

CIO  
634.973.42  
J61a

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Departamento de Ingeniería Forestal

Informe de Práctica de Especialidad

Aplicación de un aclareo en **Eucalyptus**  
**saligna** (Smith) y determinación de  
costos e ingresos económicos de  
la extracción de los productos.

San Ramón, Alajuela

Mayra Jiménez Arce

Cartago, Costa Rica

Agosto de 1988

CIO  
634.973.42  
J41-a

Centro Universitario de Occidente
Biblioteca
Derechos Reservados
Número 105393
Fot. de original
Precio \$ 1.000
Muñoz 31 JUL 1992

BIBLIOTECA OCCIDENTE-UCR



0105393

Aplicación de un aclareo en Eucalyptus saligna (Smith) y determinación de costos e



O105393

Centro Universitario de Occidente
Servicios de Biblioteca

(SMITH) Y DETERMINACION DE COSTOS E INGRESOS  
ECONOMICOS DE LA EXTRACCION DE LOS PRODUCTOS  
SAN RAMON, ALAJUELA.

INFORME DE PRACTICA DE ESPECIALIDAD  
PRESENTADO AL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA FORESTAL DEL  
INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA, COMO REQUISITO  
PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO FORESTAL

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

---

Ing. William Cordero Q.  
Especialista en Aprov.  
Forestal I.T.C.R.

---

Ing. Luis Fernando Sage M.  
Economista Forestal  
I.T.C.R.

---

Ing. Walter Picado  
Coord. Nacional del  
Proyecto MADELENA  
CATIE

## DEDICATORIA

A Dios quien me ha dado  
todo cuanto soy

A mi hijo José Guillermo,  
mi mejor amigo y el más  
solidario compañero.

### AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

Al Ing. William Cordero, Profesor consejero por su apoyo y asesoramiento en la realización de este trabajo.

Al Ing. Walter Picado, Coordinador Nacional del Proyecto MADELEÑA por el aporte de ideas y la corrección de los informes.

Al Ing. Luis Fernando Sage, por la revisión de los informes preliminares e indicaciones hechas.

Al Ing. Edgar Ortiz, por su amable disposición y la ayuda brindada en la determinación del IDR para Eucalyptus saligna.

Al Ing. Elias Badilla, por su entera disposición y cada uno de sus colaboradores en la DGF de San Ramón, Carlos Anchia, Mario Quirós, Gerardo Quesada, Gerardo Alvarado, Nehenias Ortega, Amancio Araya, José Luis Jiménez y José L. Monge, por la amabilidad y esfuerzo

con que ayudaron en la realización del trabajo de campo y otras labores.

A los profesores y compañeros de este departamento: Ovidio Novoa, Freddy Rojas, Didier Salas, Juvenal Valerio, Dagoberto Arias, Gustavo Torres, Alberto Méndez por la ayuda y apoyo brindado.

Al proyecto MADELENA del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza por la oportunidad de realizar este estudio y la ayuda económica que me brindaron.

A los señores Dr. Rodolfo Salazar, Ing. William Vázquez, Ing. Carlos Navarro y demás miembros del proyecto MADELENA que en una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

A Lorena Picado, Marvin Sánchez y Lic. Carlos Montealegre por su colaboración y a todos los amigos por el estímulo y amables consejos.

## INDICE

Sección	Página
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
I. Introducción .....	1
♦ Justificación .....	3
♦ Objetivos .....	4
II. Revisión de literatura .....	6
A. Información sobre la especie .....	6
1. Descripción de la especie .....	6
2. Crecimiento y manejo .....	7
B. Aclareos .....	14
1. Definición y objetivos .....	14
2. Efectos del aclarado en el desarrollo y produc-	
ción del rodal .....	14
a- Efecto en el crecimiento en altura .....	14
b- Efecto en el crecimiento en diámetro .....	15
c- Efecto en el crecimiento en área basal y	
volumen .....	15
d- Efecto en la calidad de la madera .....	16

Sección	Página
e- El efecto del raleo en la producción económica de un rodal .....	16
C. Sistemas para determinar el método de ejecución de los aclareos .....	16
1. Aclareo selectivo .....	17
a. Aclareo bajo .....	17
b. Aclareo alto .....	17
c. Aclareo de selección .....	17
2. Aclareo mecánico o sistemático .....	18
3. Aclareo libre .....	18
4. Aclareo mixto .....	19
D. Intensidad de aclarado .....	19
1. Área basal .....	19
2. Espaciamiento relativo (%) .....	21
3. Índice de densidad de Reineke (IDR) .....	22
4. Parcelas de calibración .....	27
E. Productos del aclarado .....	28
F. Costos de extracción de los productos del aclarado .....	29
G. Rendimiento de las labores de aclarado .....	29
1. Definiciones sobre tiempos .....	30

Sección	Página
2. Métodos para determinación de tiempo y producción .....	31
III. Enfoque metodológico .....	34
A. Información del área en estudio .....	34
1. Localización .....	34
2. Datos climáticos .....	34
3. Ecología .....	36
4. Extensión .....	36
5. Suelos .....	36
6. Datos generales .....	37
B. Metodología .....	40
ETAPA I: Recolección de información .....	40
ETAPA II: Determinación de la intensidad de aclareo .....	43
Clasificación de las plantaciones .....	45
ETAPA III: Cálculo de los costos de extracción de los productos .....	46
a. Cálculo del costo de mano de obra ..	46
b. Cálculo de los costos de operación del equipo .....	48

Sección	Página
ETAPA IV: Cálculo del rendimiento económico de los productos del aclareo	48
IV. Análisis de resultados .....	51
A. Determinación del IDR <u>Eucalyptus saligna</u> y Construcción del diagrama para planificar aclareos .	51
B. Diseño de Programas de aclareos ..	56
C. Clasificación de las plantaciones aclareadas	71
D. Análisis del costo de extracción de los productos	78
E. Determinación del rendimiento económico de los productos del aclareo	
V. Conclusiones .....	88
VI. Recomendaciones .....	91
VII. Bibliografia .....	98
VIII. Apéndices .....	104

## I INTRODUCCION

En las últimas décadas en Costa Rica, al igual que en otros países tropicales del mundo, se ha dado importancia al establecimiento de plantaciones de especies nativas y exóticas de valor comercial; cuyo crecimiento sea rápido y responda adecuadamente a la demanda de madera y otros productos por parte de la población.

Una de las especies fórañas introducidas en el país para fines comerciales, por el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) y la DGF (Dirección General Forestal) y plantada mediante el proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía en San Ramón, Alajuela es Eucalyptus saligna. Estas plantaciones están ubicadas en la periferia de dicho Cantón y fueron establecidas a partir del año 1981. Las edades de las mismas varían entre 4 años-7meses y 6 años-9 meses.

En vista de la aparente necesidad que presentaban las plantaciones antes citadas de la aplicación de un aclareo, tanto por su edad como por el desarrollo logrado, se determinó evaluar la posibilidad de aplicar dicha práctica silvícola y realizar la cuantificación de los costos y rendimiento económico de la aplicación de la misma.

El área de estas plantaciones varía entre 0.20 y 1.25

hácticas. Son plantaciones con fines de investigación silycica; en la fase de comportamiento, demostración que fue antecedida por acciones de eliminación y adaptación en pruebas realizadas por el CATIE desde hace 15-20 años.

El proyecto encargado actualmente de dichas investigaciones es MADELEÑA (1).

---

(1) Proyecto MADELEÑA: proyecto de investigación sobre el cultivo de árboles de uso múltiple que ejecuta la DGF con el apoyo técnico y económico del CATIE. Inició en 1985 y concluirá en 1991, estuvo antecedido por el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía en el cual se estableció las plantaciones que se consideran en este estudio.

## JUSTIFICACION

Parte de las labores silvícolas que requiere una plantación y que reviste gran importancia es la aplicación de aclareos. Este tratamiento intermedio favorece el crecimiento y desarrollo de los árboles remanentes y además provee de gran cantidad de productos útiles, que en general, han sido ignorados y no se les ha dado el debido uso.

Para especies de crecimiento rápido como el Eucalyptus saligna esta práctica silvícola debe efectuarse en los primeros 4 a 6 años cuando se requiere producir madera para aserrío como producto final y obtener otros productos intermedios que pueden brindar ingresos económicos y así amortizar en parte la inversión inicial.

Las parcelas de Eucalyptus saligna cultivadas en San Ramón, han tenido mucha aceptación por parte del campesino del lugar ya que estas brindan el producto requerido a corto plazo y por su alta capacidad de rebrote se considera una especie muy favorable que llena las necesidades de quienes la cultivan.

En este lugar, los productos de raleo que son de mayor utilidad para el propietario en particular y para la comunidad en general son: leña, postes para cerca y horcones o varas para construcción rústica.

#### **Léña:**

La leña es uno de los productos que más se requiere en el área, tanto para la población de escasos recursos como para la pequeña industria (trapiches) y la cooperativa de caficultores (Coopecafira) que tiene una alta demanda de este producto y paga precios superiores a otras regiones del país.

Fustes para cerca y horcones o varas para construcción rústica:

Las plantaciones que se desea aclarear se encuentran dentro de fincas con diversos usos (ganadero, agrícola, industrial, etc.) y la utilización de estos productos se da casi en su totalidad en las mismas propiedades.

El presente estudio permitirá adquirir conocimientos sobre prácticas de aclareos en Eucalyptus saligna en Costa Rica y brindará datos de costos y rendimiento de aclareo aplicados a dicha especie; además de permitir conocer el mercado de los productos de esta práctica silvícola en nuestro medio.

#### **Objetivos:**

#### **General:**

Determinar la necesidad de aplicar aclareos y realizar el cálculo de costos y rendimiento económico de los productos extraídos de la aplicación del mismo en plantaciones de Eucalyptus saligna Smith en San Ramón,

Alajuela.

Específicos:

- Determinar cuales plantaciones de la especie Eucalyptus saligna, del proyecto MADELENA en el área de San Ramón, Alajuela, requieren un aclareo.
- Prescribir el método e intensidad de aclareo que se aplicará a las plantaciones.
- Determinar tiempo y costos de aclarear las plantaciones.
- Cuantificar la producción al aplicar este tratamiento silvícola, para las diferentes plantaciones de Eucalyptus saligna en el área de San Ramón, Alajuela.

## II REVISION DE LITERATURA

### A- INFORMACION SOBRE LA ESPECIE

#### 1. Descripción de la especie:

La especie Eucalyptus saligna Smith pertenece a la familia Myrtaceae y comúnmente se le conoce como eucalipto o saligna. Es un árbol grande, de muy buena forma y rápido crecimiento, que puede alcanzar de 40 a 50 metros de altura y diámetros hasta de 1,2 a 1,8m. (Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza 1986).

Es nativo del noreste de Australia, desde los 28° a 36° de latitud sur y de 0 a 1200 metros de altitud sobre el nivel del mar. (Mangieri y Dimitri, 1961; Velez, 1983).

En la zona de origen la temperatura media anual es de 15° a 21°C y el promedio máximo en la estación cálida varía entre 24° y 33°C. En América Central se ha plantado en lugares de temperatura media anual entre 18°C y 26°C. (CATIE, 1986).

En su hábitat natural la precipitación oscila entre 800 y 1800 mm/año. En los sitios experimentales en América Central ésta es generalmente superior a 1900 mm, pero con 4 o 5 meses con déficit hídrico. (CATIE, 1986).

7

Generalmente se desarrolla en suelos limosos o arcillosos, moderadamente fértiles, húmedos no inundables. En Centro América la mejor respuesta en crecimiento se da en suelos sueltos, bien drenados, de origen volcánico. (CATIE, 1986).

Esta especie presenta un buen potencial para la producción de leña debido a su rápido crecimiento y alta producción de biomasa (CATIE, 1986).

Su madera moderadamente dura y pesada ( $0.55 \text{ g/cm}^3$ ), se utiliza para construcción, armado de barcos, durmientes de ferrocarril, pisos, carpintería, tornería y obtención de chapas. (CATIE, 1986). Produce también pulpa para papel de buena calidad de fibra corta y moderada resistencia. (Mangieri y Dimitri, 1971).

## 2. Crecimiento y manejo:

En Centro América se ha plantado en Guatemala, Honduras y Costa Rica con éxito variable. En estos países puede observarse diferencias grandes de crecimiento aún en lugares muy cercanos; ésto se atribuye sobre todo a compactación del suelo por el uso anterior (ganadería). El tipo de suelo afecta también la sobrevivencia. Los factores limitantes para el desarrollo de esta especie han sido suelos sin adecuada preparación, endurecidos, inundables durante una parte del año y el ataque de hormigas defoliadoras (*Atta*

Spp.). (CATIE, 1986). Se ha observado que los eucaliptos lignotuberosos, entre estos el saligna, se recuperan fácilmente después de incendios por su capacidad de rebrote. (Flinta, citado por Vélez, 1982). La tala rasa favorece el rebrote y la regeneración mientras que las cepas que resultan de un raleo simple, se ahogan con la sombra de los árboles remanentes (Vélez, 1983). En un aprovechamiento realizado en San Ramón, Costa Rica, en una plantación sobre suelos dedicados anteriormente al cultivo de caña, a los 31 meses se obtuvo una producción de 43.5 tn/ha, (16.5 tn/ha/año) de leña secada al horno ( $80^{\circ}\text{C}$ ) y 13.3 tn/ha. de follaje (seco al horno). El poder calórico de la madera, es de 18.390 kd/kg. Al plantar se aplicaron 50 g/planta de N-P-K (10-30-10) para abonar la planta. (CATIE, 1986).

- Aclareos en plantaciones de Eucalyptus saligna.

En muchos casos diversas especies de Eucalyptus, entre ellas Eucalyptus saligna, han sido cultivados con la finalidad de producción de leña, pulpa para papel, postes u otros productos que no requieren un alto valor individual como en el caso de la madera de aserrío, por lo que no se ha aplicado aclareos a estas plantaciones.

En Brasil los rodales destinados a producir leña no se aclaran porque se han comprobado que originan un menor rendimiento en lugar de dar beneficios; Navarro de Andrade

comprueba estos resultados para varias especies de Eucalipto en Eucalyptus saligna, el total del producto de leña obtenido en dos cortes, uno a los 7 años de plantado y el segundo, a los 5 años más tarde. Es superior (1516 m<sup>3</sup>) sin esclarecer que aplicando éstos (1402 m<sup>3</sup>) además se evita el trabajo extra y el costo originado por esa labor. (Cozzo, 1955).

En África del Sur no se ralean los rodales de esta especie destinados a la producción de postes para el estibado de las galerías de las minas que, se explotan cuando los árboles tienen un diámetro medio de 20 a 22 cm. (Cozzo, 1955).

En Argentina, hasta ahora, no se ha realizado esta operación, tal vez por falta de conocimientos que sobre esta práctica y sus beneficios poseen los plantadores. (Mangieri y Dimitri, 1961).

Los cultivos sin raleos representan, sin duda, la proporción más grande de las plantaciones mundiales de Eucaliptos, por lo que se tiene poca información sobre programas de raleos. (FAO, 1981).

El raleo es una tarea técnica que requiere gran habilidad para determinar su intensidad y los ejemplares a derribar. El Eucalipto por ser una especie de irregular crecimiento no existen normas de aplicación general de este trabajo; se

sacan aquí y allá los ejemplares de aspecto inferior que puedan afectar a otros, buscando siempre ir abriendo la masa gradualmente. (Cozzo, 1955). Algunos de los programas de aclareo para la especie se describen a continuación:

a. Para el primer raleo a los 6 a 7 años se puede hacer una extracción de una fila cada tres, posteriormente, se continua promoviendo la reducción cada 3 años como se indica en el cuadro N°1. A los treinta años habrá una producción de madera valiosa para aserrío. (FAO, 1976; FAO, 1981).

#### CUADRO N°1

#### ESPACIAMIENTO RECOMENDADO PARA Eucalyptus grandis Y

#### Eucalyptus saligna EN AFRICA DEL SUR.

Edad en años	Número de árboles/ha después del raleo	Porcentaje aclareado	Diametro medio estimado a la altura de pecho (cm.)
0	1330	---	---
6-7	990	25	11-17
9-10	740	25	18-20
12-13	490	33	22-24
15-16	250	50	25-28
18-19	150	40	29-30
21-22	100	33	32-36
30	0	100	56-61

Fuente: FAO, 1981; FAO, 1976.

b. Un segundo programa se basa en criterio técnico, el cual indica que los árboles a extraer son los tortuosos, débiles y los de copa muy desarrollada que puede competir u obstruir el crecimiento de ejemplares vecinos. Los raleos se realizan periódicamente, cada seis o doce meses. No existen porcentajes fijos que determinen la intensidad de cada corta, pues depende de muchos factores. Son comunes los raleos de 4 a 8% de la masa inicial. Solamente el desarrollo del rodal puede indicar la intensidad parcial de cada raleo y el número de estos. (Cozzo, 1955).

c. Se recomienda el empleo de S% (espaciamientos relativos) para diversas especies, entre estas Eucalipto, y se clasifica de acuerdo a edad y calidad de sitio (cuadro N°2). En los trópicos se debe iniciar los aclareos entre los 5 y 8 años, con un régimen de raleo de cada tres años para plantaciones jóvenes, reduciéndolo a cada cinco años en plantaciones mayores. (Lemckert, 1978).

#### CUADRO N°2

ESPACIAMIENTOS RELATIVOS S%  
PARA LAS ESPECIES: Tectona, Gmelina, Eucalyptus.

