricultural Research. ACIAR Monograph Series no.1. 313 p.

19493

PEREIRA, J.L.D.; LAVORANTI, O.J. 1986. Comparação da qualidade da madeira de tres procedencias de *Mimosa scabrella* Benth. para fins energéticos. Boletim de Pesquisa Florestal (Brasil) no.12:30-34.

20733

PICADO V., W. 1986. *Mimosa scabrella* especie con potencial para sombra y producción de leña en cafetales de Costa Rica. In Técnicas de Producción de Leña en Fincas Pequeñas y Recuperación de Sitios Degradados por Medio de la Silvicultura Intensiva, 1985, Turrialba, Costa Rica. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Ed. por Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 227-239.

19979

PICADO V., W. 1985. *Mimosa scabrella* sobrevivencia y crecimiento inicial en San Ramón, Costa Rica. Silvoenergía (Costa Rica) No.6:1-4.

20382

REICHE C., C.E.; CAMPOS A., J.J. 1986. El consumo de leña en los beneficios de café de Costa Rica: problemas y alternativas forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico no.68. 72 p.

19729

RICHMOND, A. 1984. Estudio de cuatro métodos de propagación de cinco especies forestales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 110 p.

19703-19716

SEMINARIO SOBRE ATUALIDADES E PESPECTIVAS FLORESTAIS "BRACATINGA UMA ALTERNATIVA PARA REFLORESTAMENTO, 4., 1981, CURITIBA, BRASIL. 1981. Anais. Curitiba, Brasil, EMBRAPA. 188 p.

20075

SOARES, R.V.; TUYOSHI H., R. 1984. Estimativa de biomasa energética de árboles de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Boletim Técnico no.8. 12 p.

19434

U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES Y CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Especies para leña: arbusto y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y Tradinsa. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 344 p.

Pinus caribaea

- *ANTHONY, J.; FREEZAILLAH BIN, C.Y. 1969. Observations on the growth and development of *Pinus caribaea* Mor. seedlings growth in various potting mixtures. *Malayan Forester* 32(3):303-328.
- *BARRET, W.H.G.; GOLFARI, L. 1962. Description of two new varieties of *Pinus caribaea*. *Caribbean Forester* (Puerto Rico) 23(2):59-71.
- 12219
BELL, T.I.W. 1981. Tree spacing and cattle grazing in young *Pinus caribaea* plantations in Fiji. *Forestry Dept. of Fiji* (Sura). *Fiji Pine Research Paper no.9*. 7 p.
- 10638
BOHORQUEZ R., J.A. 1972. Zonificación de algunas especies forestales para el Huallaga Central. *Tingo María, Perú. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA*. 172 p.
- *BRANDI, R.M.; BARROS, N.F. DE. 1971. Rooting of cuttings of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Revista Ceres* (Brasil) 18(98):270-278.
- *BRIGDEN, L.G.; WILLIAMS, E.R. 1984. An assessment of a 5.5 year old *Pinus caribaea* var. *hondurensis* progeny trial in the northern territory of Australia. *The Malaysian Forester* 47(4):312-321.
- *BRITO, P.; COMERMA, J.; CAÑIZALES, R. 1975. Aptitud de las tierras de la zona de *Pinus caribaea*. *Agronomía Tropical* (Venezuela) 25(4):295-304.
- 20812
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. *Serie Técnica. Informe Técnico no.79. v.2., 724 p.*
- 20113
CHAVES S., E. 1982. Relación productividad-densidad de vuelo en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. en las sabanas al sur del Estado Mórganas, Venezuela. *Tesis Mag.Sc. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes*. 78 p.
- *CORREA, A. DE A.; LUZ, C.N.R. 1976. Papermaking species for afforestation. II. *Pinus caribaea* var. *hondurensis* introduced in Amazonia. *Acta amazonica* (Brasil) 6(1):75-98.
- 18196
EVANS, H.B.L.; SABIDO, O.A. 1980. Pruebas de procedencias de *Pinus caribaea* en Belice. In *Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de Madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones, 1980. Río Piedras. Actas. Redactado por J.L. Whitmore. Río Piedras, Instituto Tropical Forestal. pp. 306-313.*
- *FERNANDEZ, P. DE S. 1967. Manejo de *Pinus caribaea* variedad *hondurensis*. *Silvicultura em Sao Paulo* 66:203-208.
- *FREEZAILLAH, B.C.Y. 1966. Some notes on *Pinus caribaea* Mor. in Malaya. *Kepong Forest Research Institute. Research Pamphlet no.54*. 24 p.
- *GEARY, T.F.; AVILA CORTES, G.; HADLEY, H.H. 1971. Germination and growth of *Pinus caribaea* directly sown into containers as influenced by shade, phosphate and calcium. *Turrialba* (Costa Rica) 21(3):336-342.

