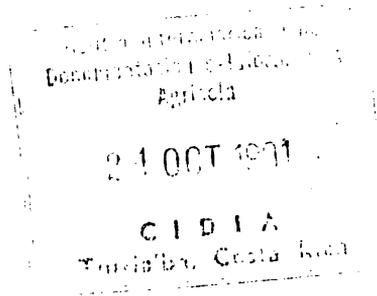


**Serie Técnica.  
Informe Técnico No. 184**



**Saligna**

***Eucalyptus saligna* Smith. ESPECIE DE  
ARBOL DE USO MULTIPLE EN AMERICA  
CENTRAL**

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

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

**Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido  
Área de Producción Forestal y Agroforestal  
Turrialba, Costa Rica, 1991**

## CONTENIDO

PRESENTACION . . . . .	.vii
AGRADECIMIENTO . . . . .	viii
INTRODUCCION . . . . .	1
1. BOTANICA Y ECOLOGIA . . . . .	3
2. ESTABLECIMIENTO . . . . .	17
3. MANEJO . . . . .	35
BIBLIOGRAFIA . . . . .	59

## LISTA DE CUADROS

1. Principales características distintivas entre <i>Eucalyptus saligna</i> Smith y <i>E. grandis</i> . . . . .	6
2. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith. . . . .	16
3. Condiciones generales para el mantenimiento de la germinación y el vigor de semillas de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith, almacenadas en las regiones tropicales y subtropicales. . . . .	19
4. Efecto de cuatro dosis de fertilización inicial con N15-P15-K15, sobre el crecimiento en altura y diámetro de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith, a los 26 meses de edad, en Sacatepéquez, Guatemala. . . . .	26
5. Efecto del espaciamiento sobre el crecimiento en altura, diámetro y supervivencia de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith, a los 26 meses de edad, en Sacatepéquez, Guatemala. . . . .	27

6.	Principales plagas y enfermedades reportadas para <i>Eucalyptus saligna</i> Smith, en América Central. . . . .	32
7.	Principales características bioclimáticas de los sitios donde se ha plantado <i>Eucalyptus saligna</i> Smith en América Central. . . . .	37
8.	Edad, supervivencia, crecimiento e incremento (en diám. y altura) de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith, para sitios de bajo, medio y alto rendimiento en América Central. . . . .	39
9.	Ambito de las variables incluidas en los resúmenes por medición para las parcelas de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith en Costa Rica y Guatemala. . . . .	40
10.	Serie de ecuaciones que comprende el modelo global para predecir el crecimiento y rendimiento de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith en Costa Rica y Guatemala. . . . .	42
11.	Tabla preliminar de rendimiento para rodales de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith, para los índices de sitio de 24, 18 y 12 m en Costa Rica y Guatemala. . . . .	44
12.	Propuesta preliminar de aclareo para la producción de madera de aserrio con <i>Eucalyptus saligna</i> Smith, con una densidad de 1600 árboles/ha en Costa Rica y Guatemala. . . . .	45
13.	Volumen total con corteza (en m <sup>3</sup> /árbol) para <i>Eucalyptus saligna</i> Smith en Costa Rica . . . . .	46
14.	Tabla de rendimiento de leña seca (80°C) en kg, para <i>Eucalyptus saligna</i> Smith de 30 meses de edad en San Ramón, Costa Rica. . . . .	47
15.	Tabla de rendimiento de biomasa aérea seca total (80°C) en kg, para <i>Eucalyptus saligna</i> Smith de 30 meses de edad en San Ramón, Costa Rica. . . . .	48

16. Programa de aclareos para maximizar el crecimiento por hectárea, para *Eucalyptus saligna* Smith, en San Ramón, Costa Rica. . . . . 51

## LISTA DE FIGURAS

1. *Saligna* (*Eucalyptus saligna* Smith). a.) Hojas. b.) Flores. c.) Frutos d.) Semillas e.) Organos reproductivos. . . . . 7
2. Arbol de *Eucalyptus saligna* Smith, mostrando su configuración típica. . . . . 8
3. Distribución natural de la especie *Eucalyptus saligna* Smith. . . . . 9
4. Producción de plantas de *Eucalyptus saligna* Smith, en vivero. . . . . 23
5. Preparación del terreno para la plantación. a) Colocación de estacas. b) Apertura de hoyos. c) Vista general del terreno preparado. . . . . 25
6. *Eucalyptus saligna* Smith de dos años de edad en San Ramón, Costa Rica. Obsérvese el control de malezas debido al cierre de copas. . . . . 31
7. Desarrollo de la altura dominante para tres índices de sitio de *Eucalyptus saligna* Smith, en Costa Rica y Guatemala. . . . . 42
8. Planificación de un aclareo. a) Plantación demasiado densa, con necesidad de ser raleada. b) Vista de la competencia dentro de la plantación. c) Medición y determinación de parámetros para el raleo. . . . . 52
9. Manejo de una plantación de *Eucalyptus saligna* Smith a través de rebrotes en San Ramón, Costa Rica. . . . . 53

10. Ataque de termitas en árboles del género  
*Eucalyptus grandis* en Turrialba; Costa  
Rica, a los 22 años de edad. . . . . 55

## PRESENTACION

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, en colaboración con las instituciones forestales de América Central, desarrolla, desde 1980, investigación silvicultural con especies de crecimiento rápido y propósito múltiple, con el objetivo de conocer el comportamiento y posibilidades de las mismas en la Región, para incorporarlas en los sistemas de finca de los pequeños y medianos agricultores. El Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (MADELEÑA) está promoviendo esta incorporación como una de las estrategias para mejorar la economía de los sistemas de finca de los pequeños y medianos agricultores de la Región. El propósito del Proyecto es aumentar los ingresos y mejorar el bienestar de las familias rurales, así como contribuir a la disminución del deterioro ambiental en América Central y Panamá, mediante un incremento significativo del cultivo de árboles de propósito múltiple, para la utilización en la propia finca y para la venta de productos forestales en los mercados locales.

El incremento del cultivo de estas especies dependerá del conocimiento que se tenga, a todo nivel, de la importancia de las mismas, de sus formas de cultivo, de los métodos de manejo silviculturales de las plantaciones y de las combinaciones agroforestales establecidas con ellas. Consciente de la necesidad de este conocimiento, el Proyecto MADELEÑA inició la preparación de "Guías Silviculturales" para el cultivo de las especies seleccionadas. Este documento presenta las experiencias y conocimientos que hasta la fecha se tienen en América Central sobre el cultivo de *Eucalyptus saligna* Smith.

El CATIE cumple así con el compromiso institucional de poner al servicio de los países miembros los conocimientos generados por la investigación, contribuyendo de esta manera al desarrollo agropecuario acelerado y sostenido de la Región y al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de menores recursos. El Proyecto MADELEÑA pone a disposición de los agricultores, técnicos en extensión, técnicos forestales, autoridades del sector y reforestadores, la presente guía para la producción y uso de *Eucalyptus saligna* Smith en América Central.

**Rodolfo Salazar**  
**Líder Proyecto**  
**MADELEÑA**

## **AGRADECIMIENTO**

En primera instancia el Proyecto MADELEÑA agradece al señor Johnny Rodríguez Chacón, Consultor, por la recolección de la información y redacción de esta guía y a William Vásquez, por las recomendaciones, revisión final de la misma y por el desarrollo de los modelos de crecimiento.

La investigación silvicultural que permitió la redacción de la presente guía, es el producto de la participación de muchas instituciones y personas en América Central. En este sentido se reconoce la participación de las instituciones forestales nacionales: Dirección General Forestal (DGF) de Costa Rica; el Centro de Recursos Naturales (CENREN) de El Salvador; la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS) de Guatemala; la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR) de Honduras; el Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA) de Nicaragua y el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables (INRENARE) de Panamá. También se reconoce la labor de los técnicos nacionales de cada país, así como a los agricultores e instituciones, que con su trabajo y dedicación, permitieron establecer los ensayos para obtener la información presentada en esta guía. Es importante aclarar que esta información es el compendio de la experiencia de todos los técnicos y personal de apoyo de los Proyectos LEÑA y MADELEÑA, durante más de nueve años de investigación. A todos ellos el Proyecto deja constancia de su agradecimiento.

**Proyecto MADELEÑA  
CATIE**

## INTRODUCCION

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica, junto con las instituciones nacionales encargadas de administrar los recursos forestales de los países de América Central\*, desde 1980, ha desarrollado investigaciones sobre la silvicultura, manejo y producción de especies de árboles de crecimiento rápido y uso múltiple (AUM).

Desde 1986, a través del Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple, más conocido como MADELEÑA, se han incrementado las actividades de manejo de las especies de AUM, para entregar a los técnicos nacionales, servicios de extensión forestal y agrícola, estudiantes, docentes de universidades y escuelas técnicas, así como a los agricultores, guías técnicas para estimular el cultivo y manejo de estas especies.

El objetivo de estas guías es dar a conocer a los interesados en América Central en particular y al resto de la región tropical, a través de las instituciones nacionales y los servicios de extensión, en forma sencilla, clara y aplicable, la tecnología generada en torno al cultivo de cada una de las especies seleccionadas, para incorporar los árboles de uso múltiple a los sistemas de producción de las fincas de pequeños y medianos agricultores, así como de las comunidades rurales, de tal manera que contribuyan a elevar el nivel de vida de estos pobladores y a detener el deterioro ambiental de la Región. Las guías silviculturales permitirán, al extensionista, conducir el proceso de establecimiento de las especies en las fincas; al técnico forestal, identificar los sitios promisorios y los factores limitantes para el establecimiento de la especie y a los planificadores, orientar sus decisiones sobre planes y proyectos de desarrollo forestal, mediante la estimación de los rendimientos potenciales de las especies.

Este documento presenta los conocimientos que hasta la fecha, se tienen en América Central sobre el cultivo de la especie *Eucalyptus saligna* Smith. Es el producto de la investigación realizada desde 1980 por el CATIE y las instituciones forestales nacionales de la región centroamericana, durante el desarrollo de los Proyectos Leña y Fuentes Alternas de Energía (LEÑA) y Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA).

---

\* Para los efectos de este informe, América Central corresponde a los territorios de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, países miembros del CATIE en la región centroamericana.

*E. saligna* es una especie con potencial de cultivo en las zonas medianamente altas de la Región, para usos muy variados como la producción de leña, madera para construcción general, producción de carbón, pulpa, postes para alumbrado público y puntales para minas o para hortalizas. Las razones para su uso son el rápido crecimiento, la excelente forma del fuste y la alta producción de biomasa en un corto plazo, lo que pone a la especie como una de las preferidas en las zonas donde se ha introducido.

## 1. BOTANICA Y ECOLOGIA

*Eucalyptus saligna* Smith es una myrtaceae que crece naturalmente en las altas latitudes de Australia, de donde es nativa. Se le conoce en el área centroamericana como *Saligna* o *Eucalipto* y es un árbol de gran porte que alcanza hasta 55 m de altura, con muy buena forma y diámetros a la altura de pecho de hasta 2 m. Se distingue de *E. grandis* por la presencia de lignotubérculos, los cuales aparecen en plantas jóvenes en vivero, a nivel del cuello de la raíz.

En su región de origen se le encuentra entre los 28 y 35° de latitud sur y desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm, en los estados de Queensland y Nueva Gales del Sur (sureste de Australia). Es una especie que se ha introducido en muchos países tropicales de Asia, Africa y América. En América Central se le ha plantado en sitios con elevaciones entre 75 y 1800 msnm, con temperaturas medias anuales de 18 a 28°C, con precipitaciones superiores a los 900 mm y una estación seca definida de uno a cinco meses. Se desarrolla en suelos preferentemente de textura arenosa o franco-arenosa, moderadamente fértiles, húmedos, pero de buen drenaje. Su crecimiento es limitado en suelos compactos, con horizontes endurecidos y mal drenados; también es afectado por la competencia de malezas durante el establecimiento en plantaciones.

Los mejores resultados de ensayos de procedencias se han obtenido con la procedencia derivada de Juan Viñas, Costa Rica; Consuelo T<sup>a</sup> Land; New South Wales y Kenil Worth, distribuidas por el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF) del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Es una especie de rápido crecimiento, alta producción de biomasa y buena forma, que tiene potencial de uso como leña, madera para construcción, postes de alumbrado, pulpa para papel, carbón, obtención de chapas, mueblería, durmientes de ferrocarril y otros. La madera es fácil de trabajar, de secar y tiene buen acabado. Otros usos son como ornamental, especie melífera, para extracción de taninos y para aceites esenciales.

## Nombres comunes

En su región de origen (Australia), es popularmente conocido como Sydney Blue Gum o Blue Gum, aunque también se le denomina Saligna gum. En América Central es llamado comúnmente como *Eucalipto saligna* o simplemente Saligna o Eucalipto (Boland *et al.*, 1985; Poynton, 1979; FAO, 1979; CATIE, 1986).

## Descripción de la especie

*Eucalyptus saligna* Smith es una especie de la familia myrtaceae y aparece naturalmente en las altas latitudes de Australia. Se le confunde comúnmente con *E. grandis* por lo que es necesario estar seguro de la procedencia y pureza de la semilla para establecer nuevas plantaciones. (CATIE, 1986; FAO, 1979).

Es un árbol de gran porte, que puede alcanzar de 40 a 55 m de altura y de 1,2 a 2,0 m de diámetro a la altura de pecho. Árboles excepcionales llegan a los 65 m de alto y a los 2,5 m de diámetro. Tiene muy buena forma, con fuste recto, libre de ramas hasta la mitad o las dos terceras partes de la altura total del árbol (Boland *et al.*, 1985; Poynton, 1979; CATIE, 1986; Pereira, 1989).

El árbol es de base recta y raíces profundas. La corteza es lisa, azulada mate, algunas veces verdosa o gris-verdosa y se desprende en placas o flecos, dejando expuesta una capa amarillenta. En árboles maduros la corteza en la base es gruesa, rugosa, persistente y agrietada. Posee raíces lignotuberculosas, ramillas delgadas, angulosas y de color verde amarillento a rosado (CATIE, 1986; FAO, 1979; Gramajo, 1981; Ruiz, s.f.).