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

Fuente: Lemckert, 1978.

d. Se conoce de un programa de aclareo en la especie en el Huerto Tupí, Piracicaba, estado de São Pablo, Brasil. La finalidad de este tratamiento es mantener un área basal de 30 m<sup>2</sup>/ha.

**Descripción del programa:** Los 2500 árboles/ha, iniciales se reducen a 1800 árboles entre los 6 y 7 años, eliminando los árboles de diámetro inferior a la media y técnicamente inadecuados. Entre los 9 y 10 años se aclarea bajando de 1800 a 900 árboles/ha. Entre los 12 y 14 años se reduce la población a 540 árboles/ha. Entre los 16 y 18 años se baja a unos 324 árboles/ha. A los 24 a 25 años hay un corte dejando únicamente 195 árboles /ha los cuales se mantienen hasta que se cumpla el turno. (Veiga, 1965).

e. En general puede iniciarse un programa de aclareos entre los 4 o 5 años o cuando la uniformidad de bosque comienza a desaparecer. Las cortas se realizan cada 5 años pero teniendo en cuenta los diferentes crecimientos de los eucaliptos es necesario observar el incremento diametral para determinar el momento indicado. La intensidad de aclareo así como la periodicidad del mismo depende entre otros factores de las especies, además de la calidad de suelo, clima y exposición. (Mangieri y Dimitri 1961).

f. En el año 1978 en Waipoua, Nueva Zelanda, se realizó un experimento con diferentes intensidades de aclareo aplicadas

a la especie Eucalyptus saligna. Esta prueba de aclareos, conocida como A776, consiste en aplicar diferentes intensidades de aclareo a una plantación anteriormente aclareada conservadora y tardíamente, con una reducción a 760 individuos/ha. (a los 5 años de edad). Se utilizaron 8 parcelas de medición con forma de rombo con un área interior de 1000 m<sup>2</sup>; dos por tratamiento. Aplicándose los siguientes tratamientos:

Reducción a 100 y 200 arb/ha (a los 7 años de edad) (2 etapas), reducción a 400 arb/ha (7 años de edad) y 100 y 200 arb/ha (10 años de edad) (3 etapas).

El ensayo mostró el buen crecimiento en respuesta al aclareo que puede darse al realizarlo en Eucalyptus saligna cuando crece en sitios buenos. El régimen de dos etapas de aclareo para 100 árboles por hectárea, resulta ser el de máximo diámetro; pero este régimen posiblemente es muy severo, en vista de lo frágil de la naturaleza de la especie que puede ser dañada por el viento. (Williamson, 1981).

En general la aplicación o no de aclareos se ha decidido según el objetivo de la plantación; si se desea obtener productos pequeños como leña, o postes, no se ha realizado pero, si lo que se ha requerido como producto final es madera de aserrío esta práctica se considera necesaria para obtener diámetros adecuados y madera valiosa para dicho fin.

Hasta el momento los aclareos aplicados a *Eucalyptus saligna* se basan más en criterio técnico o aclareos mecánicos que en índices establecidos y se han aplicado en pocas ocasiones por lo que hay muy poca información sobre esta práctica en *Eucalyptus saligna*.

## B- ACLAREOS

### 1. Definición y objetivos:

Daniel, et al (1982) define el raleo como una operación realizada en un rodal de edad uniforme o en agrupaciones forestales del mismo tipo, en cualquier momento previo al comienzo del periodo de regeneración, en la que el objetivo es redistribuir el potencial de crecimiento o mejorar la calidad del rodal residual. Diversos autores coinciden que un aclareo consiste en una corta intermedia en la masa inmadura con el fin de estimular el crecimiento de los árboles remanentes conformando la plantación y aumentando la producción de material utilizable. (Camacho, 1980; Hawley y Smith, 1972; Troensegaard, 1971, Rodriguez E, 1979).

### 2. Efecto del aclareo en el desarrollo y producción del rodal:

a. Efecto en el crecimiento en altura: El efecto del aclareo en el crecimiento en altura es muy pequeño, máxime si el

sitio es bueno; aunque en algunos casos retarda el crecimiento en altura después de raleos fuertes. (Camacho, 1980).

b. Efecto en el crecimiento en diámetro: El crecimiento en diámetro más que el crecimiento en altura se ve afectado por el aclareo; lo cual ha sido confirmado con muchos experimentos. Raleos ligeros posiblemente no tengan ningún efecto sobre el incremento en diámetro, pero raleos fuertes pueden producir árboles con diámetros de doble tamaño, en el mismo tiempo, del que podrían producir sin raleos. El incremento del diámetro final inducido por raleos periódicos durante la rotación es de alrededor del (Troensegaard, 1971).

c. Efecto en el crecimiento en el área basal y volumen: El incremento en área basal para un rodal puede considerarse constante dentro de un amplio margen de regímenes de aclareo, pero la cantidad que se le atribuye cada árbol puede incrementarse grandemente como efecto de una mayor expansión de la copa y aumento consiguiente de la superficie foliar, consecuencia de la disminución de la densidad. (Hawley y Smith, 1972).

La producción total del volumen para un rodal determinado y en un sitio dado, es para todo fin práctico, constante y óptima dentro de un amplio margen de densidad. (Hawley y

Smith, 1972). Pero el crecimiento más rápido que resulta del raleo, incrementa la producción de madera de fuste, aumentando el volumen comercial y el valor real de la producción. (Troensegaard, 1971; Fierros, 1980).

d. Efecto en calidad de la madera: El aclareo representa la forma fundamental por la que el forestal puede controlar la calidad y cantidad de madera producida por el árbol, el método mas sencillo de lograrlo se basa en extraer los árboles deficientes y favorecer los mejores. (Rodriguez, 1979).

e. El efecto del raleo en la producción económica de un rodal: El conocer los métodos a aplicar para aumentar la producción económica de un bosque es la clave de la comprensión práctica de la aplicación de un aclareo. Lo que se hace en forma general es concentrar la producción en los árboles que tienen un mayor potencial de aumento económico; los otros son removidos sistemáticamente y en forma sucesiva, de este modo las ganancias son mayores (Troensegaard, 1971).

#### C- SISTEMAS PARA DETERMINAR EL METODO DE EJECUCION DE LOS ACLAREOS

Existen diversos sistemas para seleccionar los árboles a ser cortados y los que permanecerán en pie, los más conocidos son los siguientes:

## 1. Aclareo selectivo:

La escogencia de los árboles a eliminar se hace de acuerdo al criterio del técnico que ejecuta el aclareo y los objetivos de la plantación. (Sánchez, 1985). Sus modalidades son:

a. Aclareo bajo: El objetivo principal de este tipo de raleo es la liberación de los árboles dominantes y codominantes y eliminar las clases inferiores de copas, se puede aplicar en diferentes grados. (Daniel et al., 1982; Troensegaard, 1971).

Su desventaja es que los árboles que se cortan son más pequeños, sin valor comercial, sólo se obtiene beneficio como inversión en el valor futuro del rodal. (Troensegaard, 1971).

b. Aclareo alto: El objetivo de este raleo es liberar a los árboles útiles en posiciones dominantes y codominantes con características adecuadas, mediante la eliminación de otros dominantes y codominantes que ejercen una fuerza competitiva.

El raleo alto produce ganancias económicas inmediatas pero el daño potencial ocasionado al rodal residual por la caída de los grandes árboles puede ser mucho mayor. (Daniel et al., 1982). Si se exagera el uso de este método se puede degenerar el bosque. (Troensegaard, 1971).

c. Aclareo de selección: Este elimina todos los árboles que

pertenecen a la clase dominante de copas, liberando los árboles que pertenecen a las clases codominantes e intermedias, para que en el futuro se conviertan en árboles comerciales. Los árboles dominados que morirán probablemente antes de la clara siguiente, también son eliminados con el fin de utilizarlos. (Daniel et al, 1982; Troensegaard, 1971; Camacho, 1980).

### 2. Aclareo Mecánico o Sistemático:

El aclareo mecánico elimina los árboles sin tomar en cuenta la clase de la copa, la calidad o el carácter general de éstos. (Daniel et al, 1982).

Los árboles son seleccionados de acuerdo a un espaciamiento pre-seleccionado o diseño pre-determinado y son apropiados para rodales densos y uniformes, sin raleos anteriores. Este tipo de raleo es, a menudo, no comercial y sirve solamente para aumentar el espaciamiento entre los árboles remanentes; es una inversión en el futuro crecimiento del rodal joven. (Troensegaard, 1971).

### 3. Aclareo libre:

En este raleo, los árboles se talan sin apegarse a ninguno de los métodos mencionados. Los árboles se eliminan según el criterio del técnico. Los criterios utilizados en la

selección incluyen la clase de copa, el vigor, el espaciamiento, la forma y las características de la ramificación. (Daniel et al., 1982). Ralear libremente es dejar un número adecuado de los mejores árboles de acuerdo al producto que se requiera. (Camacho, 1980).

#### 4. Aclareo mixto:

Este raleo consiste en el corte de aquellos árboles dominantes y codominantes que obstruyan de alguna manera el desarrollo de los mejores árboles del piso superior y parte de los oprimidos e intermedios que por sus características físicas u otros factores no tengan interés alguno. (Camacho, 1980).

### D- INTENSIDAD DE ACLAREO

El aclareo requiere de un programa que indique la densidad óptima a que se debe trabajar la población en cada uno de los estados de desarrollo; para lo cual se debe determinar una unidad que sirva como índice para valorar la intensidad del mismo. (Camacho, 1980).

Entre los índices propuestos tenemos:

#### 1. Área Basal:

El área basimétrica es un factor valioso para la prescripción del aclareo siempre y cuando se especifique también el número de árboles o el diámetro medio ya que con igual área basal puede haber un gran número de árboles pequeños o uno menor de árboles de mayor diámetro. (Vincent, 1975).

El área basal y el volumen aumenta con la edad; si se desea mantener el crecimiento del volumen al nivel más alto posible, hay que reducir el área basal periódicamente entre límites más o menos bien definidos. Estos límites varían con la espesura y la calidad de sitio, pero teóricamente, el límite bajo es la mínima densidad posible. Este límite indica el área basal existente después del aclareo. (Troensegaard, 1971).

El problema siguiente es determinar el área basal mínima que hay que mantener en las diversas fases del turno o sea el que hay que dejar después de cada clara. (Hawley y Smith, 1972) Por lo tanto, se hace necesario determinar el área basal limitante para cada especie y determinar como varía según la edad y calidad de sitio. Información que se puede obtener mediante la investigación en parcelas permanentes de / aclareo y rendimiento con el ensayo y comparación de diferentes niveles de ocupación. (Vincent, 1975).

En resumen, el área basal se usa como un control del

regimen de aclarado o criterio para mantener la ocupación o espesura dentro de ciertos límites, el régimen se fija mediante la especificación; por ejemplo, del número de árboles que deben quedar en pie a diferentes edades. (Vincent, 1975).

## 2. Espaciamiento Relativo (%):

Este índice se denomina "índice espacio crecimiento" o SR y correlación el espaciamiento promedio con la altura promedio de los árboles dominantes. El nivel del SR varía con la especie y la calidad de sitio y es muy útil para definir el grado de raleo. (Troensegaard, 1971).

Al emplear este índice se debe especificar los límites entre los cuales se debe mantener para cada estado de desarrollo de la plantación. Estas especificaciones se tabulan indicando la etapa de desarrollo por edad y el SR o límites en que varia este índice. Con base en estas especificaciones es posible determinar el número de árboles que deben quedar en pie a las diferentes edades. El resultado es un régimen numérico basado en las especificaciones sobre el SR. (Vincent, 1975).

La intensidad de raleo se expresa mediante la relación en porcentaje propuesta por Hart (1928), y se expresa así:

$$S\% = \frac{a}{H} \times 100$$

dónde:

a = espaciamiento promedio entre árboles.

H = altura mayor promedio de los 100 árboles más altos en una hectárea. (Vargas, 1986).

El distanciamiento promedio entre árboles se obtiene de la fórmula:

$$N = \frac{10.000}{\frac{\pi}{2} a^2 \sqrt{3}}$$

dónde:

N = número de árboles por hectárea.

Se calcula el S% actual con la altura dominante y el espaciamiento promedio. Luego introduciendo el S% deseado, con igual altura dominante se calcula N-deseado, y la diferencia entre N-actual y N-deseado determina al número de árboles a entresacar. Una vez calculado este número, se hace un raleo de selección. (Lemckert, 1978).

### 3. Índice de densidad de Reineke:

Este índice puede ser la mejor herramienta, cuando el manejo intensivo del rodal requiere de un método refinado, para regular la densidad y ajustarla a metas previamente establecidas. (Daniel et al, 1982).

La variable elegida para evaluar la densidad de un rodal debe ser tal que pueda ser utilizada eficientemente en el diseño de un programa de aclareos. (Ortiz, 1986). La variable índice de densidad del rodal es considerada por Daniel et al (1982) como la mejor.

Este índice tiene diferentes aplicaciones prácticas en lo que se refiere a la evaluación del desarrollo del bosque; entre estos:

- Permite la comparación de las densidades de los rodales sin importar sitio y diferencias de edad; pudiéndose comparar incluso densidades de rodales de diferentes especies o mezclas de ellos.
- Dado un rodal maduro que sea considerado ideal para acoplarse a los objetivos de la explotación, el silvicultor puede calcular mediante el uso de IDR el número óptimo de árboles que debe mantenerse en un rodal inmaduro para que al madurar llegue a tener la densidad ideal.
- Los estudios del aclareo y control de la población de rodales permite establecer el límite inferior y superior del área basal deseable.
- Este índice permite hacer la prescripción de régimenes de aclareo; que resulta no ambiguos, contrario a los régimenes

basados en el área basal. (Daniel et al., 1982)

El índice de densidad del rodal se fundamenta en la regla del auto-raleo, o sea en la relación existente entre el número de árboles por hectárea y su tamaño medio. (Ortiz, 1986). Esta ley describe como se comporta la mortalidad en rodales en condiciones de intensa competencia. (Westoby; citado por Ortiz, 1986).

La linea de auto-raleo representa el límite superior de la combinación de biomasa por hectárea con el número de árboles por hectárea. En ausencia de competencia entre árboles, los rodales tienden a incrementar en biomasa hasta alcanzar el límite impuesto por la linea de auto-raleo. (Ortiz, 1986).

Las relaciones densidad-crecimiento de árboles y rodales han sido establecidas por varios autores en términos de IDR la densidad se evalúa considerando cuatro zonas de este índice: (Figura N°1).

#### Zona 1:

Zona de subutilización del sitio; d<sup>e</sup> densidad baja, crecimiento por árbol máximo, el crecimiento por hectárea se incrementa al aumentar el número de árboles por hectárea.

#### Zona 2:

Zona de transición. El crecimiento por árbol empieza

a decrecer conforme aumenta la densidad. El crecimiento por hectárea sigue en aumento al incrementarse la densidad.

#### Zona 3:

Zona de máximo crecimiento por hectárea. El crecimiento individual sigue disminuyendo y el incremento por hectárea alcanza su máximo.

#### Zona 4:

Zona de banda o de auto-raleo. El crecimiento por árbol y por hectárea disminuye a medida que aumenta la densidad; el límite superior de esta zona está dado por el IDR máximo de la especie. (Ortiz, 1986).

FIGURA N°1

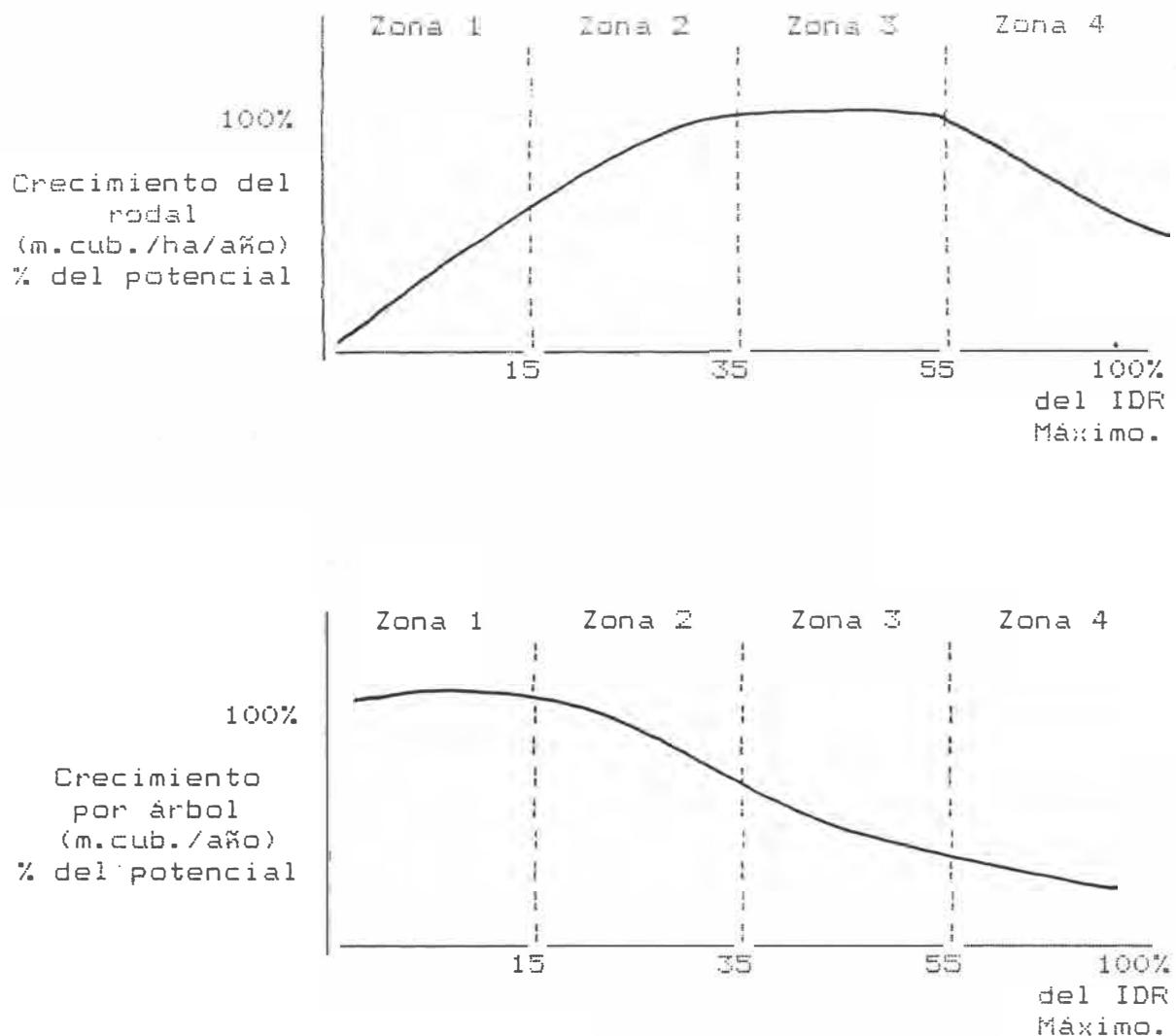


Figura N° 1. Crecimiento del rodal y crecimiento por árbol relacionado con la densidad del rodal expresada como un porcentaje del IDR máx. para la especie. El potencial de crecimiento depende del genotipo, la calidad del sitio y la edad del rodal (según Langsaeter, 1941; citado por Ortiz, 1986).