*GHOSH, R.C.; BAKHSHISH SINGH.; SHARMA, K.K. 1976. Optimum depth of sowing for propagation of tropical pines. *Indian Forester* 102(9):555-567.

19383

GIBSON, I.A.S., comp. 1979. Diseases of forest trees widely planted as exotics in the tropics and southern hemisphere; Part II: The genus *Pinus*. Inglaterra, CAB/CFL. 135 p.

*GOURGEL FILHO, O.A. et al. 1985. *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em Sao Paulo (Brasil) 4-5(4):203-208.

*GRAY, K.M. 1972. Potential of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. and Golf. in Jamaica. In Barley, J. y Nikles, D.G., eds. Selection and breeding to improve some tropical conifers. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. v.1, pp. 235-250.

18198

GREAVES, A. 1980. Productividad mejorada en plantaciones futuras de *Pinus caribaea* Morelet y *Pinus oocarpa* Schiede mediante cooperación internacional. In Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de Madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones, 1980. Río Piedras. Actas. Redactado por J.L. Whitmore. Río Piedras, Instituto Tropical Forestal. pp. 319-329.

*IBRAHIM B., S.A. 1969. Hemaphroditic flowers of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Malayan Forester* 32(3):272-273.

10672

*ISOLAN, F.B. 1972. Estudio da qualidade de sitio para *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari no cantão de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 83 p.

*LAMA G., G. DE LA. 1976. Plantaciones forestales en Venezuela. Evaluación y sugerencias para su desarrollo. FAO report no. Ven. 72/019. 85 p.

*LAMB, A.F.A.; comp. *Pinus caribaea*. 1973. Oxford, Unit of Tropical Silviculture.

19974

LIEGEL, L.H. 1981. Seasonal nutrition of 3-and 4-year-old *Pinus caribaea* foxtails and - branched trees in Puerto Rico. Tesis Ph D. North Carolina State University. 141 p.

18530

LITTLE JUNIOR, E.L. 1982. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Morgantown, West Virginia, Communi-Tech Associates. 354 p.

10419

*LOAIZA G., V.H. 1967. El efecto del uso de herbicidas y fertilizantes en el crecimiento de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Séneclauze) Barret et Golfari y *Eucalyptus saligna* Smith en plantaciones. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 104 p.

*LOWERY, R. 1980. Production of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* planting stock using pregirdled stem cuttings. *Malaysian Forester* 43(1):16-23.

11260

MARTINEZ H., H.A. 1981. Evaluación de ensayos de especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 200 p.

*MEHROTRA, M.D. DEO, A.D.; NEGI, K.S. 1976. Fusel needle disease of *Pinus caribaea* in India. *Indian Forester* 102(3):146-188.

*MILLER, A.D.S. 1969. Provisional yield tables for *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Trinidad. Trinidad Government Printo. 4 p.

10062

MONTENEGRO M., E. 1957. Posibilidades de introducir algunas coníferas de México y América Central en Colombia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 151 p.

10741

*MUSALEM S., M.A. 1973. Estudio del comportamiento de *Pinus caribaea* Morelet en el trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 108 p.

*MUTTIAH, S. 1970. Initial observations on the introduction of *Pinus caribaea* in Ceylon and certain rooting, transpiration and mycorrhizal studies on seedlings of two provenances of this species under controlled conditions. *Ceylon Forester* 9(3-4):98-141.

*MUTTIAH, S. 1972. Effect of drought on mycorrhizal of *Pinus caribaea* Morelet. In Burley, J. y Nikles, D.G.; eds. Selection and breeding to improve some tropical conifers. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. v.1, pp. 133-135.