Las hojas son opuestas en plantas jóvenes, pecioladas, más o menos elípticas. Luego son alternas, persistentes, con peciolo cortos de inserción oblicua u horizontal. La lámina foliar es lanceolada, curvada, acuminada y delgada en la base, a veces falcadas, glabra y coriácea; verde mate o verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés, decoloradas y con leve olor a ciniol. Miden de 9 a 17 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho (CATIE, 1986; Gramajo, 1981; Ruiz, s.f.; Boland *et al.*, 1985) (Figura 1a).

La inflorescencia de *E. saligna* son umbelas axilares de 7 a 11 flores, dispuestas sobre un pedúnculo aplastado de 4 a 18 mm de longitud. Posee yemas sésiles de 4 a 5 mm de diámetro. Los

estambres son todos fértiles, las anteras, ovoides, son dehiscentes por dos hendiduras longitudinales, provistas de una glándula notable apical (Figura 1b). Los frutos son cápsulas, con pedicelos muy cortos y ligeramente acampanulados, miden de 5 a 8 mm de diámetro con el borde hundido (CATIE, 1986; Ruiz, s.f.; Boland *et al.*, 1985) (Figura 1c).

Las semillas son pequeñas, de 1 a 2 mm de longitud, de color pardo mate, con porcentajes de germinación de 30 a 50 por ciento, aunque con semilla del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales del CATIE, se han obtenido porcentajes de 80% de germinación. Se encuentran entre 2,5 a 3,5 millones de semillas por kilogramo. En condiciones naturales produce abundante fructificación cada dos años. En Costa Rica, la producción de frutos se inicia en los meses de agosto a setiembre y la recolección se puede realizar entre diciembre y abril. La recolección resulta dificultosa y riesgosa debido a la gran altura de los árboles adultos (CATIE, 1986; Ruiz, s.f.).

La madera es usualmente rojiza, de textura áspera, generalmente tiene grano recto y a veces entrecruzado, por lo que en ocasiones muestra una figura ondulada. Es moderadamente densa, fuerte, durable, relativamente fácil de trabajar, de preservar y tiene buen acabado (Poynton, 1979; Boland *et al.*, 1985; Alcántara, 1975).

Debido a lo fácil que resulta confundir a *E. saligna* con *E. grandis*, a pesar de contar con una buena descripción botánica, seguidamente se enumeran las principales características distintivas entre ambas especies (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales características distintivas entre *Eucalyptus saligna* Smith y *E. grandis*.

	<i>E. grandis</i>	<i>E. saligna</i>
Corteza:	Lisa, blanco plateado, algunas veces verdosa. Rugosa en la base del tallo, a menudo extendiéndose más que en <i>E. saligna</i> . Descorteza más fácilmente.	Lisa, azulada, algunas veces verdosa. Rugosa en la base del tallo.
Yemas o retoños:	Más grandes que en <i>E. saligna</i> , con un florecimiento azulado.	Más pequeñas que <i>E. grandis</i> con menos florecimiento.
Frutos:	Usualmente con florecimiento azulado. Con 4 a 6 valvas, predominantemente 5, pálidas, con extremos despuntados hacia dentro como dedos apretados. Frutos en forma de pera, con un ahusamiento gradual hasta indefinirse en el tallo. Usualmente más largo y áspero que <i>E. saligna</i> .	Sin florecimiento. Valvas predominantemente de 3 a 4, del mismo color del fruto, con los extremos rectos o extendidos y puntiagudos, a menudo quebrados. Frutos desde ovoide, hasta en forma de pera ahusándose bruscamente en el tallo. Usualmente más pequeño y más delicado que <i>E. grandis</i> .
Rafces:	Sin protuberancias lignotuberosas, justamente debajo del suelo superficial.	Con lignotubérculos, en el cuello de la raíz de plantas jóvenes.
Ramas:	Mueren rápidamente bajo sombra.	Más persistentes y viven más tiempo bajo sombra.
Sitios adecuados:	Húmedos, cálidos, subtropicales.	Húmedos, templados, montañosos.

Fuente: FAO, 1979.

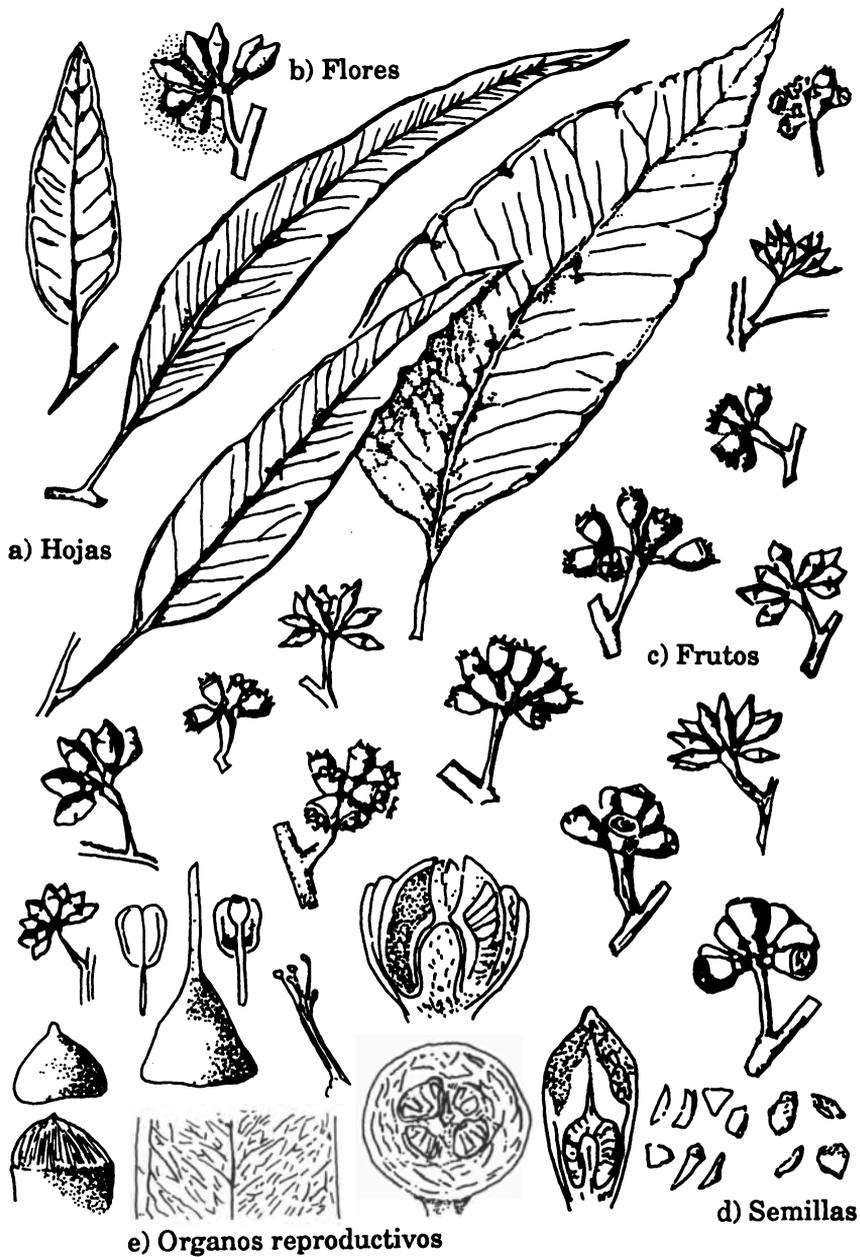


Figura 1. *Saligna* (*Eucalyptus saligna* Smith). a.) Hojas, b.) Flores, c.) Frutos, d.) Semillas e.) Organos reproductivos.

Fuente: Lama, G.G. De La, 1977, citado por Poynton, 1979.



Figura 2. Arbol de *Eucalyptus saligna* Smith mostrando su configuración típica.

## Origen y distribución

*E. saligna* es nativo del sureste de Australia y aparece desde la Bahía de Batemans en la parte meridional de Nueva Gales del Sur, hasta el sureste de Queensland. Al norte, el límite es confuso por la dificultad en separarlo de *E. grandis* en las áreas del norte de Gympie, pero se extiende hasta el área de Eungella, cerca de Mackay en el centro de Queensland. El rango latitudinal está entre los 28° y 35° sur. Usualmente se adentra hasta 160 km en el continente, en altitudes hasta de 300 msnm en el sur y hasta los 1200 msnm en el norte (Turnbull y Pryor, 1978; Boland *et al.*, 1985; Poynton, 1979) (Figura 3).

En el sur de su ámbito de distribución natural, *E. saligna* crece en valles y laderas protegidas entre la gran cordillera australiana y el océano. En el norte, se extiende hasta las montañas altas (CATIE, 1986). Es una especie que se ha plantado

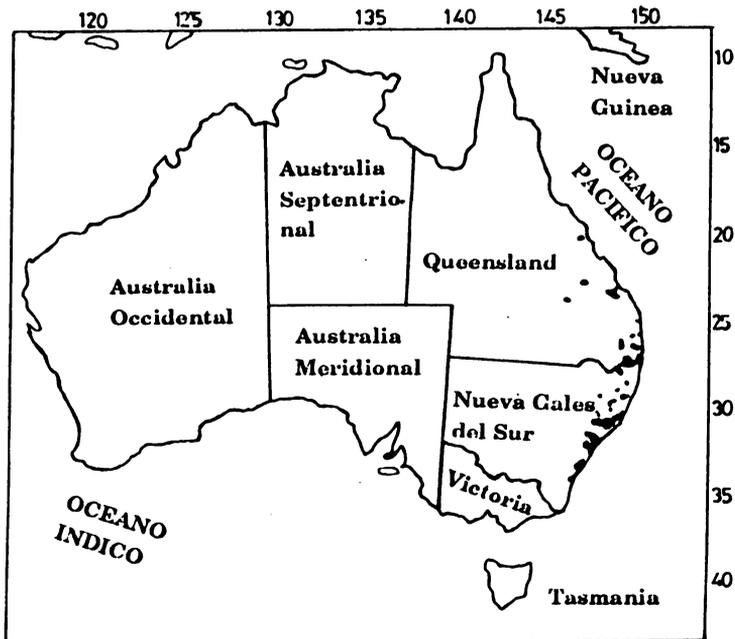


Figura 3. Distribución natural de la especie *Eucalyptus saligna* Smith.  
Fuente: Modificado de Boland *et al.*, 1985.

extensamente en Africa (Zambia, Rhodesia, Africa del Sur, Mozambique), Nueva Zelandia y América del Sur (Brasil, Argentina, Uruguay) (CATIE, 1986; Poynton, 1979).

En América Central hay plantaciones pequeñas en Guatemala, Costa Rica, Honduras, así como ensayos de comportamiento en El Salvador y Panamá. En el CATIE, Costa Rica, fue introducida en los años 60, como la mayoría de los eucaliptos, donde se ha plantado con resultados satisfactorios (CATIE, 1986; Ruiz, s.f.).

### Mejores procedencias

La fuente más segura para obtener semilla pura de *E. saligna* es Australia, de las procedencias de Nueva Gales del Sur y de Queensland; de otros lugares se corre el riesgo de adquirir semilla de *E. grandis*, especie bastante emparentada. Otras fuentes semilleras son de Minas Gerais en Brasil; Juan Viñas de Turrialba en Costa Rica, aunque el número de árboles semilleros es muy reducido; Guyra y de Tansmania en Australia (Ruiz, s.f.; CATIE, 1986; Ruiz, 1990).

En la región centroamericana, las procedencias más utilizadas han sido la de Nueva Gales del Sur y la de Queensland. No obstante, se ha trabajado con procedencias de plantaciones establecidas en Juan Viñas de Turrialba, Costa Rica y las traídas de Brasil, que son derivadas de programas de mejoramiento genético de las áreas tropicales de América. En plantaciones establecidas en San Ramón, Costa Rica, los mayores incrementos de la especie, a los dos años, se obtuvieron con semilla proveniente de una plantación establecida en el CATIE, Turrialba (Ruiz, 1990; CATIE, 1986).

De los ensayos de procedencias realizados con *E. saligna*, se recomiendan las semillas provenientes de la finca Peet, Juan Viñas, Costa Rica; Consuelo T' Land; New South Wales y Kenil Worth, todas ellas distribuidas por el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BSLF) del CATIE, ya que son las que mejores crecimientos han presentado en los sitios de estudios (Ruiz, 1990; Díaz, 1990). Sin embargo, dentro de esas procedencias, se reporta la de la finca Peet, Juan Viñas, como la más recomendable, dado que mediante el proceso de selección natural, los individuos se han adaptado con éxito al ambiente específico donde han sido plantados (Mesén, 1991).

## Requerimientos ambientales

### Temperatura

El área de distribución natural de *E. saligna* presenta un clima de temperatura cálida a subtropical y húmedo. Las áreas cercanas al nivel del mar están libres de heladas, pero en las zonas altas, durante el invierno, ocurren hasta 60 heladas por año y la temperatura mínima absoluta puede llegar a  $-8^{\circ}\text{C}$ . La temperatura media anual es de  $15$  a  $21^{\circ}\text{C}$  y el promedio máximo, en el mes más cálido, varía entre  $24$  y  $33^{\circ}\text{C}$ ; el mes más frío entre  $-2$  a  $8^{\circ}\text{C}$  (Poynton, 1979; Boland *et al.*, 1985).

También, se le ha plantado con resultados excelentes a temperaturas mayores, como en Brasil, donde se ha cultivado hasta los  $28,8^{\circ}\text{C}$  o en América Central donde se planta en lugares con temperatura media anual de  $18$  a  $26^{\circ}\text{C}$ . Los mejores incrementos se han obtenido en San Ramón, Costa Rica, con una temperatura media anual de  $21,7^{\circ}\text{C}$  y en Patulul, Guatemala con  $24$  a  $26^{\circ}\text{C}$  de temperatura (Ruiz, s.f; CATIE, 1986).