La metodología a seguir para la construcción de un diagrama para aplicar los aclarados se basa en los trabajos de Langsaeter (1941), Drew y Flewelling (1979) y Long (1985), ha sido fundamentada y explicada por Ortiz (1986).

Los valores exactos para la especie deberán generarse a través de experiencias en la aplicación del método. (Arias y Campos, 1987). Ortiz (1986) da algunos valores de aplicación general para usarlos si no se cuenta con información más detallada.

#### 4. Parcelas de calibración:

Este método consiste en tomar pequeñas porciones representativas del área a aclarar, delimitando parcelas a las cuales se les aplica (sin cortar árboles) talados selectivos. Se determinan los árboles a extraer según criterios de selección basado en apertura de espacio para entrada de luz, forma, estado fitosanitario y desarrollo logrado de los árboles. Para este último parámetro se mide diámetro a altura de pecho y altura total de todos los individuos en la parcela. Posteriormente se analizan los resultados del aclaro "ejecutado" en la parcela y se proyectan los criterios de eliminación a toda la plantación extrapolando estos valores a hectáreas. (Sánchez, 1985).

Este método se basa en criterio técnico en cuanto a si

la parcela requiere o no del raleo y en cuanto a los individuos a eliminar. (Vargas, 1986).

#### E- PRODUCTOS DEL ACLAREO

La tasa de rendimiento observada en San Ramón para la especie Eucalyptus saligna indica que la especie tiene un alto potencial, no sólo para la producción de leña, sino para otros productos forestales, siempre que la plantación sea establecida en suelos fértilles y se le de un buen mantenimiento. (Salazar, 1985).

Las pequeñas plantaciones establecidas en el área de San Ramón pueden ser suficientes para suplir las necesidades de consumo de leña para uso doméstico y algunos otros productos, como postes para construcción y cercas, en una primera intervención con la práctica de aclareo:

La necesidad de postes para cerca y construcción es muy intensa en la zona, debido a los diversos usos que se le da a la tierra en esta área, lo cual requiere mantenimiento constante de cercas y pequeñas construcciones dentro de las fincas. (1)

---

(1) Badilla, E. 1988. Dirección General Forestal. Comunicación personal.

## F- COSTOS DE EXTRACCION DE LOS PRODUCTOS DE ACLAREO

Los costos de la explotación forestal se dividen en costos unitarios de tiempo para el equipo y los costos unitarios de tiempo para la mano de obra.

En el cálculo del costo para el equipo se debe tomar en cuenta una diversidad de factores como: periodo de depreciación, porcentaje de interés sobre el capital, previsiones en el mantenimiento, y otros. Factores que varian en las diferentes partes del mundo y entre regiones de un país. (Bracho, 1979).

Los elementos que se incluyen en el cálculo del costo de operación de la maquinaria son: Depreciación, interés, seguros, costos de reparación y mantenimiento, y costos de combustible y lubricantes.

El costo por mano de obra por unidad de tiempo se calcula sumando al salario los beneficios sociales. El salario puede ser diario, semanal o mensual. (Bracho, 1979).

## G- RENDIMIENTO DE LAS LABORES DE ACLAREO

Es necesario saber la producción por unidad de tiempo (normalmente por hora o turno) para cada operación en el aprovechamiento forestal. Esta información puede conseguirse

en forma más o menos detallada estableciendo por ejemplo rutinas de control y registro de datos en el trabajo. (Anaya y Christiansen, 1986);

#### 1. Definiciones sobre tiempos:

##### Tiempo programado:

Es el número total de horas en que se programa que la máquina este trabajando. Si se pretende que trabaje 200 días al año con turnos de 8 horas diarias el tiempo programado son 1600 horas.

##### Tiempo productivo o efectivo:

Es la porción de tiempo programado durante la cual la máquina realmente trabaja.

La diferencia entre este tiempo y el programado se presenta porque la máquina puede dedicarse a otras labores y por atrasos que se presentan.

##### Tiempo improductivo:

Tiempo en el cual la máquina no está produciendo. La interrupción en la producción puede ser causada voluntaria o involuntariamente. Por fallas del operador o por agentes

externos como fallas mecánicas, mantenimiento, etc.

#### Porcentaje de utilización:

Porcentaje de tiempo programado en que realmente trabaja la máquina. O tiempo productivo entre tiempo programado. (Cordero, 1988).

#### 2. Métodos para determinación de tiempo y producción:

##### Método de tiempo total:

Se basa en la producción obtenida sobre un periodo de tiempo determinado (hora, día, mes, etc.).

Este método da información sobre la producción pero no da información sobre cuánto tiempo realmente trabajó la máquina? Cuánto tiempo se perdió en atrasos?; y causas o duración de los atrasos. No es útil si el fin es mejorar la eficiencia de las operaciones pero es de fácil aplicación y bajo costo. (Cordero, 1988).

##### Método de tiempo continuo:

En el empleo de este método una persona observa constantemente y registra cada fase u operación que se

realiza cronometrando el tiempo, empleado en ella. Además registra la carga transportada en cada ciclo de extracción o los resultados del trabajo realizado. Este método da información detallada de cómo se distribuye el tiempo de trabajo de la máquina y de la producción obtenida pero presenta las siguientes desventajas: Requiere de observadores calificados, es un trabajo tedioso y costoso, genera mucha información de análisis difícil, la precisión de la toma de tiempos disminuye al aumentar el periodo de observación (Cordero, 1988).

#### Método de muestreo:

Este método se basa en principios estadísticos, se hacen observaciones instantáneas a intervalos al azar o sistemáticamente. No se toma el tiempo de las diferentes actividades sino que en el momento de hacer la observación se anota la actividad que se está llevando a cabo. La información se analiza obteniendo porcentajes de tiempo para cada operación, dividiendo el número de observaciones hechas.

Los resultados obtenidos por este método se aproximan con bastante precisión a los de tiempo continuo y ofrece varias ventajas: No requiere de observadores calificados, es más simple y barato, menos cansado, más seguro, se puede controlar la exactitud aumentando el número de observaciones, hay menos información que manipular y

analizar.

El número de observaciones a realizar se puede calcular por la fórmula:

$$N = \frac{Z^2 \cdot Q}{E^2 \cdot D}$$

donde:

N = número de observaciones.

Z = desviación normal dependiendo del nivel de confidencia deseado.

% confidencia	Z
90	1.64
95	1.96
99	2.58

D = porcentaje de tiempo programado en que ocurren atrasos (en decimales).

Q = (1-D) porcentaje de tiempo programado en que no ocurren atrasos (en decimales).

E = Error de muestreo esperado (en decimales).

(Miyata, citado por Cordero, 1988).

### III ENFOQUE METODOLOGICO

#### A- INFORMACION DEL AREA DE ESTUDIO

##### 1. Localización:

Las plantaciones en estudio se encuentran ubicadas, en el Cantón de San Ramón provincia de Alajuela, en los distritos: Piedades Norte, Piedades Sur y Central. Se localizan en las hojas cartográficas Miramar N°3246-II y Naranjo N°3346-III (Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica). (Figura N°2).

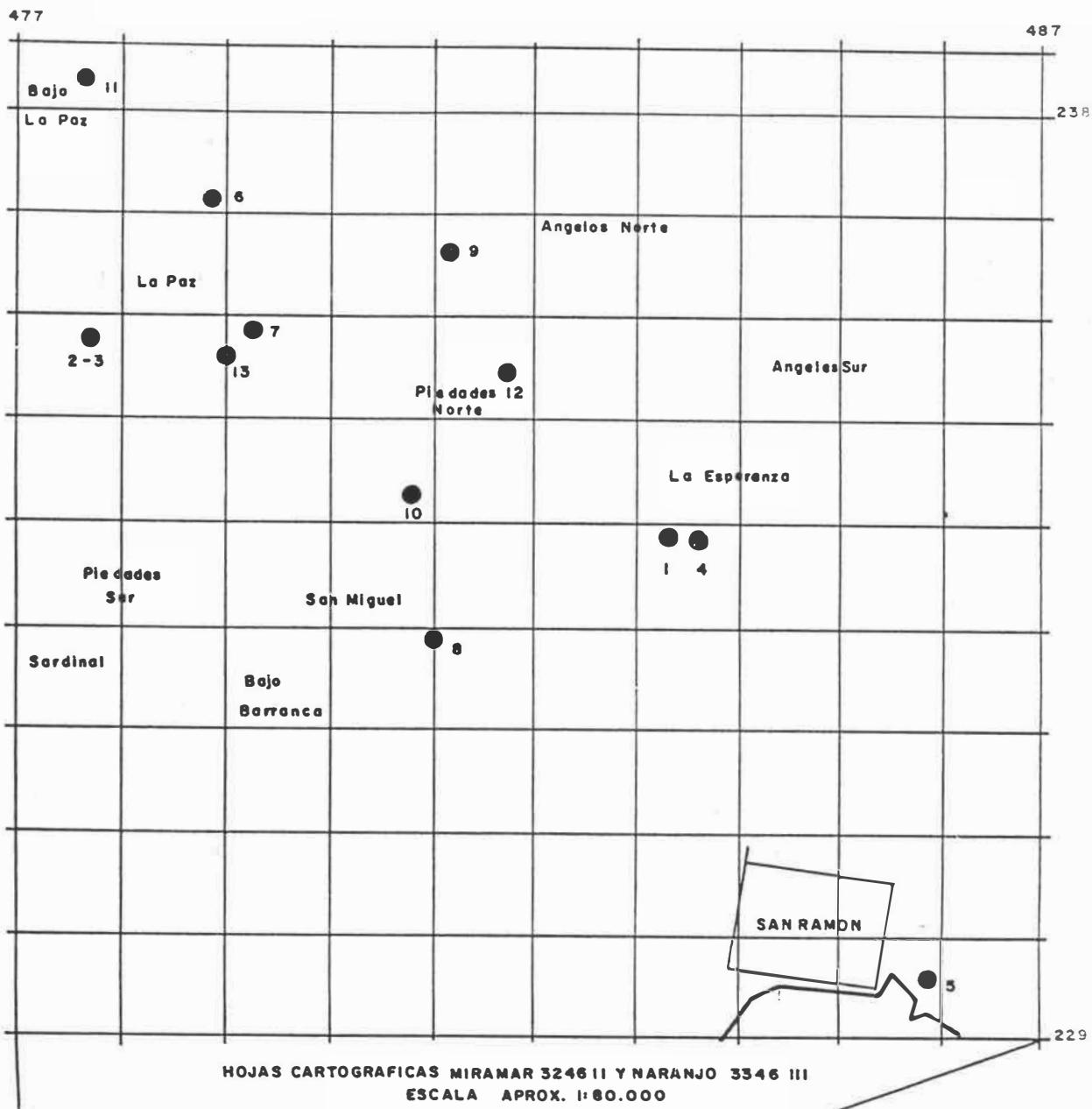
##### 2. Datos climáticos:

Las observaciones de la estación metereológica San Ramón correspondientes a los registros de los años 1940 a 1973 indican una precipitación promedio anual (PMA) de 1926 mm con una estación lluviosa que va de mayo a noviembre y una estación seca que abarca los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril con precipitación promedio mensual inferior a los 40 mm.

La temperatura media anual (TMA) es de 21,7°C con máxima media anual de 27,2°C y mínima media anual de 16,2°C (registros de 33 años).

La elevación de las plantaciones en estudio toma valores en un intervalo de 950 a 1200 sobre el nivel del mar.

FIGURA. N° 2.



● PARCELAS DE *Eucalyptus saligna* (Smith)

- 1 AMADO JIMENEZ
- 2 CLAUDIO ROJAS
- 3 CLAUDIO ROJAS
- 4 ABEL ARAYA
- 5 COOPECAFIRA
- 6 HERMANOS HERRERA
- 7 HERMANOS HERRERA
- 8 MANUEL SALAS
- 9 VIRGILIO CAMPOS
- 10 TACITO SANCHO
- 11 ELISEO ARREDONDO
- 12 OVIDIO ZUNIGA
- 13 CONSTANTINO QUESADA

### 3. Ecología:

Las plantaciones se encuentran en las zonas de vida bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PT) y bosque húmedo premontano tropical (bh-PT) según mapa ecológico de Tosi (1969), basado en la clasificación de zonas de vida de L. R. Holdridge.

### 4. Extensión:

Estas plantaciones tienen una superficie entre 0.20 y 1.25 hectáreas.

### 5. Suelos:

Según la clasificación taxonómica de suelos USDA los grupos de suelos de los sitios plantados son diversos: Acric Tropaqueult, Ustic Dystrandept, Hidric Dystrandept. Son suelos sin pedregocidad; con peligro de inundación bajo; de origen volcánico, cuyo drenaje externo es bueno o muy bueno, al igual que el interno y con erosión que es muy leve o moderada.

La Topografía de éstos es de relieve inclinado u ondulado, en su mayoría con pendientes que oscilan de 9% a 50%. (Proyecto MADELEMA, CATIE, 1986).

#### a. Datos Generales:

Las plantaciones fueron establecidas en los años 1981, 1982 y 1983, y son parte del programa de investigación del proyecto MADELENA.

Fueron cultivadas dentro de fincas dedicadas a diversos usos, especialmente agrícola y ganadero, repercutiendo en forma negativa algunas veces en la plantación, especialmente cuando el ganado tiene acceso a ésta en edad temprana.

La vegetación aledaña está constituida por lo general de pastos, café, maíz, caña de azúcar, caña india y bosque. Anterior a la siembra el uso que se le dió a la tierra por lo general fue cultivos anuales y pastos.

Como datos preliminares algunas de las plantaciones tenían parcelas permanentes de medición, los datos de la última medición de algunas de éstas se encuentran en el cuadro N°3, y en aquellas plantaciones que no tenían datos de mediciones recientes o parcelas permanentes, se establecieron parcelas de (5 por 5 árboles) 100 m<sup>2</sup> de área, para tener una idea general del desarrollo de las plantaciones. Los datos correspondientes a estas parcelas aparecen también en el cuadro N°3.

Posteriormente se tomaron datos de todas las parcelas

permanentes y en las plantaciones que no las tuviesen se establecieron siguiendo los lineamientos fijados por el proyecto antes citado; esta información aparece en la etapa I de metodología. Estas parcelas son la base del presente estudio y en ellas se centra la labor de aclaro.

## CUADRO N°3

INFORMACION GENERAL DE LAS PLANTACIONES  
DE Eucalyptus saligna. SAN RAMON, ALAJUELA.

Parcela Nº1	Fecha	dap (cm)	Nº árbol/ parcela	Nº árbol/ Ha	AB/m <sup>2</sup> /ha	Fecha Med.
1	06-81	13.92	13	1300	19.78	22-12-8
2	15-06-82	10.89	22	2200	20.49	22-12-8
(1) 3	15-06-82	3.84	47	2398	2.78	10-02-8
(1) 4	07-81	10.52	36	1837	15.97	26-02-8
(1) 5	11-09-82	9.14	45	2296	15.06	10-06-8
6	07-06-82	11.67	20	2000	21.39	23-12-8
(1) 7	07-06-82	10.58	46	2347	20.63	18-02-8
8	14-07-83	11.46	18	1800	18.57	23-12-8
9	16-07-82	11.14	23	2300	22.42	23-12-8
10	01-09-82	13.22	19	1900	26.08	22-12-8
11	08-08-82	12.17 10.25	18 Rep 1 17 Rep 2	1800 1700	20.94 14.03	23-12-8
12	08-06-82	9.53	23	2300	16.41	22-12-8
13	03-08-82	13.68	19	1900	27.93	23-12-8

(1) Estos datos fueron proporcionados por mediciones hechas en parcelas permanentes. Los restantes son datos de parcelas temporales de (5 x 5) árboles.