*MUTTIAH, S. 1972. Effect of drought on mycorrhizal association of *Pinus caribaea*. *Commonwealth Forestry Review (England)* 51(2):116-120.

18186

NAPIER, I.A. Calidad de la plántula: un factor decisivo en el establecimiento de plantaciones de pinos a raíz desnuda en los trópicos. In Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de Madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones, 1980. Río Piedras. Actas. Redactado por J.L. Whitmore. Río Piedras, Instituto Tropical Forestal. pp. 172-190.

15643

ORTEGA B., H. 1986. Factores edáficos y topográficos que determinan la calidad de sitio en plantaciones jóvenes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en Pavones, Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 110 p.

*RAETS, G.H. 1962. Apuntes preliminares sobre el desarrollo del *Pinus caribaea* en el vivero en relación con la presencia o ausencia de la micorriza. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Boletín no.9. pp. 1-5.

*RAETS, G.H. Apuntes preliminares sobre el desarrollo del *Pinus caribaea* en el vivero en relación con la presencia o ausencia de la micorriza. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. (Venezuela) Boletín no. 9. v.52. pp. 1-5.

18521

REYES C., J.A.; GONZALEZ B., J.C. 1982. Siembra directa con *Pinus caribaea* en La Mosquitia de Honduras. In Simposium IV Jornada de Reforestación, 1982, Siguatepeque, Honduras. Actas. Ed. por O.E.Munguía; E.M.Molina. Tegucigalpa, Honduras, COHDEFOR. pp. 185-191.

11031

REYNA R., N. 1978. Análisis del crecimiento de madera y estudio de la mancha azul en *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 128 p.

11172

REYNA R; GEWALD, N. 1980. Análisis del incremento de madera en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. en Turrialba, Costa Rica. *Turrialba (Costa Rica)* 30(2):167-172.

*RODRIGUEZ G., R.; CARRERO N., O. 1975. Plantaciones de pino caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en Chaguaramas. Caracas, MAG, 56 p.

*SALAS, F. 1976. Consideraciones ecológicas del área de Chaguaramas para el *Pinus caribaea*. *Venezuela Forestal* no. 1:8-23.

10746

SALAZAR F., R. 1973. Zonificación ecológica de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y *Tectona grandis* para Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 123 p.

*SALAZAR F. 1976. Rendimiento del *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. a los ocho años de edad en el cantón de Turrialba. Turrialba, Centro Agrícola Cantonal de Turrialba. 33 p.

15496

*SALAZAR F. 1982. Comportamiento juvenil de nueve procedencias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barrett y Golfari en Costa Rica. *Turrialba (Costa Rica)* 32(4):387-397.

15388

*SALAZAR F. 1983. Genetic variation in needles of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf. from natural stands. *Silvae Genetica (Alemania)* 32(1-2):52-59.

15444

*SALAZAR F. 1983. Karyotype analysis in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf. *Silvae Genetica (Alemania)* 32(5-6):184-188.

20447

*SALAZAR F. 1985. Productividad del *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf. en Turrialba, Costa Rica. *IPEF (Brasil)* no.29:19-24.

18102

*SALAZAR F. 1986. Seed and seedling provenance variation under greenhouse conditions of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf. *IPEF (Brasil)* no.32:25-32.

18142

SHEIKH ALI, A. 1980. Plantation Forestry Practices in Malaysia. In *International Seminar on Tropical Forests Source of Energy through Optimisation and Diversification, 1980, Malaysia. Proceedings.* Edited by P.B.L. Srivastava. Selangor, Malaysia. pp. 349-360.

*SIEMON, G.R.; HEATHER, W.A.; HALL, N. 1976. Compression strength values for caribbean pine and their relationship with basic density and percentage latewood. *Australian Forest Research* 7(2):109-113.

*SLEE, M.U.; SPIDY, T. 1970. Incidence of graft incompatibility with related stock in *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* B. et G. *Silvae Genetica (Alemania)* 19(5-6):184-187.

*SLEE, M.U; NIKLES, D.G. 1968. Variability of *Pinus caribaea* (Mor.) in young Queensland plantations. sl., Queensland. Department of Forestry. 50 p.

*SRIVASTAVA, P.B.L.; ABANG NARUDDING, A.Z. 1979. The response of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* seedlings to nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. *Plant and Soil (Netherlands)* 51(2):215-232.