### Precipitación

El promedio anual de precipitación, en el área de origen de *E. saligna*, varía entre  $900$  a  $1800$  mm, con un verano máximo marcado en la parte norte y una distribución de lluvias más uniforme en el sur (Poynton, 1979; Boland *et al.*, 1985).

Se le ha plantado en áreas donde la precipitación es mayor, como en el caso de Brasil, donde llueve de  $1400$  a  $4420$  mm anuales. En América Central se ha plantado con éxito en áreas donde la precipitación varía entre los  $900$  y  $3500$  mm anuales; pero con uno a seis meses secos, de menos de  $100$  mm de lluvia. Las zonas de bosque húmedo premontano, en Costa Rica, parecen ser los sitios más aptos para el desarrollo de la especie, con una precipitación media anual de  $1926$  mm y cinco meses de déficit hídrico (CATIE, 1986 Ruiz, s.f.) (Cuadro 7).

El ámbito altitudinal en que esta especie se encuentra naturalmente, varía desde el nivel del mar hasta los  $1100$  m de altitud. No obstante, en su distribución en los distintos países tropicales, se ha adaptado a condiciones diferentes a las del lugar de origen. En Sri-Lanka, se ha plantado con éxito a  $1400$  msnm; en América Central se ha plantado hasta los  $1800$  m de altitud y en Ecuador desde los  $100$  hasta los  $2300$  msnm (Ruiz, s.f., CATIE, 1986; Poynton, 1979; Boland *et al.*, 1985).

*E. saligna* se desarrolla usualmente en suelos limosos o arcillosos, moderadamente fértiles, húmedos pero con buen drenaje. Su mejor desarrollo se logra en suelos de origen aluvial, sueltos y limo-arenosos. Otros suelos en los que crece, son podsoles y limos volcánicos. El material de origen de estos suelos puede ser arenizas, conglomerados o basaltos (Poynton, 1979; Boland *et al.*, 1985).

A pesar de que los suelos descritos son de la mejor clase, *E. saligna* se ha probado en suelos pobres, obteniéndose resultados satisfactorios, comparado con otras especies de uso común en la reforestación. En la región centroamericana se ha plantado en diferentes sitios y suelos, pero los mejores resultados se han obtenido en aquellos que presentan buena textura, buen drenaje y de origen volcánico. Las familias de suelos sobre los que se ha plantado *E. saligna* son: Hydric dystrandeps, Ustoxic dystrandeps, Ustic tropohumults, Ustic dystrandeps, Aeritropaqueults, Typic vitrandeps y Udic haplustalfs (CATIE, 1986). El pH recomendado para esta especie debe ser de neutro a ácido y la textura de arenosa a franco-arenosa, con buen drenaje (Webb, 1980).

En su lugar de origen, no se reportan problemas de caída de árboles de *E. saligna* a causa del viento; pero tampoco se menciona su uso como tapaviento para reducir la acción eólica. Por el rápido desarrollo, en América Central, se le ha ensayado como plantación en líneas, a manera de tapaviento; sin embargo, se mencionan efectos del viento sobre los árboles y sus ramas, provocando caídas y quebraduras. En San Ramón, Costa Rica, zona de alta incidencia de vientos, *Saligna* es considerada como frágil a la actividad eólica, sobre todo cuando ésta es de carácter fuerte (Jiménez, 1988).

### **Factores limitantes**

Se reconocen como factores limitantes, para el desarrollo satisfactorio de esta especie, el cultivo sobre suelos compactados, con presencia de horizontes endurecidos y mal drenados, inundables durante una parte del año. Generalmente este tipo de problema se presenta cuando el área destinada a la plantación de *E. saligna*, estuvo dedicada anteriormente a la ganadería, donde el sobrepastoreo excesivo provocó endurecimiento del suelo. Ante situaciones como éstas, lo recomendable es realizar una adecuada preparación del terreno, arándolo en su totalidad, o sobre las líneas de cultivo y hacer hoyos profundos y anchos.

Otro factor limitante para el crecimiento de esta especie, es la competencia por luz, agua y nutrientes, provocada por la presencia de malezas durante su fase inicial de establecimiento. Por lo tanto, es prioritario mantener la plantación limpia de malas hierbas. Asimismo, se menciona como limitante del desarrollo adecuado de la especie, el ataque de hormigas zompopas (*Atta* spp.), que deben evitarse ya que defolían las plantitas y provocan retrasos en su crecimiento inicial. Su control se realiza con productos químicos como el "Zompex o Mirex"\*, depositados en los caminos de las hormigas, en bolsitas plásticas selladas, de 5 a 10 g, que las mismas hormigas se encargan de abrir.

## Usos

*E. saligna* es una especie que por su rápido crecimiento, alta producción de biomasa y buena forma, es apta para una amplia variedad de usos, entre estos están:

### Leña

Su potencial para la producción de leña es alto, dada la gran cantidad de biomasa que produce en un corto período. El potencial calorífico de *E. saligna* en promedio, es de 18 390 kJ/kg, siendo de lenta combustión y rápido encendido. Los árboles destinados a la producción de leña se aprovechan generalmente desde los cinco hasta los 10 años, realizando primero una tala rasa del monte y luego, el manejo de rebrotes. En Guatemala, se ha utilizado la leña de *E. saligna* para el secado del té; mientras que en Costa Rica, se emplea en los trapiches para la producción de dulce o panela (CATIE, 1986; Gramajo, 1981; Salazar, 1986).

### Madera de uso comercial y familiar

Es una madera moderadamente pesada, con un peso específico de 0,486 y una densidad aproximada de 0,83 g/cm<sup>3</sup>. Medianamente durable, de amplia utilidad en la construcción general, como en el armado de barcos, pisos, capintería, durmientes de ferrocarril, tornería, obtención de chapas, etc. En Nueva Gales del Sur es una de las maderas más importantes para la construcción general, de interiores o exteriores y también usada para pisos. El duramen de la madera es rojizo y la albura es más pálida, la textura

---

\* El uso de nombres comerciales no implica recomendación alguna por parte del CATIE.

es áspera y de grano recto. (CATIE, 1986; Poynton, 1979; Boland *et al.*, 1985).

### Pulpa

Según estudios realizados en Estados Unidos y Africa del Sur, se concluyó que *E. saligna* produce una buena cantidad de pulpa de fibra corta y de resistencia moderada. Sin embargo, cuando el árbol ha crecido lentamente, el duramen puede presentar problemas para el pulpado semi-químico; no hay inconveniente con árboles jóvenes de rápido crecimiento (Gramajo, 1981; Turnbull y Pryor, 1978).

El largo de la fibra oscila entre 591 y 631 u, con un promedio de 614 u. El diámetro promedio de la fibra es de 21 u y su coeficiente de flexibilidad es 29,40. En relación con la clasificación de Runkel, esta madera se considera como buena para la producción de papel (Factor Runkel 0,513) (Alcántara, 1975).

### Carbón

*E. saligna* posee la característica de romperse con facilidad, arde bien y continúa desprendiendo calor durante mucho tiempo. En Brasil, se convierte madera de esta especie en carbón, para la fabricación de acero (CATIE, 1986, Gramajo, 1981).

### Postes

Por presentar un fuste alto, recto, cilíndrico y sin nudos, se recomienda su uso para postes. En general, se recomienda como postes para cercas, puntales para minas y postes para alumbrado público, que generalmente son tratados químicamente para una mayor duración. En Africa del Sur, las plantaciones de postes para minas se explotan cuando los árboles alcanzan un diámetro medio de 20 a 22 cm (Jiménez, 1988; Alcántara, 1975; Gramajo, 1981; Boland *et al.*, 1985).

La madera de *E. saligna* presenta contracciones normales, con respecto a su peso específico; lo que significa que la madera tiene buena estabilidad dimensional, así como presencia de pocos defectos durante el secado. En condición seca al aire, tiene valores mecánicos altos (Alcántara, 1975) (Cuadro 2).

La madera de *E. saligna* seca rápidamente al aire y requiere de 105 días para pasar de 90% a 18% en contenido de humedad. El proceso de preservación presenta valores distintos para la albura y

el duramen. En la albura el promedio de soluto retenido es de 4,7 kg/m<sup>3</sup>, con una penetración del 100% y una distribución regular y uniforme, considerándose la albura como fácil de impregnar. En el duramen la retención promedio es de 2,1 kg/m<sup>3</sup>, con una penetración del 5% del área, presentando una distribución lateral parcial e irregular, clasificándose el duramen como impenetrable y difícil de impregnar (Alcántara, 1975).

### Otros usos

Se ha utilizado como ornamental o como especie para sombra. Produce abundante néctar y polen, pero la miel derivada no es de la mejor calidad. De la corteza del árbol se extraen taninos (5 a 11%), mientras que las hojas contienen 0,12 por ciento de aceites esenciales. También se le recomienda para la obtención de chapas y contrachapado, así como parquet (parqué) y cajones para frutas (CATIE, 1986; Gramajo, 1981; Poynton, 1979; Alcántara, 1975).

**Cuadro 2. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Eucalyptus saligna* Smith.**

E N S A Y O	Promedio	
Contenido de humedad de la madera en condición verde (%)	90,000	
Densidad (peso y volumen) (gr/cm <sup>3</sup> )	0,923	
<b><u>Peso específico</u></b>		
Peso seco al horno/volumen verde	0,486	
Peso y volumen secos al horno	0,559	
<b><u>Contracciones</u></b>		
Volumétrica de verde a seca al horno	12,790	
Radial de verde a seca al aire (%)*	2,428	
Radial de verde a seca al horno (%)	4,465	
Tangencial de verde a seca al horno (%)	8,506	
Tangencial de verde a seca al aire (%)*	5,602	
<b><u>Razón de contracciones</u></b>		
Rad/tang de verde a seca al aire*	1/2,30	
Rad/tang de verde a seca al horno*	1/1,90	
	<b>CONDICION</b>	
	Verde	Seca*
<b><u>Flexión estática</u></b>		
Esfuerzo al límite proporcional (kg/cm <sup>2</sup> )	139,0	621,0
Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> )	325,0	942,0
Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> x 103)	100,0	176,0
Trabajo al límite proporcional (m kg/dm <sup>3</sup> )	0,2	1,2
Trabajo a carga máxima (m kg/dm <sup>3</sup> )	2,9	7,0
<b><u>Compresión paralela al grano</u></b>		
Esfuerzo al límite proporcional (kg/cm <sup>2</sup> )	89,0	363,0
Resistencia máxima a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	97,0	496,0
Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	102,0	135,0
<b><u>Compresión perpendicular al grano</u></b>		
Esfuerzo al límite proporcional (kg/cm <sup>2</sup> )	12,9	64,0
<b><u>Cizallamiento paralelo al grano</u></b>		
Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	71,4	97,0
<b><u>Dureza</u></b>		
Lateral (kg)	344,0	274,0
Axial (kg)	360,0	369,0

\* Al 12 % contenido de humedad

Fuente: Alcántara, 1975.

## 2. ESTABLECIMIENTO

***E. saligna** produce semillas muy pequeñas, por lo que su recolección debe hacerse directamente del árbol, antes de que los frutos se abran. La producción de frutos se da de agosto a setiembre y las semillas se recolectan de diciembre a mayo, especialmente en marzo. Con el objetivo de asegurar la calidad de la semilla, lo más aconsejable es obtenerla de alguno de los Bancos de Semillas forestales de la Región. Para la germinación, el medio recomendado debe ser de textura liviana, que puede ser arena, debidamente desinfectada para evitar el mal del talluelo.*

*La germinación se produce entre los 10 y 20 días y el repique se puede hacer luego de cuatro semanas. Las plantitas se colocan en bolsas de polietileno negro de 10 x 20 cm y se alinean a modo de bancales, con orientación este-oeste. En el bancale, la planta permanece durante cuatro meses y alcanza entre 20 y 40 cm de alto, estando lista para ser plantada. El método más usual para producir **E. saligna** es en bolsas, aunque se utilizan pseudoestacas para plantación.*

*Para su plantación, el terreno debe estar libre de malezas y en caso de suelos compactos, éstos se deben preparar adecuadamente. La aplicación de fertilizantes, al momento de plantar, es una práctica a la que responde bien **E. saligna** y ayuda a reducir la competencia de malezas. La distancia de plantación más comúnmente usada en América Central es de 2 x 2 ó 2,5 x 2,5 m., aun en combinación con cultivo, aunque también se planta desde 1,5 x 1,5 m, hasta 2,0 x 3,5 m. Para obtener leña, postes o madera a corto plazo, esta especie se planta en rodales compactos.*

***E. saligna** es susceptible a la competencia con malezas, por lo que se debe mantener limpia durante los primeros años, con dos a tres chapeas por año. A su vez, con las limpieas se pretende reducir las posibilidades de plagas y enfermedades y el riesgo de incendios.*

***Por otra parte, es conveniente el mantenimiento de cercas, para evitar que ingrese el ganado y provoque daños en la plantación. Las hormigas "zompopas" del género *Atta* spp., gustan mucho esta especie, por lo que su combate es una práctica necesaria.***

## **Producción en vivero**

### **Semilla**

La recolección manual de semillas es difícil en árboles adultos, por la altura que presentan. Los frutos deben recolectarse antes de que se abran y dispersen sus semillas, ya que resulta imposible recolectar semillas del suelo debido a su pequeño tamaño. Los árboles seleccionados para obtener semilla deben ser los de buena forma, de rápido crecimiento, no bifurcados y de buen estado fitosanitario. Debido a que en América Central existen pocos rodales semilleros, lo más aconsejable es obtener el material de los Bancos de Semillas, nacionales o regionales, especializados en dicha tarea; o bien, importarla directamente de Australia de las procedencias indicadas como las mejores (CATIE, 1986; Martínez, 1990).

En Costa Rica la producción de frutos se presenta de agosto a setiembre y la época de recolección de los mismos puede iniciarse entre diciembre y mayo; especialmente a partir del mes de marzo, cuando se da la mayor producción. Los frutos sin abrir son secados al sol durante 24 a 28 horas, para lograr una rápida apertura de las cápsulas. Una vez abiertas las cápsulas, se separan de las semillas y éstas se almacenan en un lugar seco y fresco, de baja humedad relativa, de preferencia en una cámara fría a 5°C y 12% de humedad (CATIE, 1986; Salazar y Boshier, 1989; Bianchetti, 1981).