Fuente: Base de datos del Proyecto MADELENA.

Datos de campo: Visita preliminar al área de estudio.

## B- METODOLOGIA

La metodología a emplear se divide en los siguientes pasos:

1. ETAPA I: Recolección de información en el campo y gabinete.
2. ETAPA II: Análisis de la información recopilada y determinación de la intensidad de aclareo.
3. ETAPA III: Cálculo de los costos de extracción de los productos del aclareo.
4. ETAPA IV: Cálculo del rendimiento económico de los productos del aclareo.

### ETAPA I: Recolección de información:

- Esta etapa se inicia con la visita a las diversas plantaciones para reconocimiento y formar una idea general sobre el desarrollo de los rodales. Por lo tanto se aprovechó para efectuar la medición del diámetro a altura de pecho (dap) en parcelas de (5x5 árboles o) 100m<sup>2</sup>, de área, en aquellas plantaciones donde no se tenían datos de parcelas de medición permanente y estaban dentro del ámbito de edades y desarrollo de copas considerado adecuado para la aplicación

del aclarado.

- Obtención del material disponible de parcelas de medición permanente, en las oficinas de la Dirección General Forestal, (DGF) en San Ramón y San José y en las Oficinas del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba.
- Posteriormente en todas aquellas plantaciones que no tenían parcela de medición permanente se establecieron éstas, con las mismas características que las permanentes, o sea, con un área de 196 metros cuadrados (o 7 x 7 árboles), ubicados en igual forma: árbol # 1, en el vértice # 1, en la esquina Nor-este, enumeradas de 1 a 7 siguiendo dirección sur y continuando como indica la figura N°3. Además la parcela se delimitó con una zanja en forma de ángulo de 90° en cada vértice, con un metro de lado, 0.25 metros de ancho y 0,25 metros de profundidad.

FIGURA N°3

METODO PARA SEÑALAR LAS PARCELAS Y ARBOLES EN  
 PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna (Smith),  
 SAN RAMON. ALAJUELA.

							NE
.43	.42	.29	.28	.15	.14	.1	
.44	.41	.30	.27	.16	.13	.2	
.45	.40	.31	.26	.17	.12	.3	N
.46	.39	.32	.25	.18	.11	.4	
.47	.38	.33	.24	.19	.10	.5	
.48	.37	.34	.23	.20	.9	.6	
.49	.38	.35	.22	.21	.8	.7	

## ZANJA:

1m x 1m largo.

0.25m ancho.

0.25m profundidad.

Los árboles se marcaron con pintura roja, poniendo el número correspondiente a aquellos que permanecen en pie.

En todas las parcelas se midió: dap (diámetro a altura de pecho) con cinta diamétrica, y altura total con una Varita Telescópica o pistola Haga y se evaluó las características físicas como: desarrollo, vigor, y estado fito-sanitario lo cual permitirá realizar el análisis de selección para determinar los árboles que permanecerán en pie en el rodal.

Las variables evaluadas fueron: distribución de copa, forma de fuste, bifurcaciones, árboles mal desarrollados, sin vigor, quebrados, enfermos o seriamente dañados. (En el apéndice N°1 se presenta el formulario empleado). Se tomaron datos de sitio como: posición fisiográfica de la parcela, uso anterior de la tierra, pastoreo actual, vegetación aledaña, se tomó una muestra de suelo para el análisis químico y se determinó la profundidad del primer horizonte. Otros parámetros medidos fueron: pendiente, pedregosidad, relieve, drenaje externo, riesgo de inundación, erosión, origen del suelo, área plantada, elevación, edad de la plantación y distanciamiento inicial. (Véase en el apéndice N°2 la hoja empleada para recoger esta información).

#### ETAPA II:

En este paso se determinó la intensidad de aclareo, mediante el empleo de índice de densidad de Reineke.

Esta metodología basada en los trabajos de Long (1985),

Drew y Flewelling (1979) y Langsæter (1941) ha sido fundamentada y explicada por Ortiz (1986).

Para construir el diagrama se empleó información proveniente del Proyecto MADELENA en oficinas del CATIE, Turrialba y en las oficinas de la DGF, en San José sobre mediciones anteriores y presentes de las diferentes parcelas de Eucalyptus saligna en Costa Rica y datos de campo del presente estudio. (Ver apéndice N°3).

- Determinación del índice de densidad de Reineke máximo y construcción del diagrama para planificar aclareos.

Esta determinación se hizo con base en la metodología planteada por Ortiz (1986).

El IDR máximo se estimó mediante un promedio de los IDR de las parcelas en condición de auto-raleo y se calculó empleando la fórmula dada por Clutter, J. L. et al (1983).

Los límites de las zonas de densidad se definieron de acuerdo con los valores de aplicación general dados por Drew y Flewelling (1979) y Long (1985).

Se construyó un diagrama general para planificar los aclareos y se procedió a construir los programas correspondientes a cada plantación en estudio, siguiendo el

método empleado por Ortiz (1986). Para realizar el aclareo se estableció un diámetro máximo de extracción, el cual indicará que todo árbol de diámetro inferior a este debe ser volteado y para las clases superiores a este valor se emplearán los criterios de selección de acuerdo a los datos brindados por el método de parcelas de calibración. De este modo se extrae el número de árboles que indica el programa de aclareo para cada plantación.

#### Clasificación de las plantaciones.

Para realizar el estudio de costos y rendimiento de los productos del aclareo se clasificaron las plantaciones aclareadas en dos tipos de sitio.

Sitio I: de mayor productividad o rendimiento.

Sitio II: de menor productividad o rendimiento.

Estas plantaciones no pudieron ser clasificadas de acuerdo a los métodos empleados por diferentes autores como Vicent L, Spurr, Alder y otros; porque presentan diversas edades, y densidades, además de ser muy pocas plantaciones, con escasa información (12 plantaciones, 5 de ellas con parcelas de medición permanente). Para clasificarlos se tomó como parámetros: uso anterior de la tierra, vegetación aledaña, pastoreo actual, efecto del viento, estructura del suelo

(compactación, limitante de la productividad) y otras características físicas y fisiográficos (ver apéndice N°2). También se consideró el desarrollo logrado por las plantaciones para lo cual se analizó las características dasométricas de las plantaciones: dap, altura dominante (h dom) y volumen total aprovechable (Vt) anteriores al aclareo. Se analizó la posible correlación entre los elementos del análisis químico de suelos (a 20 cm de profundidad) y esta clasificación de sitios.

### ETAPA III:

Cálculo de los costos de extracción de los productos.

#### a. Cálculo de costo de mano de obra:

Para la determinación del costo de mano de obra, se recopilaron datos de tiempo invertido para cada evento, que incluye el tratamiento por individuo (árbol) en la parcela.

Las actividades en el orden lógico, se subdividieron en:

Marcación de los árboles a extraer.

Volteo.

Desrame.

Marcación de los productos.

Troceo.

Apilado.

Se realizó la sumatoria del tiempo empleado en mano de obra en cada evento por árbol, obteniéndose el tiempo efectivo por operación para la parcela (expresado en horas).

Para calcular el tiempo no productivo se empleó el método de muestreo explicado por Miyata citado por Cordero (1988) haciendo observaciones instantáneas cada 10 minutos y anotando la actividad que estaba realizando cada obrero.

El porcentaje de tiempo no productivo se adiciona al tiempo efectivo para así obtener el tiempo programado para la realización de cada operación.

El tiempo programado promedio empleado en cada actividad en las parcelas correspondientes a las plantaciones de una categoría de sitio se multiplicó por el costo por hora para esa operación y se agregó el porcentaje adicional por cargas sociales, obteniéndose de este modo el costo total de mano de obra por operación por parcela, estos datos se extrapolaron a hectáreas. La sumatoria de todos los rubros de las diversas operaciones del tratamiento da como resultado el costo total de mano de obra, por hectárea para esa clase de sitio.

La cuadrilla que realizó estas labores estaba compuesta por un operario y 2 ó 3 peones. Excepto para la marcación de los árboles, que la realizó un técnico y un ayudante al cual se le indicó los árboles a marcar, según los criterios de

aclarero y extracción establecidos.

El cálculo de los costos de extracción se realizó basándose en los salarios que devengán los trabajadores de la DGF en San Ramón, Alajuela.

b. Cálculo de los costos de operación del equipo:

Las labores se realizaron con fuerza humana en vista de las pequeñas dimensiones de los productos obtenidos, el equipo empleado estaba constituido por una motosierra. No se determinaron los costos de operación de la motosierra, sino que se uso un valor de ₡250,00/hora programada que es lo que se cobra por alquiler de este equipo en la zona. Este monto incluye tanto costos fijos como variables.

ETAPA IV:

Cálculo del rendimiento económico de los productos del aclarero:

a. Los productos obtenidos se cuantificaron, según su forma y dimensiones en:

Postes para cerca de 2,20m de longitud, horcones de 3,50m de largo y varas de 4 a 6m de longitud; estos dos últimos productos de buena forma y diámetro superior a 10cm; una vez

medidos se tabularon según diámetro medio longitud. Se obtuvo la media de la producción por parcela hectárea, para cada clase de sitios.

Posteriormente estos productos se dividieron en dos tipos, postes para cerca y postes o varas para construcción. Esto por estar así clasificados al asignarles el precio en el lugar (San Ramón). Se multiplicó el total de cada producto por el precio correspondiente, obteniéndose el ingreso por hectárea por clase de sitio.

La leña se cubicó en metros estéreo, cortándola en secciones de 1m. de longitud y con 2cm. de diámetro como mínimo. Se formaron estibas y se determinó las dimensiones de las mismas. Esta producción se proyectó a hectáreas; se obtuvo la media según clase de sitio por hectárea, la cual se multiplicó por el precio por metro estéreo obteniéndose así el ingreso bruto.

Sumando ambos ingresos por leña y por los otros productos se obtiene el ingreso total bruto por hectárea por clase de sitio.

El precio de los postes, leña y demás productos se considera constante sin importar la cantidad y los cálculos se realizaron como si todos estos productos se vendieran. Porque no existe un estudio de mercado.

Al cálculo de los ingresos se le sustrae un 5% (2) correspondiente a pérdidas en el proceso desde que este producto es obtenido en el campo hasta que es comercializado o utilizado por el propietario.

El ingreso neto se calcula como la diferencia entre el ingreso bruto por hectáreas y los costos de extracción por hectárea obtenidos en la tercera etapa de esta metodología.

---

(2) Camacho, R. 1988. Centro Agrícola Cantonal de Turrialba. Comunicación personal.

## IV ANALISIS DE RESULTADOS

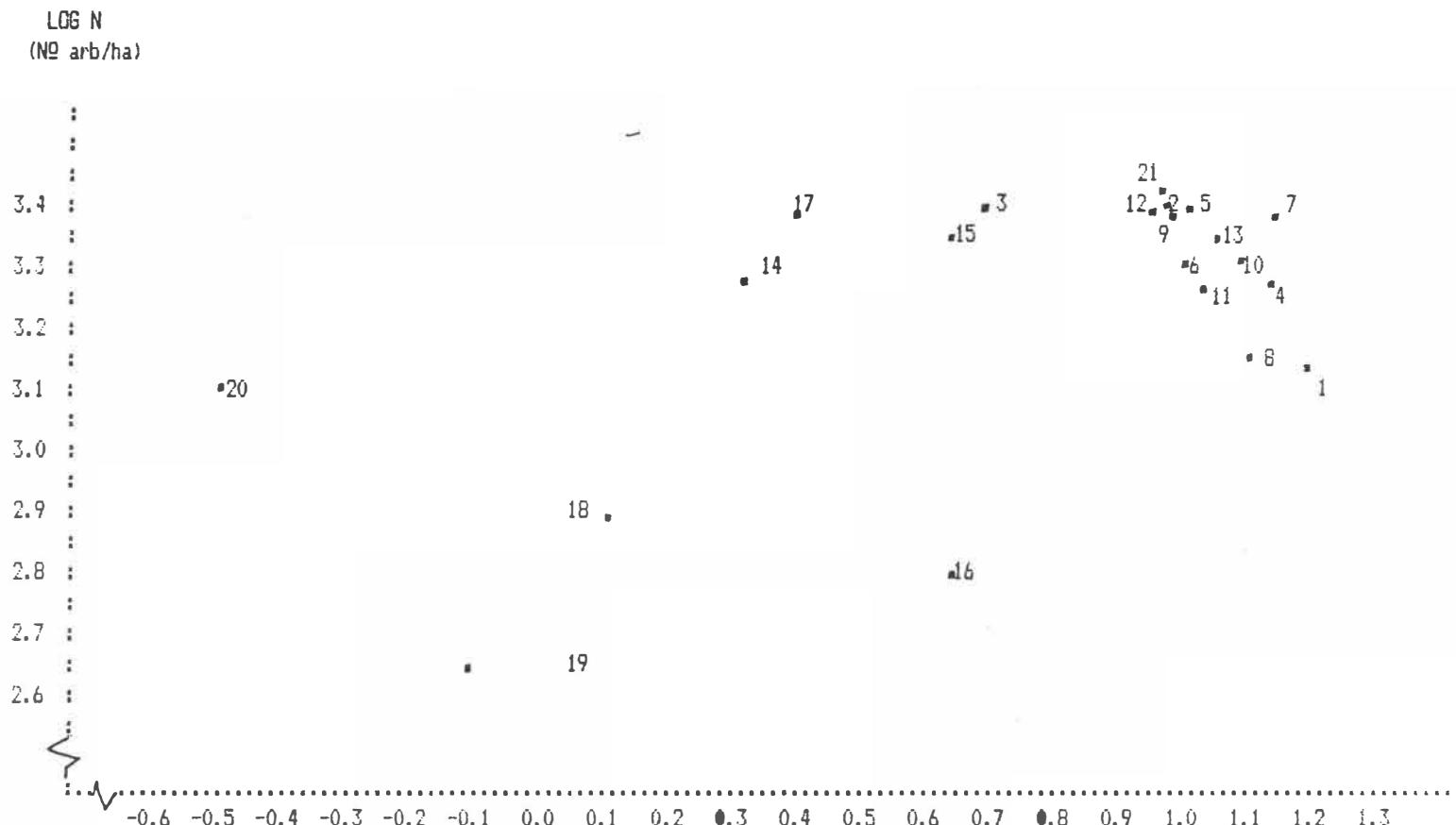
A. DETERMINACION DEL IDR PARA Eucalyptus saligna,  
Y CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA  
PARA PLANIFICAR ACLAREOS

La información referente a dap medio y número de árboles por hectárea, que se obtuvo en las parcelas establecidas en las diferentes plantaciones de la especie en estudio en todo el país, aparece en el cuadro N°2A del apéndice N°3, de acuerdo al lugar donde se encuentran localizadas.

El logaritmo en base 10 del dap y log en base 10 del número de árboles se graficó en un sistema de coordenadas como lo indica el gráfico #1 y se determinó que hay 9 parcelas en condición de auto-raleo, para las cuales se expresan las características dasométricas en el cuadro N°4.

GRAFICO N°1

UBICACION DE LAS PARCELAS DE *Eucalyptus saligna* PARA LA DETERMINACION IDR MAXIMO



Fuente: Apéndice N°3.

LOG d ap

CUADRO N°4

CARACTERISTICAS DASOMETRICAS DE LAS PARCELAS QUE SE ENCUENTRAN EN CONDICION DE AUTO-RALEO.

Parcela N°	Edad (años)	dap (cm)	Nº Arb/Ha	log dap	log NºArb
1	6.75	15.77	1327	1.19783	3.12287
2	5.75	9.87	2347	0.99432	3.37051
4	6.58	13.65	1786	1.13513	3.25188
5	5.50	10.49	2296	1.02078	3.36097
9	5.58	10.33	2296	1.01410	3.36097
10	5.50	12.50	1990	1.09691	3.29885
12	5.75	9.00	2398	0.95424	3.37985
13	5.58	11.39	2092	1.05652	3.32056
21	2.66	9.02	2500	0.95521	3.39794

Empleando la información del cuadro anterior se obtuvo, a través de una regresión matemática, el siguiente modelo:

$$\text{Log } N = 4.36355 - 0.99814 \text{ log (dap)}$$

$$r = 0.95692$$

$$r^2 = 91.57\%$$

1. Mediante la prueba estadística de Steel y Torrie (1980) empleada por Arias y Campos (1987) se planteó las siguientes hipótesis.

$H_0 \rightarrow b = B$

$H_a \rightarrow b \neq B$

$$b = -0.998$$

$$B = -1.67$$

Se obtuvo una  $T_c$ : (t de estudent calculada) = 5,89

$T_t$ : (t de estudent tabulada)

$$T_t = T_t$$

$$7 g1; 0.05/2 = 2.36$$

a un nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

$$T_t = T_t$$

$$7 g1; 0.01/2 = 3.5$$

a un nivel de significancia:  $\alpha=0.01$

En ambos casos  $T_c > T_t$  rechazándose  $H_0$  y aceptándose

$H_a \rightarrow b \neq B$ .

El IDR máximo actual para Eucalyptus saligna en Costa Rica se obtuvo aplicando la fórmula de Clutter, J. L. et al; 1983):

$$IDR = a (25)^{\frac{b}{-1}} = 930$$

$$\text{Donde: } a = \log^{-1} 4.36355$$

$$b = -0.998$$

Los límites generales de las zonas de densidad se presentan en el cuadro N°5.