*SUASSUNA, J. 1977. A cultura do *Pinus*: uma perspectiva e uma preocupação. *Brasil Florestal* 8(29):27-36.

*TAYLOR, B.W. 1962. The status and development of the Nicaragua Pine savannas. *Caribbean Forester (Puerto Rico)* 23(1):21-26.

11275

UGALDE A., L.A. 1981. Producción de semillas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en La Yeguada, Panamá. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 9 p.

11278

UGALDE A. 1981. Tablas de volumen para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la Reserva Forestal La Yeguada, Panamá. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 13 p.

19279

U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1983. Firewood crops; shrub and tree species for energy production. Washington, D.C., National Academy Press. v.2., 92 p.

19434

U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES; CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Especies para leña: arbusto y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y Tradinsa. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 344 p.

19591

VASQUEZ V., W. 1987. Desarrollo de índices de sitio y selección de un modelo preliminar de rendimiento para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la Reserva Forestal La Yeguada, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE/UCR. 113 p.

10208

VEGA C., L. 1962. Introducción de coníferas en diversas zonas ecológicas de Costa Rica y efecto de la micorrizas en su crecimiento inicial. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 117 p.

*VENATOR, C.R. 1976. Natural selection for drought resistance in *Pinus caribaea* Morelet. Turrialba (Costa Rica) 26(4):381-387.

*VIEIRA, V. 1967. *Pinus caribaea* on the white sands in Guyana. Commonwealth Forestry Review (England) 46(4):316-322.

*VINCENT, A.J.; MANG, M. 1972. Growth of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. and goef. in Fiji. In Burley, J. y Nikles, D.G., eds. Selection and breeding to improve some tropical conifers. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. v.1, pp. 351-365

*VINCENT, L.W. 1970. Plantations of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Surinam with particular reference to site quality. Revista Forestal Venezolana 13(19-20):27-59.

10281

VOLKART, C.M. 1964. Formación de micorrizas en pinos centroamericanos bajo condiciones controladas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 60 p.

*VOLKART, C.M. 1964. Formation of mycorrhizae on Central American Pines under controlled conditions. Turrialba (Costa Rica) 14(4):203-205.

*VOORHOEVE, A. G.; WEELDEREN, A.W.H.VAN. 1971. Nursery practice of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Surinam. Turrialba (Costa Rica) 21(1):89-97.

*VOZZO, J.A.; BRISCOE, C.B. 1963. The response of Honduras Pine to various photoperiods. Caribbean Forester (Puerto Rico) 24(1):53-55.

19973

*WOLFFSOHN, A. 1983. *Pinus caribaea* var. *hondurensis*: estudios sobre su manejo en sitios nativos. Escuela Nacional de Ciencias Forestales (Hond.). Serie Miscelánea No.3. 66 p.

Tectona grandis

11305

AGUIRRE C., A. 1963. Estudio silvicultural y económico del sistema taungya en condiciones de Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 105 p.

*ASIDDAO, F.; NASTOR, M. 1960. Analysis of data on growth study of teak (*Tectona grandis* L.F.) in Bohol reforestation project, Colonia, Carmen, Bohol. Philippine Journal of Forestry 16(3-4):183-193.

18274

BRITWUM, S.P.K. 1978. Species and provenance selection of tropical hardwood species with special reference to West Africa. In Consulta Mundial sobre Mejoramiento de Arboles Forestales, 3., 1977, Canberra, Australia. Documentos. Canberra, Australia, CSIRO. v.1. pp. 143-154.

20812

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986 Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. Serie Técnica. Informe Técnico no.79. v.2., 724 p.

20756

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico No.86. 222 p.

*CHAUDHARI, N.R. 1963. Preliminary trials of pre-sprouted stump planting for artificial regeneration of teak. Indian Forester 89(9):638-640.

20233

CHAVARRIA E., M.I.; QUIROS Q., L.M. 1985. *Tectona grandis* (revisión de literatura). Dirección General Forestal (Costa Rica). Documento de Trabajo No.21. 11 p.