El porcentaje de germinación de *E. saligna*, decrece con la humedad relativa arriba del 40% y con el tiempo de almacenamiento. Las semillas mantenidas en un ambiente natural, con humedad relativa inferior al 40%, mantienen su poder germinativo hasta por 270 días. Para el almacenamiento de *Saligna* en un medio natural, se recomienda una humedad relativa entre 20 y 40%, una temperatura de 20°C y mantenerla en recipientes herméticos para controlar la humedad (Bianchetti, 1981). Para su almacenamiento por períodos de tres a cinco años, generalmente se usan cámaras de refrigeración a temperatura constante de 5°C, (Cuadro 3).

Cuadro 3. Condiciones generales para el mantenimiento de la germinación y el vigor de semillas de *Eucalyptus saligna* Smith, almacenadas en las regiones tropicales y subtropicales.

Período de almacenamiento	Temperatura (°C)	Humedad Humedad de la semilla (%)		
		relativa (%)	Albuminosas	Oleaginosas
Corto plazo (hasta 9 meses)	30	50	12	8,0
	20	60	13	9,5
Mediano plazo (hasta 18 meses)	30	50	10	7,5
	20	50	12	9,0
Largo plazo				
3 a 5 años	10	45	-	-
5 a 15 años	0-5	40	-	-

Fuente: Adaptado de Bianchetti, 1981.

### Germinación

El medio de germinación recomendado para la producción de plántulas de *E. saligna*, debe ser de textura liviana, con una mezcla en proporción 1:1 de suelo fértil y arena, o sólo con arena. Antes de la siembra es conveniente aplicar desinfectantes como Captan\*, o bromuro de metilo, a razón de 20 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de recipientes con el fin de desinfectar el suelo y prevenir daños causados por el "damping-off" (*Pythium* sp. y *Rhizoctonia* sp.); también se puede recurrir al uso de agua caliente como esterilizante del suelo. Se recomienda el uso de germinadores a manera de pequeñas bandejas, por su facilidad de manejo y mayor control de problemas sanitarios. El tamaño más común del germinador es 50 x 30 cm de largo y ancho, respectivamente y 5 a 10 cm de profundidad. En las cajas de germinación las densidades varían de 3000 a 10 000 plantas por m<sup>2</sup>, de las cuales se espera que el 25 a 50% produzca plantas de buena calidad (Ruiz, s.f.; Turnbull y Pryor, 1978; Sturión, 1981).

Aunque las especies de Eucaliptos son fácilmente reproducidas en el vivero, a menudo, el distanciamiento adecuado y la dispersión uniforme de la semilla en el germinador, se dificulta por lo pequeño de ésta. Existen métodos para reducir este

\* La mención de nombres comerciales no implica recomendación alguna por parte del CATIE.

problema; por ejemplo, se puede mezclar la semilla con arena del mismo tamaño o con semilla no viable; se coloca la mezcla dentro de un rociador de sal y se distribuye la semilla en el medio de germinación; que luego se cubre con una ligera capa de tierra de no más de 0,3 cm. (Liegel y Venator, 1987).

Para siembra directa en recipientes, se puede hacer uso de un lápiz delgado o un palillo de dientes, el cual se humedece y se toca con él suavemente sobre las semillas, quedando generalmente adheridas de dos a tres, las que son puestas en el recipiente de siembra. Al cabo de varias semanas, la germinación se revisa y se eliminan las plantas de menos vigor, en los casos donde nacieron varias semillas (Liegel y Venator, 1987).

El medio de germinación debe estar debidamente protegido de la lluvia, para evitar que ésta levante las semillas o destruya las plantitas recién germinadas. No obstante, se debe entender que el medio tiene que estar húmedo, para lo que se puede usar regadera manual o bomba de espalda; lo ideal es usar gotas nebulizadas para no sacar la semilla. La bomba de espalda produce un tamaño de gotas bastante similar al nebulizado. Con el riego por inundación; es decir, permitiendo que el agua cubra las camas de germinación, se logra que la humedad llegue por capilaridad hasta la semilla (Ruiz, s.f; Martínez, 1990). El riego es aplicado generalmente durante las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde.

La mayoría de los Eucaliptos no presentan condiciones de letargo y la semilla puede germinar inmediatamente después de su maduración. *E. saligna* no requiere de tratamientos pregerminativos, pese a su baja germinación reportada (30 a 50%), aunque se han logrado niveles del 80% de germinación (Ruiz, s.f.; Gramajo, 1981). Dado que se manejan datos muy contrastantes sobre el número de semillas por kilogramo; desde 600 a 650 mil (Gramajo, 1981; Webb, 1980) hasta 2,5 a 3,5 millones (CATIE, 1986; Ruiz, s.f.), se puede utilizar la información proporcionada por el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales, que indica que se obtienen como mínimo 250 plantas de cada gramo de semilla de *E. saligna* y a partir de ello, estimar la cantidad necesaria de acuerdo con las expectativas de producción (CATIE, 1989). (Figura 4).

## Repique

A las cuatro semanas o más, las plantas deben pasarse a envases separados, que usualmente son bolsas de polietileno de 10x20 cm, con agujeros y llenas con tierra preparada para tal efecto. La tierra para las bolsas se prepara como una mezcla de suelo fértil, arena y algún otro componente orgánico como "compost", birutas de madera, aserrín o granza de arroz. A menudo se emplea sólo tierra fértil o suelo con arena en proporción 2:1 a 3:1. Una mezcla 1:3:1 de suelo, arena de río y un material orgánico, es aconsejable. En suelos donde la fertilidad es baja, sobre todo con deficiencias de fósforo, que retrasan el desarrollo inicial de las plantitas, se puede agregar fertilizante químico completo (N15-P15-K15) a razón de un quintal por metro cúbico de mezcla; esto es, 25 kg de fertilizante por cada 1000 bolsas (Liegel y Venator, 1987; Martínez, 1990).

*E. saligna* germina entre los 10 y 20 días después de la siembra y las plántulas, están preparadas para su trasplante o repique, o sea, cuando tengan cuatro hojas verdaderas y aproximadamente 5 cm de altura. Durante el trasplante, la plantita requiere de riegos moderados y la aplicación periódica de fungicidas, especialmente a base de cobre, para evitar así, los problemas que generalmente causa el mal del talluelo o "damping off" (Ruiz, s.f.; Liegel y Venator, 1987; Gramajo, 1981).

Al momento de sacar las plantitas del germinador, se debe tener el medio suficientemente húmedo para que la extracción sea fácil y no se revienten las raicillas. El traslado hasta las bolsas debe ser cuidadoso, colocando las plántulas en un recipiente con suelo disuelto en agua, para evitar la desecación de raíces y la muerte de las plantitas, las cuales deben plantarse en el centro de la bolsa y en forma vertical. Es conveniente realizar el repique durante las primeras horas de la mañana o las últimas de la tarde, para evitar el desecamiento ocasionado por el sol. Luego del trasplante se riega abundantemente (Martínez, 1990).

Es importante, al momento del trasplante, colocar adecuadamente las raicillas de la plantita dentro de la bolsa, para evitar que estas crezcan en mala forma. Asimismo, se deben eliminar las "bolsas de aire", lo que se logra apretando de manera apropiada la base de la plántula. Las bolsas se alinean sobre la superficie, a modo de bancales, con orientación este-oeste, cuando la topografía lo permita, para obtener una mejor iluminación diaria (Liegel y Venator, 1987).

Es conveniente también colocar sombra por lo menos durante tres días después del trasplante, siempre que las condiciones lo permitan. La sombra de tela plástica verde, no debe permanecer por más de 15 días y se quita seleccionando un día poco soleado. En las bolsas, las plantas permanecen por un periodo de cuatro a seis meses. Para ese tiempo la planta ha crecido entre 20 y 40 cm en altura y de 1,5 a 2,5 cm en diámetro al cuello de la raíz. Durante los dos últimos meses que permanecen las plántulas en el vivero, el riego es reducido gradualmente hasta suspenderlo, para lograr el endurecimiento de los tallos antes de ser llevados al campo definitivo. Cuando los árboles sobrepasan los 30 cm, es conveniente podar tanto el tallo, como las raíces (Ruiz, s.f.; Gramajo, 1981) (Figura 4.).

### Tipo de plantas

Tanto en América Central, como en otras regiones donde se planta *E. saligna*, lo más usual es que se produzcan plantas en bolsas. No obstante, es posible obtener plántulas por siembra directa en bolsas, con la ventaja de eliminar el repique. También se pueden producir plantas a raíz desnuda, aunque su supervivencia es muy baja; se habla incluso de siembra directa por semilla en el campo con resultados muy pobres. En Guatemala, con el uso de pseudoestacas de 1,5 cm de diámetro en la base de la raíz y 10 cm de tallo, se obtuvo una supervivencia promedio de 73%. El uso de pseudoestacas requiere de una selección adecuada del material y su plantación rápida, luego de haberse extraído la planta del terreno (Gramajo, 1981; Sturión, 1981).

En los bancales es necesario remover las bolsas para evitar el enraizamiento en el suelo. Esto se ejecuta aproximadamente un mes y medio luego del trasplante, lo que permite a la vez, seleccionar las plantas por tamaño, llevando al campo el material más sano y apto para plantar (Martínez, 1990).

### **Plantación**

#### Preparación del suelo

La mayoría de las áreas dedicadas al cultivo de árboles, son aquellas cuyo uso anterior fue la ganadería y que están sobrepastoreadas, con problemas de compactación y drenaje. En estos casos, lo conveniente es arar los suelos compactados, abriendo los surcos necesarios o realizando hoyos más anchos y profundos de lo acostumbrado.



Figura 4. Producción de plantas de *Eucalyptus saligna* Smith, en vivero.

Aunque *E. saligna* no requiere de una preparación particular del suelo, ésta debe incluir: i) eliminación de malezas, manualmente a través de chapeas o químicamente, con el uso de herbicidas; en casos extremos, se puede recurrir a las quemas controladas; ii) trazado de líneas de plantación, de acuerdo con la pendiente del terreno; iii) apertura de hoyos, de 20 cm de diámetro y 25 cm de profundidad. Una vez ejecutadas estas labores, se realiza la plantación (CATIE, 1986) (Figura 5).

### Fertilización

*E. saligna* presenta una buena respuesta a la aplicación de fertilizantes, lo que resulta en un rápido crecimiento inicial, que le permite a la especie dominar fácilmente las malas hierbas que entran en competencia por luz, agua y nutrientes (Turnbull y Pryor, 1978). A través de diversos ensayos, se ha logrado determinar que la fertilización influye positivamente en el crecimiento en altura y mejora significativamente el crecimiento en diámetro, obteniéndose por lo tanto un incremento volumétrico superior en aquellas plantaciones que reciben fertilizantes (Barros, *et al.*, 1984; Simões y Coto, 1985).

En Eucalipto, la respuesta inicial al fertilizante tiende a desaparecer conforme avanza la edad de la plantación y se deja de notar hasta aproximadamente los cuatro años. Sin embargo, esa ganancia inicial en crecimiento, provocada por esta práctica, permanece durante la vida de la plantación, lo que justifica la adopción de la fertilización, como técnica recomendada (Barros *et al.*, 1984; CATIE, 1986).

Al momento de la plantación, pueden aplicarse de 40 a 60 g de una fórmula completa como el N12-P24-K12 ó N10-P30-K10. El fertilizante debe colocarse en el fondo del hoyo y luego cubrirlo con una capa de tierra, para que no entre en contacto con las raíces de la plantita y le provoque quemaduras.



a.



b.



c.

**Figura 5.** Preparación del terreno para la plantación. a) Colocación de estacas, b) Apertura de hoyos, c) Vista general del terreno preparado.

En ensayos de fertilización con *E. saligna* en Guatemala, aunque no se establecieron diferencias significativas en altura y diámetro, con los tratamientos practicados, sí se obtuvo una alta supervivencia, arriba del 90% y un incremento medio anual categorizado como medio, de acuerdo con Ugalde (1990) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de cuatro dosis de fertilización inicial con N15-P15-K15, sobre el crecimiento en altura y diámetro de *Eucalyptus saligna* Smith, a los 26 meses de edad, en Sacatepéquez, Guatemala.

Tratamiento	Supervivencia (%)	Altura		Diámetro	
		Prom. (m)	IMA (m/año)	Prom. (cm)	IMA (cm/año)
Testigo	94	6,6	3,1	6,0	2,8
50 g/planta	90	7,2	3,3	6,6	3,1
100 g/planta	93	6,6	3,1	6,3	2,9
200 g/planta	96	6,4	3,0	6,0	2,8

Sitio 525: Zona de vida: bosque muy húmedo montano bajo; Altitud: 50 msnm.

### Espaciamientos de plantación

El distanciamiento adecuado entre plantas, depende de los objetivos de la plantación. Esta especie usualmente se planta desde 1,5 x 1,5m hasta 2,0 x 3,5 m, dependiendo de los fines. Para la producción de madera y postes se utiliza una densidad inicial de 2500 a 1600 árboles por hectárea, (2,0 x2,0 m y 2,5 x 2,5 m respectivamente). Aún en combinación con cultivos, este distanciamiento se mantiene, (Salazar, 1986; Díaz, 1990; Sánchez *et al*, 1990; Martínez *et al*, 1990; Cáliz *et al*, 1990; Cruz *et al*, 1989; Picado, 1990).

Utilizada como cerca viva en San Ramón, Costa Rica, el distanciamiento entre árboles ha sido de de 1m, con buenos resultados.