#### CUADRO N°5

##### LIMITES GENERALES DE LAS ZONAS DE DENSIDAD PARA EUCALYPTUS SALIGNA

Zona	Límite inferior	Límite superior
1 (Zona de subutilización)	-----	233
2 (Zona de transición)	233	372
3 (Zona de max crec/ha)	372	558
4 (Zona de auto-raleo)	558	930

En el caso de Eucalyptus Saligna no existen experiencias anteriores en la aplicación del IDR en Costa Rica; pero se consideró conveniente trabajar con los límites superiores de los ámbitos en cada zona de densidad, fijados en esta metodología, en vista de lo frágil de la especie, la cual puede ser dañada por el viento según lo afirma Williamson (1981) y sabiendo que las zonas en las cuales se encuentran las plantaciones a aclarear están expuestas a vientos fuertes, se procura una alta densidad posterior al aclareo evitando este efecto negativo.

El diagrama de manejo de densidad para plantaciones de Eucalyptus Saligna se presenta en el gráfico N°2.

#### B. DISEÑO DE PROGRAMAS DE ACLAREOS

Para construir el programa de aclareos se emplean las fórmulas siguientes:

$$IDR = N \left( \frac{dap}{25} \right)^b$$

$$N = IDR \left( \frac{25}{dap} \right)^b$$

$$dap = 25 \left( IDR/N \right)^{\frac{1}{b}}$$

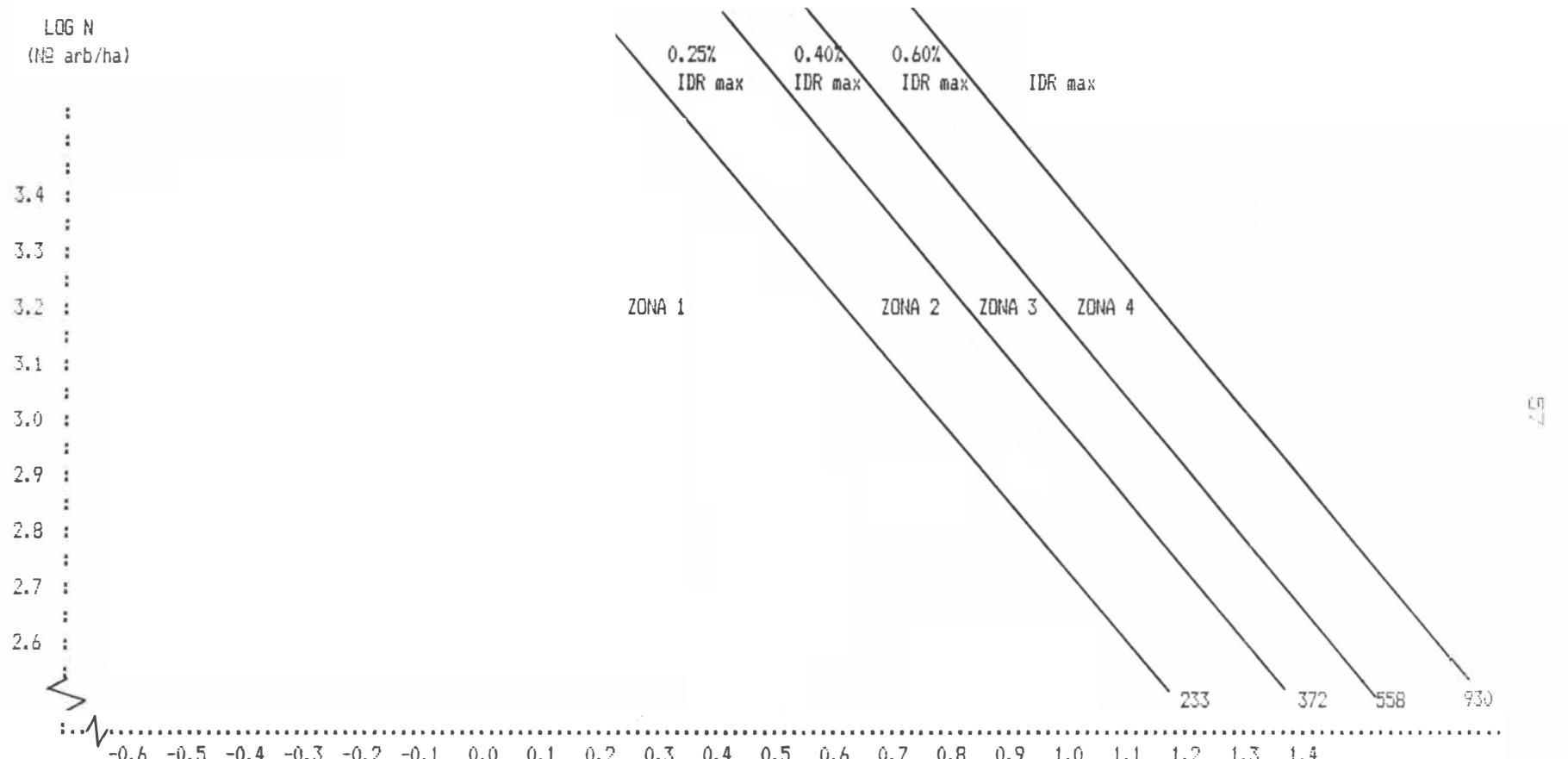
Dado que el objetivo del manejo es producción de leña, postes y otros productos de pequeño diámetro, la zona de interés es la de máximo crecimiento por hectárea y se desea alcanzar un diámetro medio de corta final de 35 cm.

Para construir el programa de aclareos se tabuló la información recolectada en todas las plantaciones en una distribución en clases diamétricas y de árboles con defectos por clase. Apéndice N°4.

De esta forma, se pudo conocer el número de árboles a extraer al eliminar las clases diamétricas inferiores y los árboles de las clases superiores según los criterios de selección previamente establecidos.

GRAFICO N°2

DIAGRAMA GENERAL PARA PLANIFICAR ACLAREOS EN PLANTACIONES DE *Eucalyptus saligna* (Smith)



Fuente: Apéndice N°3.

Escala:  
Vert.: 9cm=1u  
Horz.: 9cm=1u

LOG dap

En términos generales, se procuró dejar un IDR alto posterior a cada aclareo, cercano al límite superior de la zope (558), esto por los motivos antes apuntados respecto al efecto del viento sobre la fragilidad de la especie. Como consecuencia la segunda intervención será muy próxima en el tiempo a la actual (de 3 meses a un año).

Una vez construido el programa de aclareos y conociendo cuantos árboles deben eliminarse, se fijó el diámetro máximo de extracción para la plantación en general y con la información de tipo cualitativo que brindó la metodología de parcelas de calibración se determinó cuales árboles de las clases superiores se debían extraer.

A continuación se presentan los programas de aclareo para las diversas plantaciones:

## CUADRO N°6

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
 HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
 N° 1. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	838	527	1327	663	15.77	19.86
2	558	372	663	399	21.04	23.31
CF	558	---	399	---	35.00	---

Primer aclareo: Aclareo selectivo, se eliminan los árboles menos desarrollados y dañados todos los que tienen dap menor de 15.0 cm. Los árboles de clases diamétricas superiores se eliminan de acuerdo a los criterios de selección ya establecidos.

Segundo aclareo: Es un aclarado selectivo al igual que el anterior, con un incremento de un 11% del DAP posterior al aclarado.

## CUADRO N°7

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
Nº 2. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	928	541	2347	919	9.87	14.71
2	558	372	919	612	15.18	15.18
3	558	418	612	399	22.79	26.19
CF	558	---	399	---	35.00	---

Primera intervención: Aclareo selectivo, se extraen los árboles menos desarrollados y con daños; todos los que tienen DAP inferior a 9.1 cm, y en las clases superiores a este diámetro se hace la extracción de acuerdo a criterios de selección establecidos.

Segunda intervención: Aclareo sistemático.

Tercera intervención: Aclareo selectivo con incremento del 15% del DAP, después del raleo.

## CUADRO N°8

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
 HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
 N° 4. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	976	537	1786	816	13.65	16.45
2	558	372	816	543	17.10	17.10
3	558	410	543	399	25.69	25.69
CF	558	---	399	---	35.00	---

Primera intervención: Aclareo selectivo, se eliminan los árboles de DAP inferior a 12.0 cm y en las clases diamétricas superiores a este diámetro se hace la extracción de acuerdo a los criterios establecidos.

Segunda intervención: Aclareo sistemático.

Tercera intervención: Aclareo sistemático.

## CUADRO N°9

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
Nº 5. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	965	521	2296	1072	10.49	12.15
2	558	372	1072	714	13.01	13.01
3	558	374	714	399	19.54	23.43
CF	558	---	399	---	35.00	---

Primera intervención: Aclareo selectivo se elimina los árboles con DAP inferior a 6.2 cm, y para las clases superiores a este diámetro se emplea los criterios de selección establecidos.

Segunda intervención: Aclareo sistemático.

Tercera intervención: Aclareo selectivo con un incremento de 20% del DAP después del raleo.

## CUADRO N°10

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
 HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
 N° 6. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención---	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
	1	882	515	1939	867	11.35 14.84
2	558	372	867	577	16.09	16.09
3	558	386	577	399	24.18	24.18
CF	558	---	399	---	35.00	---

Primera intervención: Aclareo selectivo, se extraen los árboles menos desarrollados y dañados, todos los que tienen DAP inferior a 9.5 cm y para las clases superiores a este diámetro se emplean los criterios de selección establecidos.

Segunda intervención: Aclareo sistemático.

Tercera intervención: Aclareo sistemático.

## CUADRO N°11

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
 HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
 N° 7. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	1.285	542	2347	765	13.67	17.72
2	558	372	765	510	18.24	18.24
3	558	436	510	399	27.35	27.35
CF	558	---	399	---	35.00	---

Primera intervención: Aclareo selectivo, se extraen los árboles menos desarrollados y dañados. Todos los árboles con DAP inferior a 11.0 cm y para las clases superiores a este diámetro se emplean los criterios de selección establecidos.

Segunda intervención: Aclareo sistemático,

Tercera intervención: Aclareo sistemático.

## CUADRO N°12

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
 HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
 N° 8. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	672	509	1378	868	12.18	14.64
2	558	372	868	578	16.07	16.07
3	558	385	578	399	24.13	24.13
CF	558	---	399	---	35.00	---

Primera intervención: Aclareo selectivo, se extraen los árboles menos desarrollados y dañados; todos los que tienen DAP menos de 10.0 cm y para las clases diamétricas superiores a este valor se extrae según los criterios de selección establecidos.

Segunda intervención: Aclareo sistemático.

Tercera intervención: Aclareo sistemático.

CUADRO N°13

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
Nº 9. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	950	541	2296	1020	10.33	13.25
2	558	372	969	645	14.40	14.40
3	558	414	645	399	21.63	25.94
CF	558		399		35.00	

Primera intervención: Aclareo selectivo, se extraen los árboles menos desarrollados y dañados; todos los que tienen DAP inferior a 9.0cm y para las clases superiores a este diámetro se extraen de acuerdo a criterios de selección establecidos.

Segunda intervención: Aclareo sistemático.

Tercera intervención: Aclareo selectivo. Con incremento de 20% del DAP después del raleo.

## CUADRO N°14

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
 HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
 N° 10. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención---	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	996	528	1990	766	12.50	17.21
2	558	372	766	510	18.21	18.21
3	558	436	510	399	27.35	27.35
CF	558	---	399	---	35.00	---

Primera intervención: Aclareo selectivo, se extraen los árboles menos desarrollados y dañados; todos los que tienen DAP inferior a 9.0 cm y para las clases superiores se extraen de acuerdo a los criterios de selección establecidos.

Segunda intervención: Aclareo sistemático.

Tercera intervención: Aclareo sistemático.

## CUADRO N°15

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
 HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
 N° 11. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención-----	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	812	521	1786	817	11.35	15.94
2	558	372	817	544	17.07	17.07
3	558	409	544	399	25.64	25.64
CF	558	---	399	---	35.00	---

Primera intervención: Aclareo selectivo, se extraen los árboles menos desarrollados y dañados; todos los que tienen DAP inferior a 5.5cm y para las clases superiores a este diámetro se hace la extracción de acuerdo a criterios de selección establecidos.

Segunda intervención: Aclareo sistemático.

Tercera intervención: Aclareo sistemático.

## CUADRO N°16

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
 HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
 N° 12. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	865	528	2398	918	9.00	14.37
2	558	372	918	611	15.20	15.20
3	558	418	611	399	22.83	26.19
CF	558	---	399	---	35.00	---

Primera intervención: Aclareo selectivo, se extraen los árboles menos desarrollados y dañados; todos los que tienen DAP inferior a 7.0 cm y para las clases superiores a este diámetro se emplean los criterios de selección establecidos.

Segunda intervención: Aclareo sistemático.

Tercera intervención: Aclareo selectivo. Con incremento de 15% del DAP después del raleo.

## CUADRO N°17

PROGRAMA DE ACLAREOS PARA MAXIMIZAR CRECIMIENTO POR  
HECTAREA, PARA Eucalyptus saligna. PLANTACION  
Nº 13. SAN RAMON, ALAJUELA - 1988.

Intervención	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	955	536	2092	867	11.39	15.45
2	558	372	867	577	16.09	16.09
3	558	386	577	399	24.18	24.18
CF	558	---	399	---	35.00	---

Primera intervención: Aclareo selectivo, se extraen los árboles menos desarrollados y dañados; todos los árboles de DAP inferior a 9.5cm y para los árboles de las clases superiores a este valor se extraen de acuerdo a criterios de selección establecidos.

Segunda intervención: Aclareo sistemático.

Tercera intervención: Aclareo sistemático.

### C. CLASIFICACION DE LAS PLANTACIONES ACLAREADAS

Las plantaciones aclareadas se clasificaron en dos tipos atendiendo a las clases de sitio; uno de mayor productividad o rendimiento y otro de productividad inferior.

En aquellas plantaciones clasificadas en el sitio I pudo observarse en el campo que el suelo presenta una estructura mejor, sin problemas de compactación de suelo; respecto a las plantaciones del sitio II en los cuales el uso anterior de la tierra fue pastoreo (ver cuadro N°18); este uso ha sido prolongado por varios años, teniendo como consecuencia suelos compactados; característica que es una de las principales limitaciones en el desarrollo óptimo de la especie.

Un segundo factor de importancia en la limitación del adecuado crecimiento del Eucalyptus saligna es el efecto del viento, especialmente en esta zona que se encuentra muy influenciada eólicamente (ver cuadro N°18). En algunas plantaciones del sitio II este efecto fue muy evidente (se da este daño en un 50% de las plantaciones). Estas se encontraban ubicadas generalmente en la parte alta de la loma mientras las plantaciones de sitio I se encuentran ubicadas en la parte media y baja sufriendo menor daño por este factor.

De las plantaciones del sitio I sobresale la N°7 que es

CUADRO N°18

CARACTERISTICAS DE SITIO PRESENTES EN LAS PLANTACIONES  
DE EUCALYPTUS SALIGNA EN SAN RAMON, ALAJUELA

PLANT. NO	EDAD (años)	SUPERF (Ha)	ELEVAC (msnm)	POSICION (Fisiogr)	PEND %	VEGET Aled	USO Ant	DANO/ viento	DANO/ pastoreo	DRENAJE	TOPOGRAF	EROSION
1	6,75	0,50	1.060	Alta	14	Pastos, café	Pasto	si	si	Libre	Ondul.	Moder.
2	5,75	0,49	1.160	Alta	30	Caña azúcar ciprés, pasto	Pasto	si	si	Libre	Inclin.	Moder.
4	6,58	1,25	1.060	Alta	9	Caña azúcar ciprés, pasto	Pasto	si	no	Libre	Poco Inclin. Plana	Moder.
5	5,5	1,00	950	Media	20	Café <i>E. grandis</i>	Pasto	si	si	Libre	Ondul.	Moder.
6	5,75	0,50	1.200	Alta	40	Pasto, ciprés	Bosque	si	si	Imped.	Ondul.	Sin o muy leve
7	5,75	0,55	1.070	Baja	15	Pasto, caña azúcar	Cultivos anuales	no	no	Libre	Ondul.	Moder.
8	4,56	0,20	1.200	Media	40	Pasto	Pasto	si	si	Libre	Inclin. Escarp.	Moder.
9	5,58	1,00	1.200	Alta	35	Pasto	Pasto	si	si	Libre	Inclin.	Moder.
10	5,5	0,60	1.060	Media	50	Café, cana india	Pasto	si	si	Libre	Escarp.	Moder.
11	5,58	0,34	1.200	Media	40	Caña azúcar café, pasto	Pasto	no	si	Libre	Inclin.	Moder.
12	5,75	0,31	1.060	Media	30	Pasto, café, caña azúcar, caña india	Pasto	si	no	Libre	Quebr.	Moder.
13	5,58	0,40	1.060	Media	35	Pasto	Pasto	si	si	Libre	Inclin.	Moder.

Nota: Todas las plantaciones presentan pedregocidad 0 y riesgo de inundación bajo.

Fuente: Información de campo.

Base de datos del proyecto MADELENA, CATIE, DGF, ROCAP.

propiedad de los hermanos Herrera (ver cuadro N°18). Este presenta condiciones ideales de sitio; es la única que fue cultivada en terrenos cuyo uso anterior era cultivos anuales (indicador de un buen sitio), el material plantado es de buena calidad y se le ha dado buen mantenimiento. (Salazar, 1985). No hay daño por pastoreo, ni por efecto del viento por encontrarse en la parte baja según posición fisiográfica; de topografía ondulada; con pendiente de 15% aproximadamente y erosión moderada (ver cuadro N°18).