*CHATTERJEE, P.N.; SEBASTIAN, V.O. 1965. The feeding habits of larvae of *Hapalla machaeralis*, the teak leaf skeletonizer on the leaves of *Lantana camara* Linn., and a suggestion for involving a new insecticide. Indian Forester 91(3):200-202.

*DABRAL, S.L.; AMIN, P.W. 1975. Poor fruit formation in Teak in Chanda forest of Maharashtra. Indian Forester 101(10):616-620.

*DABRAL, B.G.; BALI, H.K.; BHALLA, H.K.L. 1964. New studies under forest plantations at New Forest, Dehra Dun. Indian Forester 90(3):169-170.

18279

DELAUNAY, J. 1978. Premiers résultats des essais internationaux de provenances de teck, *Tectona grandis*, deux ans après leur mise en place en Côte D'Ivoire. In Consulta Mundial sobre Mejoramiento de Arboles Forestales, 3., 1977, Canberra, Australia. Documentos. Canberra, Australia, CSIRO. v.1. pp. 267-271.

18280

DELAUNAY, J. 1978. Résultats d'essais de provenances de teck, *Tectona grandis*, six ans après leur mise en place en Côte D'Ivoire. In Consulta Mundial sobre Mejoramiento de Arboles Forestales, 3., 1977, Canberra, Australia. Documentos. Canberra, Australia, CSIRO. v.1. pp. 273-284.

*DHANARAJAN, G. 1976. Some observations on the teak collar ring borer *Endoclytus gmelina* (Lepidoptera: Hepialidae) in north western Malaysia. Malaysia Forester 39(4):214-223.

11798

EGUNJOBI, J.K. 1974. Litter fall and mineralization in a teak *Tectona grandis* Stand. *Oikos* (Dinamarca) 25(2):222-226.

*FERNANDO, S.N.U. 1965. Teak in Ceylon nurseries. *Ceylon Forester* 7(1-2):57-59.

*FREEZAILLAH BIN CHE YEOM. 1965. Soil survey assesement for the extension of teak planting in the Chuchok Valley, Mata Ayer Forest Reserve, Perlis. *Malayan Forester* 28(2):230-239.

18038

FRIDAY, K.S. s.f. Site index curves for teak (*Tectona grandis* L.) in the Limestone Hill Region of Puerto Rico. Yale School of Forestry and Environmental Studies. TRI Working Paper. 47 p.

*GHOSH, R.C. 1965. Teak plantations of Nort Bengal. *Indian Forester* 91(2):83-92.

19382

GIBSON, I.A.S., comp. 1975. Diseases for forest trees widely planted as exotics in the tropics and southern hemisphere; Part I: Important members of the myrtaceae, leguminosae, verbenaceae and melliaceae. Inglaterra, CAB/CFI. 51 p.

11243

GOMEZ C., D.A. 1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 166 p.

19504

GRUPO DE TECNOLOGIA APROPIADA. 1984. Arboles para leña y madera combinados con cultivos anuales. Panamá, GTA-RENARE/CATIE. 24 p.

18295

HARAHAP, R.M.S.; SOERIANEGARA, I. 1978. Heritability of some characters in teak (*Tectona grandis* L.F.) In *Consulta Mundial sobre Mejoramiento de Arboles Forestales*, 3., 1977, Camberra, Australia, CSIRO. v.2. pp. 649-665.

18191

HASE, H.; FOELSTER, H.; CASTILLO, J.B. 1980. Requerimiento de elementos nutritivos y potencial de producción de plantaciones de teca *Tectona grandis* en el suelo franco aluvial arenoso en los llanos occidentales de Venezuela (datos preliminares). In *Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de Madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones, 1980, Río Piedras. Actas. Redactado por J.L. Whitmore. Río Piedras, Instituto Nacional Forestal. pp. 255-264.*

*HEIDING, H. 1985. Teak, *Tectona grandis*, Linn. f. *Danida Forest Seed Centre* (Dinamarca). Seed Leaflet No. 4. 21 p.

19128

HENAO T., I.D. 1982. Estudio de rendimientos y rentabilidad en una plantación de teca (*Tectona grandis* L.F.) del Departamento de Córdoba, Colombia. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 2(1-2):1-78.