A pesar de que ensayos de espaciamento en Guatemala, indican que las diferencias en crecimiento promedio no son estadísticamente significativas, sí es posible observar que hay una

influencia marcada del distanciamiento sobre el diámetro (Cuadro 5). Como resultado se observa que al aumentar la distancia de plantación, el diámetro también aumenta; en altura, el efecto no es tan evidente. Se puede decir, a partir de esto, que dependiendo del objetivo de la plantación el espaciamiento varía; o sea, que cuando se pretende obtener madera para aserrío, de grandes dimensiones (mayores diámetros) lo mejor es aumentar el distanciamiento entre plantas, para favorecer el crecimiento en diámetro. Así, si el objetivo es producción de leña o postes, la distancia de plantación será menor.

**Cuadro 5.** Efecto del espaciamiento sobre el crecimiento en altura y diámetro y supervivencia de *Eucalyptus saligna* Smith, a los 26 meses de edad, en Sacatepéquez, Guatemala.

Espaciamiento (mxm)	Densidad (N/ha)	Supervivencia (%)	Altura		Diámetro	
			Prom. (m)	IMA (m/año)	Prom. (cm)	IMA (cm/año)
1,5x1,5	4444	88	5,0	2,3	4,1	1,9
2,0x2,0	2500	91	4,7	2,2	4,5	2,1
2,5x2,5	1600	92	4,7	2,2	4,7	2,2
3,0x3,0	1111	93	5,2	2,4	5,6	2,6

Sitio 525: Zona de vida: bosque muy húmedo montano bajo; Altitud: 50 msnm.

### Técnicas de plantación

Saligna es una especie que generalmente se establece en rodales compactos, de donde se espera obtener leña, postes o producir madera para aserrío, en un corto período de tiempo. Para disminuir los costos de establecimiento, puede asociarse con otros cultivos durante los primeros años.

La calidad del material de vivero es un aspecto fundamental para asegurar el éxito de la plantación. Debe cuidarse que las plantas estén sanas, con buen vigor y sin defectos como raíces retorcidas, tallo torcido o bifurcado, o plantas quebradas. Las plantitas se deben transportar adecuadamente hasta el sitio de plantación, evitando al máximo el maltrato.

Cuando se utilizan pseudoestacas o plantas a raíz desnuda, se trasladarán en enpaques humedecidos para evitar el desecamiento de raíces.

Al momento de colocar las plantas en los hoyos, deben quedar perpendicularmente al terreno y eliminar las bolsas o recipientes, sin deshacer la bola de tierra. Deben evitarse las "bolsas de aire" que quedan en las raíces; ésto se logra comprimiendo adecuadamente sobre la base de la planta. El sistema radicular debe quedar bien distribuido en el hoyo, sin que las raíces se doblen o enrollen (Martínez, 1990). Debe evitarse que la raíz quede retorcida para que no crezca anormalmente, en forma de J (cuello de ganso), esto acarrea problemas en el crecimiento y los árboles son más susceptibles al viento. En caso de raíces de más de 8 cm de longitud, éstas pueden ser podadas hasta 5 cm (Liegel y Venator, 1987).

La época de plantación debe coincidir con el inicio del período lluvioso, cuando éste se haya normalizado; con ésto se pretende que las plantas estén debidamente adaptadas al campo para cuando llegue el siguiente período seco.

## **Mantenimiento de la plantación**

En general, las plantaciones forestales no toleran la competencia de plantas herbáceas o arbustivas, especialmente durante los primeros años. Cuando las malezas crecen demasiado rápido, dan excesiva sombra a las plantas, en cuyo caso se hace necesario, a veces, emplear plantas de vivero más grandes, o bien, eliminar la maleza (Flinta, 1977). Con las limpiezas se logra evitar la competencia, y otras plagas y enfermedades y además, se disminuye el riesgo de incendios.

### **Control de malezas**

Aunque *E. saligna* es una especie que presenta un crecimiento rápido, es muy susceptible a la competencia de malezas durante los primeros meses de su crecimiento; por lo que debe realizarse una buena limpieza inicial del terreno y de ser posible, una rodajea con pala, de por lo menos a 80 cm, alrededor de cada árbol (Picado, 1990).

Con un control adecuado de malezas, en las primeras etapas de crecimiento de la plantación se logra: i) aumentar la

supervivencia y disminuir los costos de replante; ii) mayor crecimiento en diámetro y altura, al eliminar la competencia y por lo tanto; iii) mayor crecimiento en volumen, que se traduce en mayores rendimientos económicos, por lo que ésta es una práctica necesaria y aconsejable (Martínez, 1990).

Las malezas se pueden combatir manualmente a través de chapeas, o químicamente con el uso de herbicidas. El uso de uno u otro método depende en gran medida, de las condiciones socioeconómicas de la zona o del productor. Así, el control manual, por ejemplo, genera empleos e ingresos a los agricultores y resulta tan eficiente como el control químico pero en zonas donde la mano de obra es escasa no se puede recurrir a su uso. Los métodos químicos resultan más delicados, por cuanto una mala aplicación del herbicida puede afectar seriamente la plantación.

Las chapeas son prácticas necesarias durante los primeros dos años, siendo conveniente realizar al menos dos por año. Al tercer año, se espera que la especie haya cerrado sus copas, esto produce un control en el crecimiento de malezas (Picado, 1990) (Figura 6).

Los herbicidas comúnmente usados en el control de malezas son los quemantes o de contacto, así como los sistémicos. En Nicaragua, en plantaciones de *E. camaldulensis*, los mejores resultados se obtuvieron en parcelas tratadas con "Round-up" (Glifosato) seguidas del "Gramoxone"\* (Paraquat), en parcelas de 29 meses de edad (Martínez, 1990).

### Control de plagas y enfermedades

Visitar con frecuencia la plantación es una buena costumbre, para la detección y control de la hormiga "arriera o mulata", que gusta mucho de esta especie y le causa graves daños, los cuales retardan el crecimiento, llegando incluso, a matar el árbol en sus primeros meses de plantado, si no se lleva a cabo un buen control (Picado, 1990). Al momento de inspeccionar la plantación se deben observar posibles ataques de plagas y enfermedades, que aunque para la región no ha sido reportada ninguna que provoque daños severos, podría aparecer alguna por ser ésta una especie introducida.

---

\* La mención de nombres comerciales no implica recomendación alguna por parte del CATIE.

Dentro de las plagas que ocurren en *E. saligna* en América Central, las más importantes de considerar son el guzano "cortador" (*Agrotis ipsilon*), la hormiga "zompopa" (*Atta* spp.) y la taltuza (*Orthogeomys heterodus*), que se manifiesta atacando de modo crónico, en tanto que las demás plagas reportadas sólo aparecen esporádicamente. En cuanto a las enfermedades, la situación es más favorable, porque éstas solamente se han reportado que atacan, pero no se ha tenido presencia importante de ellas, ni siquiera esporádicamente (Cuadro 6).

***Atta* spp.:** por lo general, las hormigas atacan el árbol de una sola vez, causándole una defoliación muy severa (CATIE, 1991 a y b). La zompopa generalmente actúa durante la noche, raramente lo hace a plena luz del día; por lo que su control debe realizarse localizando los hormigueros y aplicando directamente sobre éstos algún insecticida específico como el "Zompex"\*.

***Agrotis ipsilon*:** los adultos de esta familia, son palomillas de tamaño mediano y colores opacos. Las larvas son lisas y también opacas y se alimentan de hojas, flores o frutos. Esta especie por lo regular, destruye plántulas en los viveros, debido a esto se les llama "cortadores" (CATIE, 1991 a). Para su control se puede recurrir a la aplicación de insecticidas de alto poder residual y vigilancia constante para detectar posibles ataques.

***Orthogeomys heterodus*:** el mayor daño en el campo forestal, que provoca la taltuza, se expresa en el consumo de plántulas y en la destrucción de las raíces de los árboles jóvenes; no obstante, pueden roer completamente las raíces de árboles grandes provocando su caída. Su control es difícil y entre sus enemigos naturales resaltan: comadreja, boas, mapaches, pizotes y coyotes (CATIE, 1991 a y b).

Entre las enfermedades comunes en los eucaliptos está la **mancha de la hoja del Eucalipto**; que se presenta como manchas foliares pardo-claras, que avanzan desde el borde hacia el interior de la hoja. Generalmente una lesión por hoja, aunque a veces aparecen hasta tres. No ha sido necesario su combate porque no alcanza niveles epidémicos y el árbol se recupera bien.

**Gomosis del Eucalipto:** es una exudación resinosa, oscura, de aspecto vidrioso, que se cristaliza adherida a la corteza. Es una

---

\* La mención de nombres comerciales no implica recomendación alguna por parte del CATIE.

alteración fisiológica y se da como respuesta del árbol ante daños mecánicos, cortes, estrangulamiento, fuego, sequía, vientos, ataque de insectos o patógenos, etc. Normalmente el árbol no muere por gomosis (CATIE, 1991 a).

**Palo negro del Eucalipto:** se presenta en árboles de más de cuatro años de edad y por lo general no conduce a la muerte. Aparece como una costra negra que avanza de arriba hacia abajo, producto del arrastre de resinas exudadas en el tronco y que una vez oxidadas adquieren un color oscuro (CATIE, 1991 a).

La presencia de las anteriores alteraciones fisiológicas en la plantación, indican que existen condiciones adversas para el desarrollo adecuado de la plantación.



**Figura 6.** *Eucalyptus saligna* Smith de dos años de edad en San Ramón, Costa Rica. Obsérvese el control de malezas debido al cierre de copas.

**Cuadro 6. Principales plagas y enfermedades reportadas para *Eucalyptus saligna* Smith, en América Central.**

Agente causal	Daño causado	Tipo de planta	Ataque
<b>INSECTOS</b>			
<i>Acheta assimilis</i> (SALT., Gryllidae) (Grillo)	Destrucción de plántulas	V	E
<i>Agrotis ipsilon</i> (LEP., Noctuidae) (Cortador)	Destrucción de plántulas	V	C
<i>Atta</i> spp. (HYM., Formicidae) (Zompopa)	Defoliación	V,J,M	C
<i>Trigona silvestriana</i> (HYM., Apidae) (Atarrá)	Extracción de resina	M	E
<b>ANIMALES VERTEBRADOS</b>			
<i>Orthogeomys heterodus</i> (ROD., Geomyidae) (Taltuza)	Destrucción de plántulas	V,J	C
<i>Sciurus variegatoides</i> (ROD., Sciuridae) (Ardilla)	Descortezamiento	V,J	E
<b>PATOGENOS</b>			
<i>Cylindrocladium</i> sp.	Follaje	M	R
<i>Diplodia</i> sp.	Raíz	M	R
<i>Pestalotia</i> sp.	Follaje	M	R

V : Plántulas o pseudoestacas en vivero

J : Árboles jóvenes menores de 3 años

M : Árboles mayores de 3 años

C : Ataque crónico

E : Esporádico

R : Registrado por lo menos una vez.

Fuente: CATIE, 1991 a.

## Otras labores de mantenimiento

Durante los primeros años del desarrollo de la plantación, es indispensable el buen mantenimiento de cercas, sobre todo cuando en sus alrededores existen áreas dedicadas a la ganadería, por cuanto los animales causan graves daños si entran en la plantación, ya que quiebra las ramas y tallos, consumen el follaje, pisotean las plantas, etc. Por lo general, se usan cercas de tres hilos con alambre de púas.

Asimismo, para evitar posibles incendios, se deben hacer barreras corta fuegos, que consisten en "rondas", bien limpias, de tres a cuatro metros de ancho, alrededor de la plantación. Esta es una práctica recomendada sobre todo para el período seco, cuando los incendios son más probables.

### 3. MANEJO

*En América Central E. saligna se ha plantado en una amplia variedad de sitios, con resultados satisfactorios; no parecieran ser las situaciones ambientales las que más influyen en su crecimiento, sino más bien, los problemas de suelo y el inadecuado establecimiento de la plantación. Crece en zonas de vida de bosque húmedo, muy húmedo tropical y húmedo subtropical.*

*En los mejores sitios, logra incrementos medios anuales en altura desde 3,9 hasta 4,3 m/año, mientras que en diámetro los incrementos son de 3,6 a 4,1 cm/año. En los lugares de crecimiento bajo, el incremento en diámetro oscila entre 0,6 y 1,2 cm/año, en tanto que en altura varía desde 0,4 hasta 1,2 m/año. En sitios catalogados como de rendimiento medio, el diámetro se incrementa entre 1,9 y 3,3 cm/año y la altura entre 2,1 y 3,5 m/año.*

*En América Central, el índice de sitio o altura dominante a la edad base de 72 meses (6 años), varía desde 3 m en los sitios más pobres, hasta 28 m en los mejores sitios. Los rendimientos en volumen total por hectárea en rodales sin manejo, a los 10 años de edad son de 160, 317 y 516 m<sup>3</sup>/ha para los índices de sitio 12, 18 y 24 m, respectivamente. En biomasa, el rendimiento esperado en algunos sitios de América Central es de 17 tm/ha/año, en leña seca y de 22 tm/ha/año, en biomasa aérea seca total, a los 2,5 años de edad. De leña verde apilada se espera 64 m estéreos/ha/año a la misma edad.*

*E. saligna responde positivamente a la fertilización, siendo el fósforo, el elemento cuya deficiencia causa limitaciones en su desarrollo. El efecto del fertilizante se deja de notar a partir del cuarto año y generalmente se aplican de 50 a 300 g de una fórmula completa por árbol, una o dos veces durante los dos primeros años.*

*E. saligna* comúnmente no está asociada con cultivos agrícolas, porque cierra rápidamente las copas. Para la producción de leña y material de pequeñas dimensiones, el manejo a través de rebrotes es una alternativa muy viable, porque presenta una alta capacidad para rebrotar. La altura de corte del tocón recomendada es de 5 cm, lo cual debe efectuarse en la época seca. En general, se recomienda aprovechar cada tres a cinco años de edad de los rebrotes y luego cada cuatro a cinco años, tomando en consideración las diferencias de sitio.

El ciclo de corta para producir leña y otros productos pequeños, se estima entre los cuatro y ocho años y entre 12 y 15 años para madera de aserrío, dependiendo de la calidad del sitio.