Las restantes plantaciones de sitio I presentan características menos deseables, tienen mayor pendiente (de 35% a 50%), la topografía va de inclinada a escarpada, el uso anterior fue pasto, existe pastoreo en la actualidad. Estas características y otras como: la elevación, el drenaje externo y la vegetación aledaña no son determinantes de la calidad de sitio, los factores limitantes del desarrollo óptimo de la especie antes citados son los mejores indicadores de esta clasificación (ver cuadro N°18).

Las características dasométricas de las plantaciones (dap, h dom, Vt); se emplearon para tener una idea general del desarrollo de cada una de estas plantaciones y corroborar las observaciones hechas en el campo sobre el crecimiento de estas plantaciones (ver cuadro N°19).

## CUADRO N° 1

CARACTERISTICAS CANSOMETRICAS DE LAS PLANTACIONES  
 DE Eucalyptus saligna, ANTES DEL ACLAREO;  
 SAN RAMON, ALAJUELA

Plant. Nº	h dom (m)	dap (cm)	Vt/parc (2) m³	Vt/ha
1	15.75	15.77	5.733	292.385
2	14.25	9.87	3.656	186.456
4	18.00	13.65	5.417	276.267
5	16.75	10.49	4.141	211.191
6	15.50	11.35	3.865	197.115
7 (1)	5.75 (23.50)	13.67	9.676	493.476
8	18.50	12.18	3.595	183.345
9	16.00	10.33	3.872	197.472
10 (1)	5.5	12.50	5.708	291.108
11 (1)	5.58 (23.25)	11.35	5.396	275.196
12	20.00	9.00	4.187	213.537
13 (1)	22.00	11.39	5.227	266.577

N = Número de plantaciones.

dap = diámetro medio a altura de pecho.

h dom = altura dominante (altura promedio de los 100 árboles de mayor diámetro por hectárea).

Vt = volumen de madera aprovechable; del fuste.

(1) Plantaciones clasificadas en el sitio I, las restantes plantaciones pertenecen al sitio II.

(2) Área de la parcela 196 m².

Fuente: Información de campo.

El estudio de las variables o elementos del análisis de suelos y su relación con la clasificación de los sitios, se hizo basándose en la información o datos de los sitios en estudio a una profundidad de 20cm y empleando la Guía para la interpretación de análisis de suelo utilizada por el CATIE y los rangos para la interpretación de análisis de suelos. (Obando, 1985). (ver cuadro N°20).

Estos sitios están clasificados como muy ácidos a ácidos (Ph de 5.10 a 5.70), no se observa diferencias evidentes en la reacción del suelo entre las plantaciones que pertenecen a uno u otro sitio.

Se observó que el contenido de calcio en las plantaciones del sitio I es alto, óptimo en un 75% y en el sitio II el contenido de este elemento disminuye, no llegando al nivel óptimo en un 50% y se presenta bajo el nivel critico en un 12.5%.

Los elementos Magnesio, Potasio y Manganese no presentan una relación clara entre sus contenidos y esta clasificación de sitios pero, se observa que al menos en un 12.5%, se presenta deficiencia para cada uno de estos elementos en el sitio II y en la primera de estas clases no hay deficiencia de ninguno de éstos.

El fósforo presenta déficit en todas las plantaciones pero

es más deficiente en las del sitio II. En las del sitio I se aproxima al nivel crítico, lo mismo ocurre con el zinc; el cobre no es deficiente en ninguna plantación.

El aluminio se encuentra en ambos tipos de sitio en varias plantaciones por encima del valor deseable (0,3 meq/100 ml). (ver cuadro N°20).

Las plantaciones del sitio I presentan menor deficiencia de elementos y un grado óptimo en un mayor porcentaje de elementos que las del sitio de inferior productividad.

La relación Ca/Mg presenta una mayor proporción de plantaciones que no tienen equilibrio entre estos dos elementos en el sitio II (75%), que en el sitio I (50%) y presenta carencia bajo el nivel crítico sólo en el sitio de menor productividad; en las otras relaciones Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K se presenta desequilibrio en plantaciones del sitio II (25%); no siendo así en las del sitio I (ver cuadro N°20).

En términos generales las plantaciones que pertenecen al sitio I presentan un mayor contenido de nutrientes y mayor equilibrio en las relaciones entre los principales elementos del suelo que las del sitio II.

Es posible que la deficiencia de Ca y otros elementos esté causando baja fertilidad en los suelos de menor productividad

CUADRO N°20  
 INFORMACION DEL ANALISIS DE SUELOS,  
 PLANTACIONES DE *Eucalyptus saligna*,  
 ACLAREADAS. SAN RAMON, ALAJUELA. 1988.

Plant. Nº	meg/100 ml suelo				ug/ml suelo				Ph	Ca/mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
	Al	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu					
1	0,25	3,25	3,50	0,36	2,60*	4,40	3,48*	30,30	5,12	0,93**	9,03	9,72	18,75
2	0,52	3,90	2,60	0,73	6,00*	2,90*	13,20	14,00	5,20	1,50**	5,34	3,56	8,90
4	0,80	3,30	0,70*	0,26	4,40*	1,20*	25,80	18,20	5,30	4,71	12,69	2,69	15,38
5	0,20	6,00	3,10	0,56	7,00*	2,80*	20,00	19,00	5,20	1,94**	10,71	5,54	16,25
6	0,54	1,77*	1,40	0,83	5,00*	3,00*	7,00	12,00	5,20	1,26**	2,13**	1,69**	3,82**
7	0,25	9,40	3,40	0,51	6,00*	4,40	42,00	15,00	5,10	2,76	18,43	6,67	25,10
8	0,35	4,00	2,50	0,26	5,00*	2,60*	40,00	10,00	5,10	1,60**	15,38	9,62	25,00
9	0,61	5,80	2,20	0,80	7,00*	2,80*	6,00	15,00	5,30	2,64	7,25	2,75	10,00
10	0,90	7,50	2,10	0,34	10,00*	8,00	49,00	47,00	5,00	3,57	22,06	6,18	28,24
11	0,25	5,00	3,00	0,60	6,00*	2,80*	15,00	8,00	5,30	1,66**	8,33	5,00	13,33
12	0,45	7,50	4,00	0,12*	2,00*	3,00*	25,00	24,00	5,70	1,88**	62,50**	33,33**	95,83**
13	0,80	2,80	2,30	0,85	6,00*	3,00*	11,50	20,00	5,00	1,22**	3,29	2,71	6,00

\* Contenidos bajo el nivel critico.

\*\* Contenidos cerca del nivel critico, no hay equilibrio entre elementos.

Fuente: MAG. Laboratorio de suelos. Analisis de suelos del área en estudio. 1988.

pero ésta menor rendimiento tiene una mayor relación con factores antes señalados, como estructura del suelo; el efecto limitante del viento y la falta de un mejor cuidado y mantenimiento de las plantaciones.

Las plantaciones pertenecientes al sitio I corresponden a los siguientes números: 7, 10, 11 y 13. Las restantes plantaciones pertenecen al sitio II.

#### D. ANALISIS DEL COSTO DE EXTRACCION DE LOS PRODUCTOS

Este análisis se hizo considerando dos tipos de sitio, uno de mayor y otro de menor productividad.

La determinación de los tiempos invertidos por parcela en cada una de las actividades a realizar, se hizo mediante la sumatoria de los tiempos invertidos por individuo (árbol) en esa operación, los cuales fueron cronometrados en el campo así se calculó el tiempo efectivo; al cual se le adiciona el tiempo no productivo; obtenido mediante el método de muestreo.

Cálculo del tiempo no productivo:

Para éste se empleó la fórmula:

$$\%T \text{ no prod.} = \frac{\text{Nº de observac. en que no se realizan act. de aclareo.}}{\text{Nº total de observaciones.}}$$

$$\text{XT no prod.} = \frac{178}{714} \times 100 = 25\%$$

El tiempo programado es la adición del tiempo efectivo y el no productivo.

Para el cálculo de costo de extracción por clase de sitio, se obtuvo la media del tiempo programado empleado por actividad y por parcela para todas las plantaciones de esta clase de sitio. Este valor se multiplicó por el costo correspondiente (según la labor fuese realizado por un peón, un técnico o con motosierra), a éste se le adicionó el porcentaje por cargas sociales en aquellas actividades que no se emplea motosierra y los resultados se extrapolan a hectáreas (ver cuadros N°21 y N° 22).

Se sumaron los costos de las diversas operaciones obteniéndose el costo total medio por parcela y por hectárea para esa categoría de sitio.

No se consideran los costos por arrastre y transporte ya que tanto los compradores como el dueño se encargan de recogerlos en las mismas plantaciones (las cuales por lo

## CUADRO N°21

TIEMPO Y COSTOS DE EXTRACCION DE LOS PRODUCTOS  
 DEL PRIMER ACLAREO EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna  
 EN SAN RAMON, ALAJUELA. 1988. SITIO I.

Actividad realizada	$\bar{t}$ ef/h Parc. ha	CV %	$\bar{t}$ prog./h Parc. ha	Costo/ha (\$)	Costo total Parc. ha
Marc. árb.	0.29	14.79	48	0.36	18.49
Volteo	0.13	6.63	45	0.16	8.29
Desrrrame	0.59	30.09	29	0.74	37.61
Marc. prod.	0.15	7.65	69	0.19	9.56
Troceo	0.31	15.81	78	0.39	19.81
Apilado	0.34	17.34	60	0.42	21.68
TOTAL	1.81	92.31		2.26	115.44
					(1) 241.00 12316.50

(1) En estos rubros va incluido el porcentaje por cargas sociales (25% se considera el minimo ya que se aplican diversos porcentajes de acuerdo a zona, propietario y otros factores).

$\bar{t}$  ef/h = Promedio del tiempo efectivo en horas.

$\bar{t}$  prog/h = Promedio del tiempo programado en horas.

Fuente: Datos de campo.

## CUADRO N°22

TIEMPO Y COSTOS DE EXTRACCION DE LOS PRODUCTOS  
 DEL PRIMER ACLAREO EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna  
 EN SAN RAMON, ALAJUELA. 1988. SITIO II.

Actividad realizada		$\bar{t}$ ef/h Parc. ha	CV %	$\bar{t}$ prog./h Parc. ha		Costo/ha ( $\$$ )		Costo total Parc. ha
Marc. árb.		0.24	12.24	29	0.30	15.30	80.00	30.00 (1) 1530.00
Volteo		0.10	5.10	38	0.12	6.38	250.00	30.00 1595.00
Desrrame		0.36	18.36	51	0.45	22.95	40.00	22.50 (1) 1147.50
Marc. prod.		0.07	3.57	47	0.09	4.46	40.00	4.50 (1) 223.00
Troceo		0.19	9.69	35	0.24	12.11	250.00	60.00 3027.50
Apilado		0.18	9.18	35	0.22	11.48	40.00	11.00 (1) 574.00
TOTAL		1.14	58.14		1.42	72.68		158.00 8097.00

(1) En estos rubros va incluido el porcentaje por cargas sociales (25% se considera el mínimo ya que se aplican diversos porcentajes de acuerdo a zona, propietario y otros factores).

$\bar{t}$  ef/h = Promedio del tiempo efectivo en horas.

$\bar{t}$  prog/h = Promedio del tiempo programado en horas.

Fuente: Datos de campo.

general, son muy accesibles), en el momento que lo requieren. Además en la zona no se aplica tratamiento con preservantes para los productos, por lo que esta labor tampoco se incluye.

Algunos factores pueden alterar los resultados obtenidos en el cálculo de los costos como los siguientes:

La operación de desrrame fue realizada, generalmente, con machete pero en ocasiones se empleó la motosierra, cuando la labor así lo ameritaba.

Este costo se adiciona a troceo, ya que en este se toma el costo de la motosierra y el desrrame se calcula con el salario de un peón.

El apilado de los productos que generalmente lo hace un individuo debió ser efectuado algunas veces por dos personas por el peso y tamaño de estos o para hacer más efectiva esta labor.

Las labores fueron realizadas por la cuadrilla de trabajadores de la DGF de San Ramón, que ha realizado labores de aclareo en todo el país; gente de mucha experiencia en este campo, el costo para realizar estas labores puede verse incrementado si quienes lo realizan son inexpertos en esta actividad.

Los costos se calcularon con los salarios devengados por un peón; o un técnico pagado por la DGF en San Ramón y el costo de alquiler de la motosierra en este lugar.

#### E. DETERMINACION DEL RENDIMIENTO ECONOMICO DE LOS PRODUCTOS

##### DEL ACLAREO:

Para calcular los ingresos se determinó el total de productos obtenidos por parcela y hectárea en cada plantación; tabulando estos datos según longitud y clase diamétrica para postes y varas (ver apéndice N°5) y cuantificando la leña en metros estéreos (ver apéndice N°6).

Se obtuvo la media de la producción de postes de 2.20 metros de longitud y con cualquier diámetro medio superior a 6cm y la media de horcones y varas de cualquier diámetro superior a 6cm (esto porque en la zona se da igual precio para las diferentes clases diamétricas en postes y horcones, o varas) y la media de la producción de leña en metros estéreo; para todas las plantaciones de una clase de sitio (cuadro N°23).

Estos productos se obtuvieron según dos criterios, de acuerdo a las posibilidades según forma y tamaño de los fustes y a petición del propietario. El ingreso en cada clase de sitio es el resultado de multiplicar la media de los productos por su precio, y a este se le sustraen un 5%

correspondiente a pérdidas en el proceso desde que son extraídos en el bosque, hasta que son vendidos o empleados por el propietario.

Esta información aparece en los cuadros N°23 y N°24.

#### CUADRO N°23

#### RENDIMIENTO ECONOMICO DE LOS PRODUCTOS DE UNA PRIMERA INTERVENCION DE UN PROGRAMA DE ACLAREOS EN Eucalyptus saligna, SAN RAMON, ALAJUELA. 1988. SITIO I.

Productos obtenidos	Costo/unid. (₡)	Producción media Parc. ha	CV %	Ingreso total Bruto Parc. ha	Ingreso total Bruto-5% Parc. ha
Postes	30,00 00.00	48 00	2448 00	1440,00 1800.00	73440,00 244800.00
(Unidad)					1368,00 4550.00
Varas	100,00 200.00	17 00	867 00	1700,00 3400.00	86700,00 173400.00
(Unidad)					1615,00 3330.00
Leña	500,00	0,24	12,24	120,00	6120,00
(mst)					114,00
TOTAL				3260,00 8320.00	166260,00 424320.00
					3097,00 7908
					157947. 403104

CV = Coeficiente de variación.

mst = Metros estéreos.

Fuente: Apéndice N°5.

Información de campo.

## CUADRO N°24

RENDIMIENTO ECONOMICO DE LOS PRODUCTOS DE UNA  
 PRIMERA INTERVENCION DE UN PROGRAMA DE ACLAREOS  
 EN Eucalyptus saligna, SAN RAMON, ALAJUELA. 1988. SITIO II.

Productos obtenidos	Costo/unid. (₡)	Producción Parc. ha (₡)	CV %	Ingreso total Bruto Parc. ha (₡)	Ingreso total Bruto-5% Parc. ha (₡)
Postes (Unidad)	30,00 100.00	26 1326 2600	44 % 132600.00	780,00 39780,00 900,00 45900,00	741,00 37791,00 855,00 43605,00
Varas (Unidad)	100,00 200.00	9 459 1800.00	52 % 91800.00	1800,00 91800,00	1710,00 87210,00
Leña (mst.)	500,00	0.40 20.40	70	200,00 10200,00	190,00 9690,00
TOTAL				1880,00 95880,00 1786,00 87210,00	17600 234600.00 16220 222870

mst = Metros estéreos.

Fuente: Apéndice N°5.

Información de campo.

Las diferencias obtenidas en la producción entre plantaciones de un mismo sitio se debe a la variación en edades o al desarrollo diferente en ramificación (en algunas plantaciones se presentan árboles con ramas gruesas; en otras, sólo follaje).

El ingreso neto: diferencia entre ingreso económico bruto y costos de extracción es de ₡145630,50 por hectárea en las plantaciones del sitio I y de ₡82989,00 por hectárea para las del sitio II. Esto, considerando que todos los productos se venden y el precio es el mismo para todo el producto.

El estudio de rendimiento económico incluye sólo los costos de extracción de los productos, no se consideran costos de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones ni los costos de capital e impuestos.

Este ingreso es alto y puede considerarse real para las dimensiones de estas plantaciones (0,20 a 1,25 has), no se podría asegurar lo mismo para plantaciones de áreas mucho más extensas porque posiblemente los precios se reducirían y, como consecuencia, se reducirían también los ingresos por hectárea.

Sin embargo, no todo el beneficio económico es recibido en dinero ya que el propietario también usa productos del aclareo en el mantenimiento de cercas y construcciones en la

finca que tiene otros usos diversos. De este modo el ingreso consiste en evitar gastos en compra de materiales para estas preparaciones.

## V CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se deducen de los resultados del presente trabajo son:

Debido al rápido crecimiento del Eucalyptus saligna en el área de San Ramón (comparativamente superior al desarrollo logrado en otros lugares del país), el establecimiento de pequeñas plantaciones y aún de mayores extensiones es una buena opción para los pequeños propietarios en cuanto a la obtención de ingresos por productos como leña y otros de pequeñas dimensiones.