*HOCHING, D.; JAFFER, A.A. 1967. Observaciones de campo sobre la pudrición radical de la teca en Tanzania. *Boletín Fitosanitario de la FAO* 15(1):10-14,

KAOSA-ARD, A. 1986. Teak, *Tectona grandis*, Linn. f. nursery techniques; with special reference to Thailand. *Danida Forest Seed Centre* (Dinamarca). Seed Leaflet No. 4A. 42 p.

18271

KEIDING, H.; KEMP, R.H. 1978. Exploration, collection and investigation of gene pines and teak. In *Consulta Mundial sobre Mejoramiento de Arboles Forestales*, 3., 1977, Camberra, Australia. Documentos. Camberra, Australia, CSIRO. v.1. pp. 13-31.

19634

KEOGH, R.M. 1975. El futuro de la teca en América Tropical; estudios sobre *Tectona grandis* en el Caribe, Centroamérica, Venezuela y Colombia. *Unasyva* (FAO) 31(126):13-19.

18179

KEOGH, R.M. 1980. Teca (*Tectona grandis* Linn. F.): cuadro provisional de la clasificación de sitios para el Caribe, Centro América, Venezuela y Colombia. In Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de Madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones, 1980, Río Piedras. Actas. Redactado por J.L. Whitmore. Río Piedras, Instituto Nacional Forestal. pp. 76-90.

18178

KEOGH, R.M. 1980. Teca (*Tectona grandis* Linn. F.): crecimiento del volumen y prácticas de raleo en el Caribe, Centro América, Venezuela y Colombia. In Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de Madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones, 1980, Río Piedras. Actas. Redactado por J.L. Whitmore. Río Piedras, Instituto Nacional Forestal. pp. 62-75.

18200

KEOGH, R.M. 1980. Teca (*Tectona grandis* Linn. F.): procedencias del Caribe, Centro América, Venezuela y Colombia. In Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de Madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones, 1980, Río Piedras. Actas. Redactado por J.L. Whitmore. Río Piedras, Instituto Nacional Forestal. pp. 356-372.

19916

KEOGH, R.M. 1984. The care and management of teak (*Tectona grandis* L.F.) plantations; a practical field guide for foresters in the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. s.n.t. 54 p.

12081

KIO, P.R.O.; BADA, S.O.; OKALI, D.U.U. 1982. Food crop yield under teak and *Cassia siamea* in South-Western Nigeria. In Workshop on Agroforestry in the African Humid Tropics, 1981, Ibadan (Nigeria). Edited by MacDonald Proceedings. Tokyo, Japan. pp. 108-110.

18039

LARSON, B.C.; ZAMAN, M.N. s.f. Spacing and thinning guidelines for teak (*Tectona grandis* L.). Yale School of Forestry and Environmental Studies. TRI Working Paper No.2. 17 p.

18172

LUGO, A.E.; SCHMIDT, R.; BROWN, S. 1980. Evaluaciones preliminares del almacenaje y de la producción de tallos de madera y otra materia orgánica en plantaciones de árboles tropicales. In Simposio IUFRO/MAB/Forest Service, Producción de Madera en los Neotrópicos por Medio de Plantaciones, 1980, Río Piedras. Actas. Redactado por J.L. Whitmore. Río Piedras, Instituto Nacional Forestal. pp. 8-17.

11260

MARTINEZ H., H. 1981. Evaluación de ensayos de especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 200 p.

11551

MOORE, D. s.f. The formation of teak (*Tectona grandis*) plantations by the group planting systems. In World Forestry Congress, 6., 1966, Madrid. Proceedings. s.l., s.e. pp. 2530-2534.

18290

MUNISWAMI, K.P. 1978. Population improvement and hybridization - teak. In Consulta Mundial sobre Mejoramiento de Arboles Forestales, 3., 1979, Canberra, Australia. Documentos. Canberra, Australia, CSIRO. v.2. pp. 507-544.

*MELO, H. DO A. 1963. The introduction of teak into Brazil. *Anuario Brileriro de Economía Florestal* 15:113-119.

*ORDOÑEZ LOPEZ, M. 1968. Diferentes sistemas de plantaciones forestales tropicales para teca (*Tectona grandis* L. F.) y amarillo (*Centrolobium patinensi* Pittier). Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Central, Facultad de Agronomía y Veterinaria. 89 p.