## **Crecimiento**

### **Crecimiento de la especie en América Central**

En América Central se ha plantado en Guatemala, Honduras y Costa Rica con éxito variable. Más recientemente se ha ensayado en Panamá y El Salvador. En estos países pueden observarse diferencias grandes de crecimiento aun en lugares muy cercanos, lo que se atribuye a problemas de compactación del suelo, debido a que su uso anterior fue la ganadería. El tipo de suelo, la inadecuada preparación del terreno, el mal drenaje y el ataque de hormigas defoliadoras (*Atta* spp.), afectan también el buen desarrollo de la especie (CATIE, 1986; Jiménez, 1988).

En general, las zonas de vida predominantes donde se ha plantado *E. saligna*, son las de bosque húmedo premontano (bh-P) y de bosque muy húmedo premontano (bmh-P), con cinco meses de déficit hídrico (menor a 100 mm de precipitación). También se le encuentra plantado en zonas de vida correspondientes a bosque húmedo subtropical (bh-ST) con seis y ocho meses de déficit hídrico (Cuadro 7).

Cuadro 7. Principales características bioclimáticas de los sitios donde se ha plantado *Eucalyptus saligna* Smith en América Central.

País	Nº Sitio	Nombre del sitio	Altitud (msnm)	Temperatura media anual (°C)	precipitación media anual (mm)	Meses def. hídrico	Zona de vida	Familia de suelos
CR	442	Piedades Norte, San Ramón	1160	21,2	1926	5	bh-P	Hydric Dystrandept
CR	443	Piedades Sur, San Ramón	1080	21,2	1926	5	bh-P	Ustoxic "
CR	453	Piedades Sur, San Ramón	1200	21,2	1926	5	bh-P	Ustoxic "
CR	486	Piedades Norte, San Ramón	1180	21,7	1926	5	bh-P	-----
CR	501	Santa María, Tarrazú	2100	19,8	2065	5	bmh-MB	Ustic Tropohumult
CR	504	San Pablo, León Cortés	1750	19,8	2065	5	bmh-P	Ustic Tropohumult
CR	510	San Pablo, Turrubares	350	27,5	1149	5	bh-T	Ustic Tropohumult
CR	622	Cartago, Central	980	21,7	2635	1	bmh-P	-----
CR	717	Piedades Norte, San Ramón	1060	21,2	1926	5	bmh-P	Ustic Dystrandept
CR	718	Piedades Norte, San Ramón	1110	21,2	1926	5	bmh-P	Ustic Dystrandept
CR	719	Piedades Norte, San Ramón	1100	21,2	1926	5	bmh-P	Ustic Dystrandept
CR	722	Piedades Norte, San Ramón	1070	21,2	1926	5	bh-P	Ustic Dystrandept
CR	724	La Guaría, San Ramón	1000	21,2	1926	5	bh-T	Aeric Tropaquult
CR	728	Piedades Norte, San Ramón	1170	21,2	1926	5	bmh-P	Ustic Dystrandept
CR	729	Piedades Norte, San Ramón	1050	21,2	1926	5	bh-P	Ustic Dystrandept
CR	738	San Ramón, Central	1100	21,2	1926	5	bh-P	Ustic Dystrandept
CR	743	San Ramón, Central	1180	21,7	1926	5	bh-P	-----
CR	744	San Ramón, Central	1700	-	-	-	-	-----
CR	745	San Ramón, Central	1200	21,7	1926	5	bh-P	-----
GT	401	Los Andes, Patulul	450	24,2	3472	4	bmh-ST	Typic Vitrandepts
GT	503	San Pedro, Ayampuc	1350	18,2	1247	6	bh-MB	Udic Haplustalfs
HN	201	Comayagua, El Potreron	1180	25,1	959	8	bh-ST	Paralitbic
HN	402	Choloma, Nor Occidental	-	26,1	1891	3	bs-T	Inceptisols, Tropets
SV	122	Tres Ceibas, Sonsonate	470	23,8	1672	6	bh-ST	-----
SV	405	San José, Usulután	75	26,6	1756	6	bh-ST	-----
PA	413	Penonomé, Coclé	650	-	-	-	bmh-T	-----

CR= Costa Rica; GT= Guatemala; HN= Honduras; SV= El Salvador; PA= Panamá.  
Fuente: Sistema de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos MIRA, 1991.

### Crecimiento en diámetro

En sitios donde se reportan crecimientos bajos, de acuerdo con la clasificación de Ugalde (1990), alcanza incrementos mínimos en diámetro a la altura de pecho de 0,55 cm/año. Mientras tanto, los incrementos máximos obtenidos en estos sitios son de 1,15 cm/año, con un crecimiento promedio de 0,81 cm/año para áreas de bajo crecimiento.

En lugares donde se considera que el crecimiento es medio, Saligna logra incrementos diamétricos mínimos de 1,92 cm/año y máximos de 3,28 cm/año. En promedio, el incremento medio anual de la especie en sitios medios es de 2,64 cm/año.

En sitios considerados de alta producción, el incremento menor obtenido es de 3,57 cm/año y el máximo incremento es de 4,10 cm/año, en diámetro a la altura de pecho. Como media del incremento para estos sitios se tiene 3,82 cm/año (Cuadro 8).

### Crecimiento en altura

Para el crecimiento en altura, también se distinguen tres categorías de sitios: bajos, medios y altos (Ugalde, 1990). En sitios de bajo crecimiento, se presentan incrementos mínimos en altura de 0,42 m/año y los máximos incrementos son de 1,24 m/año, con un promedio de 0,71 m/año.

En sitios catalogados de crecimiento medio, el incremento en altura mínimo es de 2,11 m/año, en tanto que el máximo es de 3,54 m/año y el promedio es de 2,76 m/año.

Para zonas donde el crecimiento es alto, el incremento mínimo resultante en altura es de 3,94 m/año y el máximo incremento que se reporta es de 4,25 m/año, el promedio es de 4,13 m/año (Cuadro 8).

Cuadro 8. Edad, supervivencia, crecimiento e incremento (en diámetro y altura) de *Eucalyptus saligna* Smith, para sitios de bajo, medio y alto rendimiento en América Central.

BAJO:												
CoPaís	CoExp	NsSitio	FechMed	NoMes	Superviv	DCM	IMA_DCM	Alto_A	IMA_AI	Altitud	Paño	
GT	016L	503	14/10/82	13	92	-	-	0.47	0.44	1350	1247	
CR	047L	728	27/02/85	31	84	-	-	1.09	0.42	1170	1926	
CR	046L	443	09/04/85	33	92	-	-	1.56	0.57	1080	1926	
CR	070L	563	25/02/86	32	66	-	-	1.57	0.59	1200	1926	
CR	018L	718	27/02/85	45	76	2.08	0.55	2.29	0.61	1110	1926	
GT	016L	503	26/01/84	29	68	1.44	0.59	1.58	0.65	1350	1247	
CR	086L	734	12/03/86	41	92	2.79	0.79	2.66	0.78	1180	1926	
CR	039L	442	18/02/87	56	100	4.13	0.88	3.71	0.90	1160	1926	
CR	097L	501	15/01/86	30	100	2.17	0.87	2.56	1.02	2100	2065	
GT	016L	503	07/03/85	42	72	4.02	1.15	4.34	1.24	1350	1247	
MEDIO:												
HN	019L	201	29/11/83	24	68	-	-	4.31	2.16	1180	1247	
CR	128L	742	14/03/89	55	76	9.51	1.92	9.67	2.11	1000	1926	
CR	015L	717	22/04/85	45	80	10.04	2.68	8.58	2.29	1060	1926	
CR	081L	724	10/03/88	66	92	11.51	2.09	12.97	2.36	1000	1926	
CR	108L	758	14/03/89	67	54	15.33	2.75	15.93	2.85	1100	1926	
CR	038L	722	03/03/88	68	100	14.30	2.52	18.86	3.33	1070	1247	
GT	080L	401	28/05/86	59	80	16.12	3.28	16.71	3.40	450	1926	
GT	007L	401	28/05/86	53	82	22.39	3.24	24.46	3.54	450	1926	
ALTO:												
CR	063L	729	07/03/89	78	95	25.67	4.10	25.62	3.94	1050	1926	
CR	108L	738	11/03/88	55	54	17.32	3.78	18.86	4.11	1100	1926	
CR	108L	738	03/04/86	32	100	9.53	3.57	11.24	4.22	1100	1926	
CR	038L	722	15/01/85	31	100	9.95	3.85	10.97	4.25	1070	1926	
CoPaís	-	Código de país	-	DCM	-	Diámetro cuadrático medio en cm	-	Incremento medio anual en DCM en cm	-	Alto_A	-	Altura total promedio en metros
CoExp	-	Código de experimento	-	IMA_DCM	-	Incremento medio anual en DCM en cm	-	Incremento medio anual en altura en metros	-	IMA_AI	-	Altitud en metros sobre el nivel del mar
NsSitio	-	Número serial de sitio	-	Alto_A	-	Altitud en metros sobre el nivel del mar	-	Precipitación promedio anual en milímetros	-	Paño	-	
FechMed	-	Fecha de medición	-		-		-		-		-	
NoMes	-	Edad de la medición en meses	-		-		-		-		-	
Superviv	-	Supervivencia en %	-		-		-		-		-	

Fuente: Ugalde, 1980.

## Rendimiento

Una de las herramientas más útiles para el manejo de una plantación, son las tablas o modelos de rendimiento. El rendimiento de una plantación depende de una serie de factores entre los que se pueden mencionar, calidad del sitio, la especie, densidad de plantación y la edad.

Para desarrollar un modelo preliminar de rendimiento, Vásquez (1991), utilizó datos depurados de 21 parcelas permanentes de crecimiento a lo largo de América Central, 14 en Costa Rica con 75 mediciones y siete en Guatemala con 25 mediciones.

El Cuadro 9 muestra las variables analizadas y el ámbito de valores representados en la muestra de parcelas.

**Cuadro 9.      Ambito de las variables incluidas en los resúmenes por medición para las parcelas de *Eucalyptus saligna* Smith en Costa Rica y Guatemala.**

Variable	Promedio	Ambito	
		Mínimo	Máximo
E = edad (meses)	37,70	12,00	92,00
NP = N plantado (N/ha)	2372,00	1250,00	2500,00
NV = N vivo (N/ha)	2014,00	800,00	2500,00
SV = supervivencia (%)	85,20	32,00	100,00
D = dap (cm)	8,34	0,40	22,40
H = altura media (m)	5,98	0,50	24,50
Hd = alt. dominante (m)	8,16	0,70	28,60
IS = índice de sitio (m)	14,12	2,80	28,60
G = área basal (m <sup>2</sup> /ha)	13,24	0,03	49,22

NP = número de árboles plantados (N/ha)

NV = número de árboles vivos (N/ha)

D = dap cuadrático (cm)

Fuente: Vásquez, 1991.

En primer lugar se determinó la calidad del sitio, para lo cual se ajustó una ecuación de crecimiento en altura dominante, usando el modelo de Schumacher (1939) y el programa REGJER.PRG, desarrollado por Hughell, como sigue:

$$\text{Ln}(\text{hd}) = a + b (1/E k) \quad (1)$$

donde:

Ln	=	logaritmo natural base e
hd	=	altura dominante en m
a	=	5,5147 (1,8272)
b	=	-8,8525 (2,3362)
E	=	edad de la plantación (meses)
k	=	0,25

Para generar una familia de curvas, se seleccionó el modelo "a común", con una edad base (Eb) de 72 meses (6 años). Este modelo (2) es el que se ajustó mejor a los datos.

$$\text{Ln}(\text{IS}) = a + (\text{Ln } \text{hd}_{\text{dom}} - a) * (E/E_b) k \quad (2)$$

donde:

Ln	=	logaritmo natural base e
hd	=	altura dominante en m
a	=	5,5147 (1,8272)**
E	=	edad de la plantación (meses)
E <sub>b</sub>	=	edad base (72 meses)
k	=	0,25

La Figura 7 muestra el desarrollo en altura dominante para tres índices de sitios, de 24, 18 y 12m, que representan sitios muy buenos, buenos y regulares, respectivamente.

### Predicción del crecimiento y rendimiento

Vásquez (1991), desarrolló una serie de ecuaciones que se muestran en el Cuadro 10, a partir de las cuales se pueden estimar los distintos parámetros de la masa forestal.

Para rodales sin manejo, el Cuadro 11 presenta los rendimientos esperados para el índice de sitio muy bueno (IS = 24), buenos (IS = 18) y regular (IS = 12), con densidades iniciales de 2500 árboles por hectárea, cuyo objetivo puede ser la producción de leña y productos de menor dimensión, a través del manejo de rebrotes, manejo que aún no ha sido modelado.

A partir de estas tablas, el rendimiento esperado bajo estas condiciones a los seis años de edad, que podría ser el ciclo de corta para producción de leña o postes, es de 106, 210 y 342 m<sup>3</sup>/ha para

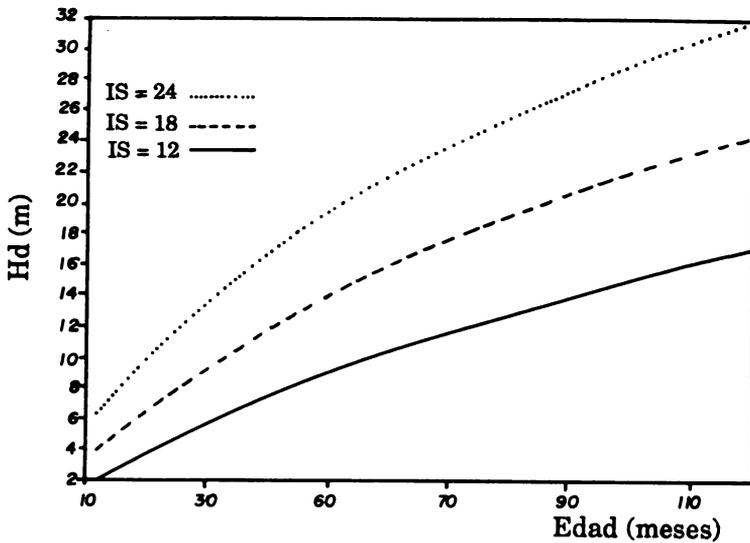


Figura 7. Desarrollo de la altura dominante para tres índices de sitio de *Eucalyptus saligna* Smith, en Costa Rica y Guatemala.  
Fuente: Vásquez, 1991.