La aplicación del tratamiento silvícola aclareo a plantaciones de Eucalyptus saligna es una actividad rentable, cuyos productos son de gran aceptación en la región y una necesidad primaria en la zona rural; además de permitir al propietario la recuperación de la inversión hecha al establecer la plantación.

El índice de densidad del Rodal, combinado con la metodología de parcelas de calibración, brindaron la información necesaria tanto cualitativa como cuantitativa para efectuar el primer aclareo, eliminando árboles menos desarrollados y dañados y dejando los mejores individuos en la población remanente.

Empleando el índice antes citado, se desarrollaron

programas de aclareos para todas las plantaciones que los requerian en los cuales, además de indicar cuantas intervenciones realizar, determina cuales y cuantos árboles se deben extraer.

En la clasificación de las plantaciones en clases de sitio, se observó que existen dos factores limitantes que determinan la calidad de estos sitios: la compactación del suelo por efecto del uso anterior a la siembra y el efecto del viento sobre la fragilidad de la especie. Este estudio comprueba la existencia de dos sitios, de los cuales al de mayor desarrollo se le denomina sitio I y al de inferior desarrollo sitio II.

La posición fisiográfica de la plantación es muy importante ya que de esta depende en gran parte el efecto del viento sobre la plantación y el contenido de nutrientes, que generalmente son arrastrados por la precipitación hacia posiciones más bajas.

La combinación de varios de estos factores: compactación, viento excesivo, falta de nutrientes u otros puede darse simultáneamente limitando así el desarrollo de la plantación.

En general, el aclareo fue intenso ya que se había sobrepasado la edad apta para realizarlo. Si se efectuara en

el momento adecuado. Posiblemente los ingresos se verían reducidos pero la respuesta en el desarrollo posterior del rodal sería más efectiva.

El cálculo del ingreso neto determina un ingreso mayor en las plantaciones del sitio I (\$62641,50), que representa un 43% respecto a los del sitio II. El cálculo de costo brinda diferencias en un 34% entre el sitio I y el sitio II y el de ingreso bruto un 42% de diferencia entre ambos sitios siendo ambos resultados superiores en el sitio I.

En ambos tipos de sitio se obtuvo un ingreso neto bastante alto. Se debe aclarar que este ingreso no se percibe en dinero efectivo, generalmente viene a reducir gastos de mantenimiento de cercas, consumo de leña y trabajos de construcción rústica de los propietarios de las plantaciones.

## VI RECOMENDACIONES

La evidente necesidad de los productos que puede proporcionar una plantación de Eucalyptus saligna, ya sea en la región en estudio u otra del país recomienda proporcionar un buen mantenimiento y un manejo adecuado para la obtención de productos de buena calidad y que respondan a los requerimientos del mercado.

Se sugiere realizar un estudio de posibles usos de los productos del Eucalyptus saligna en el país, ya que esta especie promete brindar otros productos de dimensiones mayores como madera de aserrío, postes de electrificación y otros; además muchas de las especies nativas se encuentran en vías de extinción y son de lento crecimiento abriendo así el mercado para los productos provenientes de estas especies foráneas.

Para un desarrollo adecuado de las plantaciones de la especie en estudio se recomienda evitar la presencia de factores limitantes de su desarrollo especialmente la combinación de varios de ellos. Se aconseja preparar el terreno removiendo la capa endurecida, usar fertilizantes y eliminar malezas.

Aunque la literatura recomienda aplicar el primer aclareo de cinco a ocho años de edad este estudio aconseja hacerlo en

un intervalo de edades de (4.0 a 5.5) años en aquellas plantaciones que presentan un crecimiento similar a las aquí estudiadas, dependiendo esta edad de inicio de la calidad de sitio donde se encuentra ubicada la plantación, del distanciamiento inicial y de los objetivos de manejo de la plantación.

Para las futuras intervenciones en el programa de aclareos se recomienda planear la extracción de los productos y la comercialización de los mismos antes de realizar el tratamiento.

La cuadrilla que realiza las labores de aclareo debe estar compuesta por pocos individuos (un operario y dos peones), ya que una cuadrilla con más personal del indispensable incrementa el tiempo no productivo aumentando los costos de extracción; esto en vista de las dimensiones, forma y ramificación que presentan los árboles de esta especie.

RECOMENDACIONES PARA LOS INTERESADOS EN EL CULTIVO DE  
Eucalyptus saligna; EN LA ZONA DE ESTUDIO:

Para establecer una plantación de Eucalyptus saligna es necesario considerar dos aspectos importantes: la calidad del sitio y el objetivo del establecimiento.

En las plantaciones de suelo fértil, sin problemas por compactación, daño por efecto del viento, y a las cuales se les da un buen mantenimiento el objetivo final recomendado es la producción de madera para aserrío y otros productos de diámetros mayores.

Si el sitio presenta limitantes que impiden un desarrollo apto del rodal especialmente si el suelo se encuentra compactado por el uso anterior de la tierra (ganadería), hay daño por el factor viento o escasez de nutrientes, se recomienda establecer plantaciones cuyo objetivo final sea producción de leña u otros productos de diámetros menores.

Es recomendable preparar los suelos con limitaciones para el cultivo del Eucalyptus saligna, para que la especie pueda adaptarse. Por ejemplo se puede remover el terreno con arado, fertilizar o eliminar malezas.

En la región de San Ramón, hay una alta demanda de leña y otros productos pequeños que no es abastecida actualmente por

lo que el establecimiento de plantaciones con especies de alto valor calorífico y de rápido crecimiento como el Eucalyptus saligna, es una opción recomendable, aún en aquellos sitios que no ofrecen la mayor productividad.

Si la plantación es establecida en un sitio bueno, con un distanciamiento de (2x2)m, se recomienda una primera intervención en el programa de aclareos alrededor de los 4 años, pero puede ser antes si el distanciamiento es menor y se requieren productos pequeños. Si el sitio es de menor calidad la primera intervención se recomienda después de los 5 años, dependiendo esto del objetivo de manejo y distanciamiento inicial, un buen indicador es cuando la uniformidad de la plantación empieza a desaparecer.

El manejo de las plantaciones difiere según los objetivos propuestos, si se desea producir leña, los rodales no se aclarean; se recomienda cortar los árboles a tala-rasa para y posteriormente se maneja de 1 a 3 rebrotes por cepa, si se desea obtener otros productos pequeños como postes y varas se puede manejar 1 ó 2 rebrotes. Estos rebrotes se pueden cortar cada 2 años, luego de haber hecho la corta inicial a los 3 años de establecida la plantación. El corte con motosierra no afecta la sobrevivencia de los rebrotes.

Los aclareos son una práctica silvícola aconsejable, cuando lo que se desea como producto final es madera para

aserrío u otros productos de diámetros grandes con el fin de incrementar el valor por unidad de volumen y emplear los productos intermedios en diferentes procesos.

La densidad inicial de la plantación depende del objetivo de producción, plantaciones de 2500 árboles por hectárea o mayores se consideran muy densas, el objetivo de éstas será la producción de leña o productos pequeños, un distanciamiento mayor (2,5x2,5)m; (3x3)m y más permite una mayor disponibilidad de nutrientes y un mayor crecimiento, este espaciamiento es recomendable si se quiere un turno más reducido, (8-15 años) diámetros gruesos en el menor tiempo posible, si la densidad aumenta el turno se incrementa (20-25 años).

El cuadro N°25 presenta una caracterización de sitios la cual permitirá al finquero identificar estas categorías en la finca que pretende destinar al cultivo de Eucalyptus saligna. El cuadro N°26 resume las recomendaciones de manejo para la especie en estudio, según clase de sitio.

CUADRO N°25  
CARACTERIZACION DE SITIOS

Parámetro	Clase de sitio	
	: Productividad mayor	: Productividad menor
Compactación	:No o con problemas :no muy intensos :	:Sí : :
Uso anterior	:Cultivos anuales :	:Pasto-bosque :
Influencia viento	:Débil :	:Fuerte :
Posic. fisiográfica	:Media-baja :	:Alta :
Pendiente (%)	:9-50 :	:9-50 :
Vegetación aledaña	:Café, caña india- :caña azúcar - pasto :	:Pasto-caña azúcar :caña india, café :
Daño pastoreo u otros animales	:No : :	:Sí : :
Daño plagas y enfermedades	:Daño a menor escala : :	:Daño mayor : :
Topografía	:Ondulada-inclinada- :plana-escarpada :	:Ondulada-inclinada- :escarpada-quebrada :
Erosión	:Moderada-muy leve : :	:Moderada : :
Competencia de otras plantas	:No : :	:Sí : :
Fertilidad del suelo	:Mayor contenido de nutrientes y equilibrio en las relaciones entre los principales elementos del suelo. : :	:Deficiencia de los principales nutrientes no hay equilibrio en las relaciones entre los principales elementos del suelo. :nes entre los principales elementos del suelo.

Fuente: Cuadro N°18, N°20.

Base de datos del Proyecto MADELEMA, CATIE, DGF, ROCAP.

CUADRO 1025  
RECOMENDACIONES DE MANEJO \*

Parámetro	Calidad de sitio	
	Mayor productividad	Menor productividad
Producto final	: Madera de aserrío	: Varas, postes, leña.
Espaciamiento	: (2.5x2.5)m a (3.0x3.0)m	: (1.5x1.5)m a (2.0x2.0)m
Fertilización	: Se aplica 10x30x10 NPK 50grs/planta al inicio: de la plantación, a los 3 meses y antes de: los 2 años de edad.	: Se aplica (10x30x10) NPK 50grs/planta al inicio de la plantación, a los 3 meses y an- tes de los 2 años de edad.
Remoción del suelo	: No se remueve	: Se ara el terreno
Hoyado	: Si es necesario se amplía el área del hoyo: de plantación (de 30 cm de diámetro) para: remover el suelo alrededor de la plántula.	: Si es necesario se amplía el área del hoyo: de plantación (de 30 cm de diámetro) para: remover el suelo alrededor de la plántula.
Control de plagas	: Aplicar Mirex antes de establecer la planta- ción (control de hormigas <u>Atta</u> sp.) limpias y: mantenimiento adecuado para controlar hongos: y animales dañinos (cortas de recuperación y: saneamiento en árboles dañados o enfermos). :	: Aplicar Mirex antes de establecer la planta- ción (control de hormigas <u>Atta</u> sp.) limpias y: mantenimiento adecuado para controlar hongos: y animales dañinos (cortas de recuperación y: saneamiento en árboles dañados o enfermos).
Resiembra	: A los 2 meses de edad	: A los 2 meses de edad
Limpia del terreno	: Se aplica hasta los dos años de edad, 2 cha- pias y 1 o 2 rodajeas en el primer año depen- diendo del cultivo anterior (pasto 1 rodajea, bosque o tacotal, 2 rodajeas) en el segundo año 1 chapia y 1 rodajea.	: Se aplica hasta los dos años de edad, 2 cha- pias y 1 o 2 rodajeas en el primer año depen- diendo del cultivo anterior (pasto 1 rodajea, bosque o tacotal, 2 rodajeas) en el segundo año 1 chapia y 1 rodajea.
Podas	: La especie presenta auto-poda en el espacia- miento 2.5x2.5cm. Sólo se aplica después del: aclareo si la densidad es baja y se quiere: alta calidad de la madera.	: No se aplica por que la especie se auto- poda en el espaciado 2.5x2.5cm. Sólo se aplica después del: poda en las densidades de manejo de esta ca- racterística.
Raleos	: Se aplican a partir de los 4 años de edad. Los períodos para las intervenciones poste- riores dependen de la intensidad de la prime- ra (variando entre 2 y 4 años de duración). Tres a cuatro intervenciones antes de la cor- ta final.	: De acuerdo al producto final pueden darse : no, si es leña no se aplican, para otros pro- ductos depende del diámetro que se desea ob- tener. No antes de los 5 años.
Manejo de rebrotos	: No se da	: 1 o 3 rebrotos para leña, 1 o 2 rebrotos para varas y postes. Con un turno de 2 años ini- ciándose a los 3 años de establecida la plan- tación.
Periodos de rotación:	: 12 a 15 años	: Para leña 2-3 años, para postes 3-5 años, pa- ra varas 5 años y para madera 20-25 años.

Fuente: Base de datos del Proyecto MADELENA, CATIE, DGF, ROCAP.

\*Badilla, E. 1988. DGF, San Ramón. Comunicación personal

\*Navarro, C. 1988. DGF, San José. Comunicación personal

## VI BIBLIOGRAFIA

Anaya, H.; Christiansen, P. 1985. Aprovechamiento forestal; Análisis de apeo y transporte. IICA. San José, Costa Rica. 246p.

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. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Forestal. Cartago, C.R. 94p.

-----, 1987. Planificación de Aclareos en Plantaciones Forestales de Gmelina arborea en Costa Rica basado en la Metodología de Indices de Densidad de Rodal (IDR). Informe Técnico. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica 13p.

Bracho, J. 1979. Explotación Forestal. Publicación de la Universidad de los Andes. Venezuela. 25p.

Camacho, F. 1980. Técnicas de Raleo Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 100p.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1984, Proyecto de Leña y Fuentes Alternas de Energía CATIE-ROCAP. Informe: Normas para la investigación sil-

22

silvicultural de especies para leña. Turrialba, Costa Rica.  
115p.

\_\_\_\_\_. 1985. Proyecto de Leña y Fuentes Alternas de Energía CATIE-ROCAF. Informe: Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Turrialba, Costa Rica. 228p.

\_\_\_\_\_. 1986. Proyecto de Leña y Fuentes Alternas de Energía CATIE-ROCAF, Proyecto Cultivo de Árboles de Uso múltiple CATIE-ROCAF. Crecimiento y rendimiento de Especies para Leña en Áreas Secas y Húmedas de América Central. Turrialba, Costa Rica. 724p.

Clutter, d. L. et al. 1983. Timber Management a Quantitative approach. New York. Wiley. 333p.

Cordero, W. 1987. Extracción y Caminos Forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 28p.

\_\_\_\_\_. 1988. Aprovechamiento Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica. 37p.

Cozzo, D. 1985. Eucalyptus y Eucaliptotecnia. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 393 p.

Daniel, P. W.; Helms, V. E.; Baker, F. S. 1982. Principios

- de Silvicultura. 2 ed. INGRAMEX. México. México. 492p.
- DGF. 1985. Proyecto de Desarrollo del Sub-sector Forestal Estudio de Factibilidad y Solicitud de Financiamiento al Banco Interamericano de Desarrollo (BID). San José, Costa Rica. 719p.
- FAO. 1976 . *Eucalyptus For Planting*. 2ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia. 398p.
- 1981. El Eucalipto en la Repoblación Forestal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia. 723p.
- Fierros, A. M. 1980. Raleos iniciales en plantaciones de Gmelina arborea Roxb en Turrialba, C.R. Tesis Mag. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. Turrialba, C.R. Universidad de Costa Rica. 92p.
- Hawley, R.; Smith, D. 1972. *Silvicultura Práctica*. Ediciones Omega. Barcelona, España. 544p.
- Instituto Geográfico Nacional. 1985. Hoja Cartográfica Miramar N°3246 II. 2 ed. Ministerio de Obras Públicas y Transportes Esc. 1:50000. Color. San José, C.R.

Lemckert, D. 1978. Introducción a la Silvicultura Tropical.  
PNUD/FAO. Informe Divulgativo N°6. 47p.

Mangieri, H.; Dimitri, M. 1961. Los Eucaliptos en la Silvicultura. Editorial ACME. S.A. Buenos Aires, Argentina.  
226p.

Miyata, E. 1980. Determining fixed and operating costs of logging equipment. Forest Service, U.S. North Central Forest Experiment Station. General Technical Report NC-55. USA. 16p.

----- 1981; Steinhilb, H. M. y Winsaver, S.A. Using work sampling to analize logging operations. Forest Service, U.S. North Central Forest Experiment Station. Research Paper NC-213.

Obando, O. 1985. Estudio de Suelos. Proyecto de leña y fuentes Alternas de Energía. CATIE-DGF-ROCAP. San José. Costa Rica. 169 Pág.

Ortiz, E. 1985. Utilización del Indice de Densidad de Rodal (IDR) en el manejo de la densidad de plantaciones forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 10p.

Rodríguez, E. 1979. Prácticas de Raleo y Preservación de Postas en plantaciones experimentales de Palmar Norte. Tesis Ing. For. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Departamento de Ingeniería Forestal. Cartago, C.R. 8ip.

Salazar, R. 1985. Estudio del 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. (1985, Turrialba, C.R. ed. por R. Salazar., Turrialba, C.R., Texto p.181-189).

Sánchez, V. 1985. Raleos iniciales en una plantación de Alnus acuminata en Cascajal de Coronado, Tesis Ing. For. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Departamento de Ingeniería Forestal. Cartago, C.R.. 70p.

Solis, Ml. 1986. Proyección de la producción de los productos de raleo de las plantaciones Forestales en Costa Rica. Tesis Ing. For. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Departamento de Ingeniería Forestal. Cartago, C.R. 95p.

Steel, R.; Torrie, J. 1960. Principles and procedures of statistics. 2ed. U.S.A., Mc Graw Hill. 833p.