*RAETS, G.H. 1965. Informe preliminar acerca del cultivo de *Tectona grandis* L. F. en la Estación de Barinitas, Venezuela. Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación (Venezuela) no.18:29-40.

12339

RAMDIAL, B.S. s.f. The taungya as practised in Trinidad with emphasis on teak (*Tectona grandis* L.). s.l., s.e. 14 p.

*RAWAT, M.S.; KEDHARNATH, S. 1968. Field grafting and budding in teak *Tectona grandis* L.F. Indian Forester 94(3):259-262.

*RODRIGUEZ MARCANO, A. 1963. El cultivo de la teca (*Tectona grandis*) en Venezuela: información general y resultados preliminares de algunos ensayos de crecimiento. Revista Forestal Venezolana 6(8-9):49-72.

10746

SALAZAR F., R. 1973. Zonificación ecológica de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y *Tectona grandis* para Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 123 p.

*SINGH, J.S. 1962. The effect of planting teak of different seed origins on Gangetic alluvium. Tropical Ecology (India) 3(1-2):119-138.

18879

SOMMER, A.; DOW, T. 1978. Compilation of indicative growth and yield data of fast-growing exotic tree species planted in tropical and subtropical regions. Roma, FAO. 75 p.

*SURI, S.K. 1964. Some foliage measurements of *Tectona grandis* (teak). Indian Forester 90(8):529-534.

*TARIEL, J. 1966. Teak, *Tectona grandis*, in the Ivory Coast. Bois et Forest des Tropiques (Francia) no.107:27-47.

15111

VOLKART, C.; CANO, R.G. 1982. Comportamiento de especies forestales de interés para leña en ensayos y plantaciones en Honduras. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico no.29. 26 p.

*WEIDEMA, W.J. 1966. An information on teak growth in Nicaragua. Turrialba (Costa Rica) 16(4):387-389.

*WJESINGHE, L.C.A. 1963. Pre-sowing treatment trials on teak. Ceylon Forester 6(1-2):4-11.

*WYCHERLEY, P.R. 1966. Teak problems in North Thailand. Malayan Forester 29(2):64-68.

PERSONAL TECNICO DEL CATIE/PROYECTO MADELEÑA*

JEFATURA

Rodolfo Salazar (1990)
Ronnie de Camino (hasta 1990)
Hernán Rodríguez

Coordinador Regional
Coordinador Regional
Administración

SILVICULTURA

Miguel Musalem
David Hughell
Valentín Jiménez
Héctor Martínez (hasta marzo 90)
Luis Ugalde

Silvicultor Principal
Modelación
Silvicultura
Silvicultura
Manejo de Información

SOCIOECONOMIA

Thomas McKenzie
Dean Current

Manuel Gómez
Stanley Heckadon (hasta octubre 90)
Carlos Feiche

Economista Principal
Socioeconomía/Manejo de
Información
Economía
Sociología
Economía

EXTENSION

Carlos Rivas
Héctor Chavarría
Leyla González (hasta marzo 90)

Extensionista Principal
Extensionista Asistente
Sociología

EDICION

Emilio Hidalgo de Caviedes
Carlos Granados

Editor
Documentación

PAISES

GUATEMALA

Carlos Figueroa
Eberto de León

Coordinador-Silvicultura
Economía

EL SALVADOR

Hugo Zambrana
Modesto Juárez

Coordinador-Silvicultura
Economía

HONDURAS

Rolando Ordoñez
Juan F. Pastora

Coordinador-Silvicultura
Economía

COSTA RICA

Carlos Navarro (1990)
Walter Picado (hasta 1990)
Marta Liliana Jiménez (hasta 1990)
William Portilla

Coordinador-Silvicultura
Coordinador-Silvicultura
Coordinadora-Silvicultura
Economía

PANAMA

Blás Morán
Rafael Tirado
Sebastian Sutherland

Coordinador-Silvicultura
Economía
Silvicultura

* Madeleña es un proyecto de investigación, capacitación y disseminación del cultivo de árboles de uso múltiple en América Central y Panamá. Es financiado por AID/ROCAP, y ejecutado por INRENARE de Panamá, DGF de Costa Rica, CONDEFOR de Honduras, CENREN de El Salvador, DIGEBOS de Guatemala con la coordinación regional del CATIE