Cuadro 10. Serie de ecuaciones que comprende el modelo global para predecir el crecimiento y rendimiento de *Eucalyptus saligna* Smith, en Costa Rica y Guatemala.

Estimación de la altura total (ALT) en m

ALT	=	$C1 * IS * (1 - \exp(-C2 * edad))^{C3}$
C1	=	1,1414
C2	=	0,0212
C3	=	1,4171
IS	=	índice de sitio
exp	=	2,7183
R <sup>2</sup>	=	97%
n	=	88

Estimación del rendimiento en área basal (G) en m<sup>2</sup>/ha

G	=	$C1 * IS * (1 - \exp(-C2 * edad))^{C3}$
C1	=	5,3474
C2	=	0,0096
C3	=	1,7637
R <sup>2</sup>	=	81%
n	=	88

## Continuación Cuadro 10

Estimación del crecimiento corriente mensual en área basal (G) en  $m^2/ha/mes$

ICAG	=	$a_i + G - b * G$
a24	=	0,2655
a18	=	0,2255
a12	=	0,1792
b	=	0,0169
m	=	0,4330

Estimación del número de árboles vivos por hectárea (N)

N	=	$a * NP$
NP	=	número árboles plantados por hectárea
a	=	0,8619
R <sup>2</sup>	=	97%

Estimación del volumen (VOL) con corteza en  $m^3/árb$  (dap 4,7 a 15,8 cm; alt 5,8 a 16,0m)

$\ln(VOL)$	=	$a + b \ln(DCM) + C * \ln h$
$\ln$	=	logaritmo natural base e
a	=	-8,990
b	=	1,7419
c	=	0,8244
R <sup>2</sup>	=	98%
n	=	27

Fuente: Vásquez, 1991.

los índices de sitio 12, 18 y 24 m, respectivamente. El peso de leña seca para los índices citados, se podría obtener utilizando la ecuación desarrollada por Salazar (1985).

El Cuadro 12 muestra una propuesta de aclareo que utiliza la ecuación de crecimiento en área basal y la razón de aclareo de Alder (1980), con el objetivo de producir madera para aserrío. La densidad inicial es de 1600 árboles por hectárea y pretende dejar de 350 a 400 árboles por hectárea en la corta final, la cual se estima entre los 12 y 20 años, según la calidad del sitio. Vásquez (1991), propone el primer aclareo alrededor de los cinco años para el IS de 18 m, con intervalos de corta de tres años en todos los sitios.

### Predicción del volumen individual

Para estimar el volumen de árboles en pie, se puede utilizar la tabla de volumen del Cuadro 13, desarrollada a partir de una muestra de 27 árboles ubicados en San Ramón, Costa Rica (Vásquez, 1991).

Cuadro 11. Tabla preliminar de rendimiento para rodales de *Eucalyptus saligna* Smith, para los índices de sitio de 24, 18 y 12 m en Costa Rica y Guatemala.

IS = 24 N = 2500

Edad (años)	N (N/ha)	DCM (cm)	ALT (m)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	VOL (m <sup>3</sup> /ha)	ICA (m <sup>3</sup> /ha/año)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)
1	2155	3,9	3,3	2,6	7,7	14,7	7,7
2	2155	6,8	7,4	7,9	39,9	32,3	20,0
3	2155	9,3	11,3	14,7	96,2	66,3	32,1
4	2155	11,4	14,5	22,1	169,9	73,7	42,5
5	2155	13,3	17,2	29,9	253,9	84,0	50,8
6	2155	14,9	19,4	37,7	342,3	88,4	57,1
7	2155	16,3	21,1	45,2	430,8	88,5	61,5
8	2155	17,6	22,5	52,5	516,4	86,6	64,6

N = 2500

IS = 18

1	2155	3,4	2,5	1,9	4,7	9,0	4,7
2	2155	5,9	5,6	5,9	24,5	19,8	12,3
3	2155	8,1	8,4	11,0	59,1	34,6	19,7
4	2155	9,9	10,9	16,6	104,3	45,2	26,1
5	2155	11,5	12,9	22,4	156,9	51,6	31,2
6	2155	12,9	14,5	28,2	210,2	54,3	35,0
7	2155	14,2	15,8	33,9	264,5	54,3	37,8
8	2155	15,2	16,8	39,3	317,1	52,6	39,6

N = 2500

IS = 12

1	2155	2,8	1,7	1,3	2,4	4,5	2,4
2	2155	4,8	3,7	3,9	12,3	10,0	6,2
3	2155	6,6	5,6	7,3	29,7	17,4	9,9
4	2155	8,1	7,3	11,1	52,5	22,8	13,1
5	2155	9,4	8,6	15,0	78,4	25,9	17,6
6	2155	10,5	9,7	18,8	105,7	27,3	19,0
7	2155	11,6	10,5	22,6	133,0	27,3	19,0
8	2155	12,4	11,2	26,2	159,5	26,4	19,9

Fuente: Vázquez, 1991.

Cuadro 12. Propuesta preliminar de aclareo para la producción de madera de aserrío con *Eucalyptus saligna* Smith, con una densidad de 1600 árboles por hectárea en Costa Rica y Guatemala.

IS - 24

árboles remanentes										árboles extrididos										todos los árboles												
Edad años	N/ha	D (cm)	hd (m)	G antes	G desp.	VTe (m <sup>3</sup> /ha)	N (N/ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)	D (cm)	VTe (m <sup>3</sup> /ha) acum	ICA (m <sup>2</sup> /ha/año)	DMA (m <sup>3</sup> /ha/año)	antes	% desp.	IDR	Edad años	N/ha	D (cm)	hd (m)	G antes	G desp.	VTe (m <sup>3</sup> /ha)	N (N/ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)	D (cm)	VTe (m <sup>3</sup> /ha) acum	ICA (m <sup>2</sup> /ha/año)	DMA (m <sup>3</sup> /ha/año)	antes	% desp.	IDR	
1	1378	4.9	6.4	2.6	2.6	7.3				7.3		7.3				1	1378	4.9	6.4	2.6	2.6	7.3				7.3		18.8	7.3			
2	1378	8.5	11.5	7.8	7.8	37.5				37.5		37.5				2	1378	8.5	11.5	7.8	7.8	37.5				37.5		30.1	41.3			471
3	1378	11.6	16.4	14.6	14.6	90.3				90.3		90.3				3	1378	11.6	16.4	14.6	14.6	90.3				90.3		38.7	61.5			640
4	778	16.9	18.7	23.0	16.5	109.5	600	6.5	11.7	49.3		168.8				4	778	16.9	18.7	23.0	16.5	109.5	600	6.5	11.7	49.3		46.4	66.7	14.4		497
5	778	19.4	21.5	23.1	23.1	177.8				177.8		226.9				5	778	19.4	21.5	23.1	23.1	177.8				177.8		50.3	71.9			606
6	778	22.5	24	30.8	30.8	252.3				252.3		301.6				6	778	22.5	24	30.8	30.8	252.3				252.3		60.3	78.3			700
7	478	26.1	26.2	35.6	29.7	245.8	300	8.9	19.5	81.3		376.4				7	478	26.1	26.2	35.6	29.7	245.8	300	8.9	19.5	81.3		53.8	52.7	13.7		538
8	478	31.5	28.2	37.4	37.4	317.0				317.0		447.6				8	478	31.5	28.2	37.4	37.4	317.0				317.0		56.0	71.0			604
9	478	34.6	30.1	45.0	45.0	386.9				386.9		517.6				9	478	34.6	30.1	45.0	45.0	386.9				386.9		57.5	68.8			662
10	329	41.7	31.8	62.3	44.9	378.6	150	7.4	26.0	71.1		680.3				10	329	41.7	31.8	62.3	44.9	378.6	150	7.4	26.0	71.1		58.0	15.6	14.4		548
IS - 18																																
1	1378	4.2	2.5	1.9	1.9	4.4				4.4		4.4				1	1378	4.2	2.5	1.9	1.9	4.4				4.4		4.4				
2	1378	7.3	5.6	5.8	5.8	22.8				22.8		22.8				2	1378	7.3	5.6	5.8	5.8	22.8				22.8		11.4	26.2			406
3	1378	10.0	8.4	10.8	10.8	55.1				55.1		55.1				3	1378	10.0	8.4	10.8	10.8	55.1				55.1		18.4	37.6			553
4	1378	12.3	10.9	16.4	16.4	97.5				97.5		97.5				4	1378	12.3	10.9	16.4	16.4	97.5				97.5		24.4	45.9			680
5	778	16.0	12.9	22.2	16.7	100.2	600	6.5	11.8	45.1		146.4				5	778	16.0	12.9	22.2	16.7	100.2	600	6.5	11.8	45.1		29.1	41.9	16.9		500
6	778	18.7	14.5	21.5	21.5	145.4				145.4		190.5				6	778	18.7	14.5	21.5	21.5	145.4				145.4		31.8	48.4			586
7	778	21.1	15.8	27.3	27.3	192.3				192.3		237.4				7	778	21.1	15.8	27.3	27.3	192.3				237.4		33.9	47.1			659
8	478	26.0	16.8	33.0	26.4	178.4	300	7.6	18.0	59.0		282.6				8	478	26.0	16.8	33.0	26.4	178.4	300	7.6	18.0	59.0		36.3	28.6			498
9	478	29.8	17.7	31.2	31.2	221.8				221.8		326.8				9	478	29.8	17.7	31.2	31.2	221.8				326.8		34.2	42.7			651
10	478	31.2	18.3	36.7	36.7	263.3				263.3		367.5				10	478	31.2	18.3	36.7	36.7	263.3				367.5		36.7	40.7			598
IS - 12																																
1	1378	3.5	1.7	1.3	1.3	2.3				2.3		2.3				1	1378	3.5	1.7	1.3	1.3	2.3				2.3		2.3				
2	1378	6.0	3.7	3.9	3.9	11.6				11.6		11.6				2	1378	6.0	3.7	3.9	3.9	11.6				11.6		6.8	12.8			333
3	1378	8.2	5.6	7.3	7.3	27.9				27.9		27.9				3	1378	8.2	5.6	7.3	7.3	27.9				27.9		9.3	19.0			453
4	1378	10.1	7.3	11.0	11.0	49.3				49.3		49.3				4	1378	10.1	7.3	11.0	11.0	49.3				49.3		12.3	23.1			557
5	1878	11.7	8.6	14.9	14.9	73.7				73.7		73.7				5	1878	11.7	8.6	14.9	14.9	73.7				73.7		14.7	25.3			648
6	778	14.7	9.7	18.8	18.3	68.3	600	5.5	10.8	30.8		99.0				6	778	14.7	9.7	18.8	18.3	68.3	600	5.5	10.8	30.8		16.5	20.3	22.4		459
7	778	16.7	10.5	17.1	17.1	91.7				91.7		122.4				7	778	16.7	10.5	17.1	17.1	91.7				122.4		17.5	23.6			522
8	778	18.5	11.2	21.0	21.0	115.2				115.2		145.9				8	778	18.5	11.2	21.0	21.0	115.2				145.9		18.2	23.2			577
9	478	22.5	11.8	24.7	19.0	103.0	300	5.7	15.5	34.1		167.8				9	478	22.5	11.8	24.7	19.0	103.0	300	5.7	15.5	34.1		18.6	12.2			430
10	478	24.6	12.2	22.8	22.8	124.2				124.2		189.0				10	478	24.6	12.2	22.8	22.8	124.2				189.0		18.9	20.8			471

% = Índice de espaciamiento relativo de Hart = (10,000/NV)<sup>2</sup>(100/hd) IDR = Índice de densidad de rotas, según Jiménez (1988) = (25/dap)<sup>-0.998</sup>  
 Nota: - Los datos de los años 9 y 10 son extrapolaciones Fuente: Vásquez (1991)

Cuadro 13. Volumen total con corteza (en m<sup>3</sup>/árbol) para *Eucalyptus saigna* Smith en Costa Rica.

Diámetro (cm)	Altura (m)									
	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	
5,0	0,008	0,010	0,013	0,015						
6,0	0,011	0,014	0,017	0,020						
7,0	0,014	0,018	0,023	0,027	0,031					
8,0	0,018	0,023	0,029	0,034	0,039					
9,0	0,022	0,029	0,035	0,041	0,048	0,054				
10,0	0,026	0,034	0,042	0,050	0,057	0,064	0,071			
11,0	0,031	0,041	0,050	0,059	0,068	0,076	0,084			
12,0	0,036	0,047	0,058	0,068	0,079	0,088	0,098	0,108		0,117
13,0	0,054	0,067	0,079	0,090	0,102	0,113	0,124	0,134		
14,0	0,062	0,076	0,090	0,103	0,116	0,128	0,141	0,153		
15,0			0,101	0,116	0,131	0,145	0,159	0,172		
16,0			0,113	0,130	0,146	0,162	0,177	0,193		
17,0				0,144	0,162	0,180	0,197	0,214		
18,0				0,159	0,179	0,199	0,218	0,237		
19,0				0,175	0,197	0,218	0,239	0,260		
20,0				0,191	0,215	0,239	0,262	0,284		

$$Ln V = -8,99028 + 1,74195 Ln D + 0,82442 Ln h$$

donde:

Ln = Logaritmo natural base e  
D = diámetro con corteza en cm

n = 27

Ámbito de validez D = 4,7 - 14,8 cm

V = volumen total con corteza en m<sup>3</sup>  
h = altura en m  
R<sup>2</sup> = 98%

h = 5,8 - 16,0 m

Fuente: Vásquez, 1991.

## Estimación de la producción de biomasa

Para cuantificar la producción de leña y de biomasa aérea total, se cuenta además, con tablas de rendimiento elaboradas para la región de San Ramón, Costa Rica, en plantaciones de 30 meses de edad, establecidas para suplir las necesidades de leña de una fábrica rural productora de dulce (Salazar, 1985, 1986).