Tosi, J. A. 1969. Mapa ecológico, según la clasificación de zonas de vida del mundo de L. R. Holdridge. San José,

- C.R. Centro Científico Tropical. Esc. 1:750000 Color.
- Troensegaard, J. 1971. Cartas intermedias. Ec. Centro de Capacitación Forestal. Proyecto N°253. del Fondo Especial de las Naciones Unidas. 60P.
- Vargas, G. 1986. Análisis de cuatro métodos para determinar la Intensidad de Raleo. Tesis Ing. For. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Forestal. Cartago, C.R.. Sip.
- Veiga, A. A. 1965. Manejo de Eucalyptus saligna Smith. Silvicultura en São Paulo. São Paulo, Brasil. 45(4):7-16.
- Velez, M. 1982. Material didáctico para el curso de epidemetría. Tesis Ing. Fo. Universidad Nacional de Colombia; Facultad de Agronomía, Medellín, Colombia. 142P.
- Vincent, L. 1975. Manejo de plantaciones fines de producción. Publicación de la los Andes. Venezuela. 151 págs.
- Williamson M. 1981. Grow of Eucalyptus saligna in a thinning trial at Waipawa. New Zealand Journal of Forestry. 26 (2): 245-250.

## VIII APENDICES

APENDICE N°1

GUARDED NO 1A

## CARACTERISTICAS DE LOS ARBOLES EN PLANTACIONES DE *Eucalyptus saligna*, SAN RAMON, ALAJUELA

Parcels No

## APENDICE N°2

EVALUACION DE PLANTACIONES DE *Eucalyptus saligna*,  
SAN RAMON, ALAJUELA.

PARCELA N° \_\_\_\_\_

Propietario _____	Suelo:
	Coluvial <input type="checkbox"/>
Alta <input type="checkbox"/>	Aluvial <input type="checkbox"/>
Posición Fisiográfica      Media <input type="checkbox"/>	Residual <input type="checkbox"/>
	Otros <input type="checkbox"/>
Baja <input type="checkbox"/>	

Lugar _____	Drenaje externo:
Fecha de plantación _____	Libre <input type="checkbox"/>
Vegetación aledaña _____	Imped <input type="checkbox"/>
Uso anterior _____	Pendiente _____
si <input type="checkbox"/>	
Pastoreo	Pedregosidad _____
no <input type="checkbox"/>	
Superficie de parcela _____ ha	Riesgo de inundación:
Distanciamiento inicial _____	Alta <input type="checkbox"/>
Altitud _____ m.s.n.m.	Media <input type="checkbox"/>
Zona de vida _____	Baja <input type="checkbox"/>
Vegetación anterior _____	Topografia _____
Viento _____	Erosión tipos:
Incendio _____	Sin o muy leve <input type="checkbox"/>
Fecha de medición _____	Moderada <input type="checkbox"/>
	Severa <input type="checkbox"/>
	Muy severa <input type="checkbox"/>

## APENDICE N°2

## CUADRO N°2A

INFORMACION SOBRE LAS PARCELAS DE Eucalyptus saligna  
ESTABLECIDAS EXISTENTES EN TODO EL PAIS, SEGUN LOCALIZACION.  
JULIO 1988

Parcela Nº	Localización	Nº arb/ha	dap	Ref.
1	La Esperanza, San Ramón, Alajuela	1327	15.77	1
2	La Paz, San Ramón, Alajuela	2347	9.87	1
3	La Paz, San Ramón, Alajuela	2398	4.98	1
4	La Esperanza, San Ramón, Alajuela	1786	13.65	1
5	San Ramón, San Ramón, Alajuela	2296	10.49	1
6	Pied. Norte, San Ramón, Alajuela	1939	11.35	1
7	Pied. Norte, San Ramón, Alajuela	2347	13.67	1
8	Pied. Norte, San Ramón, Alajuela	1378	12.18	1
9	Pied. Norte, San Ramón, Alajuela	2296	10.33	1
10	Pied. Norte, San Ramón, Alajuela	1990	12.50	1
11	La Paz, San Ramón, Alajuela	1786	11.35	1
12	Pied. Norte, San Ramón, Alajuela	2398	9.00	1
13	Pied. Norte, San Ramón, Alajuela	2092	11.39	1
14	Pied. Norte, San Ramón, Alajuela	1837	2.10	2
15	La Paz, San Ramón, Alajuela	2092	4.57	2
16	Fila de Mora, Puriscal, San José	612	4.54	2
17	Grifo Alto, Puriscal, San José	2245	2.79	2
18	Pied. Sur, San Ramón, Alajuela	765	1.03	2
19	Pied. Norte, San Ramón, Alajuela	459	0.84	2
20	Potrerillos, San Ramón, Alajuela	1224	0.31	2
21	San Ramón, San Ramón, Alajuela	2500	9.02	2

## Referencias:

- 1- Información obtenida mediante el presente trabajo.
- 2- Base de datos del proyecto MADELENA, CATIE, DGF, ROCAP.

APENDICE N°4

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR  
CLASE DIAMETRICA DE LAS DIFERENTES PLANTACIONES DE  
Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

## CUADRO N°3A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE  
DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 1 DE Eucalyptus saligna  
(SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº árbol def.	% en la clase
	≤ 5	153	11.5	153	100
5.1	- 10.0	102	8.0	102	100
10.1	- 15.0	153	11.5	102	67
15.1	- 20.0	511	38.0	51	10
20.1	- 25.0	408	31.0	102	25

Nº árbol/ha = 1327

 $\overline{dap} = 15.77\text{cm}$ 

IDR = 838

Fuente: Información de Campo.

## CUADRO N°4A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE  
DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 2 DE Eucalyptus saligna  
(SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº árbol def.	% en la clase
	≤ 5.1	511	22	511	100
5.2	- 9.1	408	17	408	100
9.2	- 13.1	510	22	102	20
13.2	- 17.1	867	37	0	0
17.2	- 21.1	51	2	0	0

Nº árbol/ha = 2347

 $\overline{dap} = 9.87\text{cm.}$ 

IDR = 928

Fuente: Información de Campo

## CUADRO N°5A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 4 DE Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº árbol def.	% en la clase
	≤ 8.9	153	8	153	100
9.0	- 11.9	459	26	306	67
12.0	- 14.9	511	29	102	20
15.0	- 17.9	357	20	51	14
18.0	- 20.9	306	17	51	17

Nº árbol/ha = 1786

 $\overline{dap} = 13.65\text{cm}$ 

IDR = 976

Fuente: Información de Campo.

## CUADRO N°6A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 5 DE Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº árbol def.	% en la clase
	≤ 6.1	306	13	306	100
6.2	- 10.1	765	34	459	60
10.2	- 14.1	970	42	357	37
14.2	- 18.1	204	9	51	25
18.2	- 22.1	51	2	0	0

Nº árbol/ha = 2296

 $\overline{dap} = 10.49\text{cm}$ 

IDR = 965

Fuente: Información de Campo.

## CUADRO N°7A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 6 DE Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº árbol def.	% en la clase
	≤ 5.5	255	13	255	100
5.6 -	9.5	357	19	357	100
9.6 -	13.5	664	34	255	38
13.6 -	17.5	510	26	0	0
17.6 -	21.5	153	8	51	33

Nº árbol/ha = 1939

dap = 11.35cm

IDR = 882

Fuente: Información de Campo.

## CUADRO N°8A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 7 DE Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº árbol def.	% en la clase
	≤ 7	255	11	255	100
7.1 -	11.0	357	15	357	100
11.1 -	15.0	714	30	510	71
15.1 -	19.0	868	37	51	6
19.1 -	23.0	153	7	0	0

Nº árbol/ha = 2347

dap = 13.67cm

IDR = 1285

Fuente: Información de Campo

## CUADRO N°9A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 8 DE Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº árbol def.	% en la clase
	≤ 6	51	4	51	100
6.1	- 10.0	306	22	306	100
10.1	- 14.0	511	37	153	30
14.8	- 18.0	459	33	0	0
18.1	- 22.0	51	4	0	0

Nº árbol/ha = 1378

 $\overline{dap} = 12.18\text{cm}$ 

IDR = 672

Fuente: Información de Campo.

## CUADRO N°10A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 9 DE Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº árbol def.	% en la clase
	≤ 5	255	11	255	100
5.1	- 9.0	510	22	510	100
9.1	- 13.0	1021	45	306	30
13.1	- 17.0	459	20	0	0
17.1	- 21.0	51	2	0	0

Nº árbol/ha = 2296

 $\overline{dap} = 10.33\text{cm}$ 

IDR = 950

Fuente: Información de Campo.

## CUADRO N°11A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 10 DE Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº Árbol def.	% en la clase
	≤ 4	51	2	51	100
4.1	- 9.0	510	26	510	100
9.1	- 14.0	715	36	408	57
14.1	- 19.0	510	26	51	10
19.1	- 24.0	204	10	0	0

Nº árbol/ha = 1990

 $\overline{dap} = 12.50\text{cm}$ 

IDR = 996

Fuente: Información de Campo.

## CUADRO N°12A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 11 DE Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº Árbol def.	% en la clase
	≤ 5.4	204	11	204	100
5.5	- 9.4	459	26	408	89
9.5	- 13.4	460	26	153	33
13.5	- 17.4	357	20	0	0
17.5	- 21.4	306	17	0	0

Nº árbol/ha = 1786

 $\overline{dap} = 11.35\text{cm}$ 

IDR = 812

Fuente: Información de Campo.

## CUADRO N°13A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 12 DE Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº árbol def.	% en la clase
	≤ 4.1	561	23	561	100
4.2	- 8.1	510	21	459	90
8.2	- 12.1	613	26	255	42
12.2	- 16.1	408	17	0	0
16.1	- 20.1	306	13	0	0

Nº árbol/ha = 2398

 $\overline{dap} = 9.00\text{cm}$ 

IDR = 865

Fuente: Información de Campo.

## CUADRO N°14A

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y DE ARBOLES CON DEFECTOS POR CLASE DIAMETRICA DE LA PLANTACION N° 13 DE Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA.

Clase	Diámetro	Nº Arbol/ hectárea	%	Nº árbol def.	% en la clase
	≤ 5.4	255	12	255	100
5.5	- 9.4	408	19	357	88
9.5	- 13.4	664	32	153	23
13.5	- 17.4	561	27	102	18
17.5	- 21.4	204	10	0	0

Nº árbol/ha = 2092

 $\overline{dap} = 11.39\text{cm}$ 

IDR = 955

Fuente: Información de Campo.

APENDICE N°5  
PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS EN  
PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna en  
SAN RAMON, ALAJUELA

## CUADRO N°15A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
 INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
EN PLANTACIONES DE *Eucalyptus saligna*.  
PLANTACION N°1.

Clase	\	2.20 (1)	3.5 (2)	4.0 (3)	5.0 (3)	6.0 (3)
Diámetrica	\ Long	Parc. Ha.				
(pulg)	(cm) \ (m)					
2-3	5.08 - 7.62	6	306		1	51
3-4	7.62 - 10.16	4	204	1	51	1
4-5	10.16 - 12.70	3	153	1	51	2
5-6	12.70 - 15.24	1	51	1	51	1
6-7	15.24 - 17.78	1	51	1	51	1
7-8	17.78 - 20.32				1	51

Fuente: Información de campo.

## CUADRO N°16A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
 INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
EN PLANTACIONES DE *Eucalyptus saligna*.  
PLANTACION N°2.

Clase	\	2.20 (1)	6.0 (2)
Diámetrica	\ Long	Parc. Ha.	Parc. Ha.
(pulg)	(cm) \ (m)		
2-3	5.08 - 7.62	20	1020
3-4	7.62 - 10.16	7	357
4-5	10.16 - 12.70	2	102
5-6	12.70 - 15.24		2 102

Fuente: Información de campo.

## CUADRO N°17A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
 INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
 EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna.  
 PLANTACION N°4.

Clase	\	2.20 (1)	3.5 (2)	4.0 (3)	5.0 (3)	6.0 (3)
Diámetrica	\ Long	Parc. Ha.				
(pulg)	(cm) \ (m)					
2-3	5.08 - 7.62	19	969	2	102	1
3-4	7.62 - 10.16	22	1122			1
4-5	10.16 - 12.70	6	306			1
5-6	12.70 - 15.24	4	204			
6-7	15.24 - 17.78	1	51			
7-8	17.78 - 20.32			1	51	

Fuente: Información de campo.

## CUADRO N°18A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
 INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
 EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna.  
 PLANTACION N°5.

Clase	\	2.20 (1)	3.5 (2)	4.0 (3)	5.0 (3)	6.0 (3)
Diámetrica	\ Long	Parc. Ha.				
(pulg)	(cm) \ (m)					
2-3	5.8 - 7.62	13	663	2	102	
3-4	7.62 - 10.16	9	459			3
4-5	10.16 - 12.70	1	51	1	51	2
5-6	12.70 - 15.24			1	51	1

Fuente: Información de campo.

## CUADRO N°19A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna.  
PLANTACION N°6.

Clase	\	2.20 (1)	6.0 (2)
Diámetrica	\ Long		
(pulg)	(cm) \ (m)	Parc. Ha.	Parc. Ha.
2-3	5.08 - 7.62	15	765
3-4	7.62 - 10.16	7	357
4-5	10.16 - 12.70		2 102

Fuente: Información de campo.

## CUADRO N°20A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna.  
PLANTACION N°7.

Clase	\	2.20 (1)	5.0 (2)	6.0 (3)
Diámetrica	\ Long			
(pulg)	(cm) \ (m)	Parc. Ha.	Parc. Ha.	Parc. Ha.
2-3	5.8 - 7.62	42	2142	
3-4	7.62 - 10.16	33	1683	3 153
4-5	10.16 - 12.70	19	969	2 102
5-6	12.70 - 15.24	1	51	9 459

Fuente: Información de campo.

## CUADRO N°21A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
 INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
 EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna.  
 PLANTACION N°8.

Clase	\	2.20 (1)	6.0 (2)
Diámetrica	\ Long		
(pulg)	(cm) \ (m)	Parc. Ha.	Parc. Ha.
2-3	5.08 - 7.62	13	663
3-4	7.62 - 10.16	4	204
4-5	10.16 - 12.70	2	102

Fuente: Información de campo.

## CUADRO N°22A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
 INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
 EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna.  
 PLANTACION N°9.

Clase	\	2.20 (1)	3.5 (2)	4.0 (3)	5.0 (3)	6.0 (3)
Diámetrica	\ Long					
(pulg)	(cm) \ (m)	Parc. Ha.				
2-3	5.8 - 7.62	20	1020	2	102	1
3-4	7.62 - 10.16		2	102	1	51
4-5	10.16 - 12.70				2	102

Fuente: Información de campo.

## CUADRO N°23A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
 INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
 EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna.  
 PLANTACION N°10.

Clase	\	2.20 (1)	3.5 (2)	4.0 (3)	4.5 (3)	5.0 (3)	6.0 (3)					
Diámetrica	\ Long	---										
(pulg)	(cm)	Parc.Ha.	Parc.Ha.	Parc.Ha.	Parc.Ha.	Parc.Ha.	Parc.Ha.					
2-3	5.8- 7.62	29	1479		2	102	1	51	2	102		
3-4	7.62-10.16	9	459			2	102			5	255	
4-5	10.16-12.70	2	102	1	51			1	51		3	153
5-6	12.70-15.24									1	51	

Fuente: Información de campo.

## CUADRO N°24A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
 INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
 EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna.  
 PLANTACION N°11.

Clase	\	2.20 (1)	5.0 (2)	6.0 (3)			
Diámetrica	\ Long	---					
(pulg)	(cm)	Parc. Ha.	Parc. Ha.	Parc. Ha.			
2-3	5.8 - 7.62	22	1122				
3-4	7.62 - 10.16	1	51	1	51	7	357
4-5	10.16 - 12.70				1	51	

Fuente: Información de campo.

## CUADRO N°25A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
 INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
 EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna.  
 PLANTACION N°12.

Clase	\	2.20 (1)	4.0 (3)	5.0 (3)	6.0 (3)
Diámetrica	\ Long	Parc. Ha.	Parc. Ha.	Parc. Ha.	Parc. Ha.
(pulg)	(cm) \ (m)				
2-3	5.8 - 7.62	23	1173	1	51
3-4	7.62 - 10.16	2	102	1	51
4-5	10.16 - 12.70				1 51

Fuente: Información de campo.

## CUADRO N°26A

PRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DE LA PRIMERA  
 INTERVENCION EN UN PROGRAMA DE ACLAREOS,  
 EN PLANTACIONES DE Eucalyptus saligna.  
 PLANTACION N°5.

Clase	\	2.20 (1)	3.5 (2)	4.5 (3)	5.0 (3)	6.0 (3)
Diámetrica	\ Long	Parc. Ha.				
(pulg)	(cm) \ (m)					
2-3	5.8 - 7.62	27	1377		1	51
3-4	7.62 - 10.16	6	306		1	51
4-5	10.16 - 12.70	2	102	1	51	1
5-6	12.70 - 15.24		78	1	51	1

Fuente: Información de campo.

## APENDICE N°6

## CUADRO N°27A

PRODUCCION DE LEÑA OBTENIDA EN LA PRIMERA  
 INTERVENCION DE UN PROGRAMA DE ACLAREOS EN PLANTACIONES:  
 DE Eucalyptus saligna (SMITH) SAN RAMON, ALAJUELA  
 POR PARCELA Y HECTAREA.

Plantación Nº	Producción		Plantación Nº	Producción	
	Parcela	(m st)		Parcela	(m st)
	Ha		Ha		Ha
1	0.44	22.44	8	0.18	9.18
2	0.31	15.81	9	0.21	10.71
4	0.96	48.96	10	0.16	8.16
5	0.69	35.19	11	0.23	11.73
6	0.27	13.77	12	0.18	9.18
7	0.31	15.81	13	0.24	12.24

Fuente: Información de campo.