El rendimiento obtenido en San Ramón, a los 30 meses, en leña seca fue de 41 tm/ha (17 tm/ha/año) y una producción de biomasa seca total de 54 tm/ha (22 tm/ha/año), rendimientos superiores a los obtenidos en Brasil en plantaciones de ocho años de edad. En términos de leña verde apilada, se produjo 160 m estéreos/ha, lo que equivale a 64 m estéreos/ha/año (Salazar, 1985).

Utilizando modelos matemáticos por regresión lineal, se estimó la producción de leña y biomasa aérea en peso seco y se elaboraron tablas de rendimiento. El Cuadro 14 muestra la tabla de rendimiento de leña seca al horno (80°C), desarrollada con base en un modelo logarítmico de predicción. El Cuadro 15 presenta una tabla de rendimiento para biomasa aérea seca total y las ecuaciones respectivas.

Cuadro 14. Tabla de rendimiento de leña seca (80°C) en kg, para *Eucalyptus saligna* Smith, de 30 meses de edad en San Ramón, Costa Rica.

dap (cm)	Altura total(m)								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	1,9	2,1	2,4						
6	4,0	4,6	5,1	5,6					
8	6,9	7,9	8,9	9,8	10,7	11,6	12,6		
10			13,6	15,0	16,4	17,8	19,3	20,7	22,1
12			19,2	21,3	23,3	25,3	27,3	29,3	31,3
14				28,5	31,2	33,9	26,6	39,3	41,9

$$\text{Ln PL} = -3,8835 + 1,9107 \text{ Ln dap} + 0,9508 \text{ Ln h}$$

donde:

PL = peso leña seca (kg)

h = altura total (m)

Ln = Log. natural

R<sup>2</sup> = 99%

Fuente: Salazar, 1985.

Cuadro 15. Tabla de rendimiento de biomasa aérea seca total (80°C) en kg, para *Eucalyptus saligna* Smith, de 30 meses de edad en San Ramón, Costa Rica.

dap (cm)	7	8	9	10	Altura total (m)		13	14	15
					11	12			
4	4,3	2,5	2,6						
6	5,5	5,9	6,4	6,8					
8	10,2	11,1	11,9	12,7	13,4	14,1	14,8		
10	16,5	17,9	19,2	20,5	21,7	22,9	24,0	25,1	26,1
12			28,5	30,3	32,1	33,8	35,5	37,1	38,7
14					44,8	47,2	49,5	51,8	53,9

$$\ln PL = -3,3189 + 2,1504 \ln \text{dap} + 0,6018 \ln h$$

donde:

PL = peso seco total (kg)

h = altura total (m)

Ln = Logaritmo natural

R<sup>2</sup> = 99%

Fuente: Salazar, 1985.

## Labores silvícolas

### Fertilización posplantación

Actualmente, la fertilización es una técnica silvicultural ampliamente aceptada y empleada para aumentar la productividad de las plantaciones forestales, especialmente en países industrializados. La efectividad de la fertilización depende de factores como la selección de las fuentes de nutrientes más adecuadas para cada situación particular, la especie, las características del suelo y las condiciones ecológicas y económicas de la zona (Barros *et al.*, 1984).

En ensayos con *E. saligna* se ha observado que la fertilización influye positivamente en el crecimiento en diámetro y altura; asimismo, aumenta y mejora el volumen final de madera aprovechable. Por ejemplo, de la comparación entre parcelas con fertilizante (300 g/planta de N10-P28-K6-B2-Zn3) y sin éste, se obtuvo superioridad con el primer tratamiento del orden de 9,7%, en crecimiento diamétrico y del 11% en altura (Simões y Coto, 1985).

El elemento cuya ausencia causa limitaciones evidentes en el crecimiento de la plantación es el fósforo, seguido del potasio. La respuesta al nitrógeno y al potasio depende de la presencia de fósforo. Los mayores rendimientos en volumen de madera se obtienen con la aplicación de 32 g de N, 40 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 16 g de K<sub>2</sub>O por planta (Barros *et al.*, 1984). Por lo tanto, aplicaciones con

fórmulas completas como el N10-P30-K10 ó el N12-P24-K12, a razón de 200 a 300 g por árbol, son apropiadas para cubrir los requerimientos de fertilización de la plantación.

En plantaciones establecidas con fines energéticos y rotaciones cortas de seis años, en Hawaii, se concluyó que el fósforo y el nitrógeno tienen poco efecto sobre el crecimiento, durante los primeros meses de plantado. Sin embargo, a partir del primer año, el nitrógeno, a razón de 25 g (de úrea) por planta, alcanzó cuatro veces más producción en biomasa que los árboles no tratados con fertilizante. Con 50 y 75 g de úrea por árbol, se logró 35 a 45% de aumento en diámetro y altura respectivamente, comparado con aplicaciones de 25 g. A los seis años, sólo el 61% de los árboles no fertilizados sobrevivió, contra 92 a 94% de supervivencia en aquellos que recibieron fertilizante (Whitesell *et al.*, 1988).

Por lo general, el fertilizante se coloca en coronas a 30 cm alrededor del árbol, cubierto con una ligera capa de tierra, para evitar que se pierda por lavado, erosión o volatilización. También se puede aplicar el fertilizante en tres o cuatro hoyos, debidamente distribuidos alrededor del árbol, a unos 25 cm de su base. La fertilización se realiza una o dos veces al año, durante los dos primeros años, porque a partir del tercero o cuarto año la plantación no responde a esta práctica.

### Raleos

Se define como raleo (o aclareo), a las cortas realizadas en masas inmaduras, con el fin de estimular el crecimiento de los árboles remanentes y de aumentar la producción de material utilizable, extrayendo para ello los árboles en exceso y concentrar así la producción potencial de madera en un limitado número de pies, que generalmente serán los dominantes y codominantes (Hawley y Smith, 1982).

En muchos casos, diversas especies de *Eucalyptus*, entre ellas *E. saligna*, han sido cultivados para producir leña, pulpa para papel, puntales o tutores y otros productos que no requieren un alto valor individual como en el caso de la madera de aserrío, por lo que no se justifica la aplicación de aclareos (Jiménez, 1988).

Cuando el objetivo es producir madera para aserrío, se han sugerido varios programas de aclareo. Para obtener una producción valiosa de madera, en Africa del Sur se recomienda un primer raleo a los seis o siete años, extrayendo una fila de cada tres,

posteriormente se ralea cada tres años, trabajando con densidades iniciales de 1330 árboles/ha y turnos hasta de 30 años (FAO, 1981).

Otro programa de raleo, desarrollado en Sao Paulo, Brasil, para turnos de rotación largos, cuando el objetivo es producción de madera para aserrío, sugiere lo siguiente:

- 1) 6 a 7 años: de los 2500 árboles/ha iniciales, se reduce a 1500 árboles, retirando las plantas con diámetros por debajo de la media y los técnicamente inadecuados, (mala forma, menos vigor, enfermos, etc.)
- 2) 9 a 10 años: Se ralea nuevamente, disminuyendo a 900 individuos por hectárea.
- 3) 12 a 14 años: la población remanente se reduce a 540 árboles/ha.
- 4) 16 a 18 años: se ralea, dejando 324 plantas/ha, que permanecerán intactas durante algunos años.
- 5) 24 a 25 años: habría una nueva corta de mejora, que reduciría a 195 árboles/ha, bien distribuidos, los que serían la cosecha final (Veiga, 1965). Bajo las condiciones de Costa Rica, con mayores crecimientos y turnos más cortos (12 a 15 años), Jiménez (1988), desarrolló un programa de aclareo, utilizando el índice de densidad del rodal (IDR) y las ecuaciones siguientes:

$$\text{IDR} = N (\text{dap}/25)^b \quad (3)$$

$$N = N (25/\text{dap})^b \quad (4)$$

$$\text{dap} = 25 (\text{IDR}/N) \quad (5)$$

donde;

IDR	=	índice de densidad del rodal.
NV	=	número de árboles vivos por hectárea.
dap	=	diámetro medio a la altura de pecho.
b	=	0,99814

El Cuadro 16, es un ejemplo práctico de una parcela con 1378 árboles por hectárea. El programa de aclareo propuesto por Jiménez (1988), tiene como objetivo la producción de madera para aserrío de al menos 35 cm de dap, maximizando el rendimiento por hectárea, lo cual se logra manteniendo el IDR entre 372 y 558 unidades.

Jiménez (1988), sugiere densidades iniciales de 1600 árboles por hectárea, con tres raleos, espaciados de dos a cuatro años y la cosecha final entre los 12 y 15 años.

**Cuadro 16.** Programa de aclareos para maximizar el crecimiento por hectárea, para *Eucalyptus saligna* Smith, San Ramón, Costa Rica.

Intervención	IDR		Nº arb/ha		dap (cm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1ª	672	509	1378	868	12,18	14,64
2ª	558	372	868	578	16,07	16,07
3ª	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.

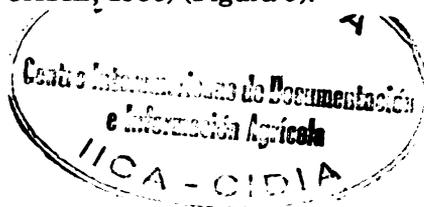
Fuente: Jiménez, 1988.

La Figura 8 muestra algunas condiciones de densidad de un rodal apto para ralear.

### Manejo de rebrotes

Cuando el objetivo es la producción de biomasa y productos de pequeñas dimensiones, el aprovechamiento a tala rasa y el posterior manejo de los rebrotes, es la técnica recomendada.

*E. saligna* rebrota adecuadamente y el corte con motosierra no afecta la supervivencia de los brotes, siendo ésta muy variable, de acuerdo con el tipo de suelo donde se han establecido las plantaciones (Turnbull y Pryor, 1978; CATIE, 1986) (Figura 9).





a.



b.



c.

**Figura 8.** Planificación de un aclareo. a) Plantación demasiado densa, con necesidad de ser raleada, b) Vista de la competencia dentro de la plantación, c) Medición y determinación de parámetros para el raleo.

*E. saligna* es una especie que posee una alta capacidad de rebrote y la presencia de protuberancias lignotuberosas, representa una ventaja adicional bajo condiciones adversas debidas al suelo y al clima, ayudando a obtener altos índices de supervivencia. Cuando se pretende manejar la plantación a partir de rebrotes es importante considerar la época de corte, de manera que garantice buenos renuevos. Para los Eucaliptos, la mejor época resulta ser, cuando hay una disminución de la humedad o sea al inicio de la época seca. La altura del tocón comúnmente recomendada es de 5 cm, sin embargo, se ha observado que al aumentar su altura, incluso hasta 20 cm, se mejora la producción volumétrica. No obstante, se disminuye el volumen de madera aprovechable de la primera cosecha, cuando se dejan tocones muy altos (Balloni *et al.*, 1978).

En cuanto al número de rebrotes que se debe dejar por cepa, éste depende en gran medida del objetivo de la producción. Si se pretende obtener postes y hasta madera para aserrío, lo normal es que se seleccione sólo un eje. Si es leña el producto deseado, se dejan de dos a tres brotes por cepa, obteniéndose grandes volúmenes de madera (CATIE, 1986; Turnbull y Pryor, 1978). En Brasil, con



Figura 9. Manejo de una plantación de *Eucalyptus saligna* Smith, a través de rebrotes en San Ramón, Costa Rica.

tres brotes y aplicando fertilizante, se obtuvo 144,4 tm/ha en peso de madera seca, a los seis años; de madera empilada se obtuvo 283,3 y 394,8 m estéreos/ha, manejada con dos y tres brotes, respectivamente. En crecimiento diamétrico, la función es inversa al número de brotes, por lo que si se desea crecimiento en diámetro debe reducirse el número de brotes (Simões y Coto, 1985).

La aplicación de fertilizantes en surcos, entre las líneas de plantación, inmediatamente antes del corte, es un método bastante eficaz de abonar las cepas. Por su parte, el uso del fuego para eliminar residuos del corte es una práctica altamente perjudicial (Balloni *et al.*, 1978).

### Turno

La edad ideal de corta depende en gran medida de las necesidades del mercado, del uso que se le pretenda dar a la madera y de los objetivos establecidos por el productor. Sin embargo, se puede indicar de manera general, que una edad entre cinco y ocho años es adecuada, cuando la producción se destina para leña y pulpa.

En Brasil, se determinó la época de corte en función de la producción volumétrica (m estéreos/ha/año) y resultó que para aprovechar el máximo potencial de crecimiento volumétrico, el corte debe ser ejecutado entre el quinto y sexto año. El turno en función de la producción de materia seca (tm/ha/año), se obtuvo en una edad aproximada al séptimo año, luego de este año se da un decrecimiento en el incremento medio anual, lo que representa pérdidas si se pretende aprovechar la máxima producción en biomasa de la especie (Ferreira y Timoni, 1978).

En Hawaii, en un ensayo de espaciamientos de *E. saligna*, el tratamiento de 2,4 x 2,4 m alcanzó 26,5 m de altura a los 10 años para luego decrecer, probablemente debido al incremento de la competencia. El diámetro (dap) logrado para esa misma edad fue de alrededor de 20 cm, con un incremento medio anual de 0,8 cm/año, que decreció a 0,5 cm/año, en el período de 10 a 15 años de edad de la plantación. El área basal, para esta distancia de plantación, alcanzó cerca de 50 m<sup>2</sup>/ha y el volumen obtenido estuvo en 520 m<sup>3</sup>/ha a los 10 años. Asimismo, resultó que el incremento medio anual en volumen fue máximo a los cinco años con 60 m<sup>3</sup>/ha/año, sin embargo, para espaciamientos mayores, el máximo incremento se dio alrededor de los 10 años (Walters, 1980). Con lo anterior se confirma la idea de que el ciclo de corta de *E. saligna* se ubica entre

cinco y ocho años, para la producción de leña o pulpa y si se aumenta el distanciamiento, puede tardarse hasta 10 años.

En la producción de madera para aserrío, aunque la literatura indica un turno entre los 20 y 30 años (Barros *et al.*, 1984; FAO, 1981; Veiga, 1965; Ferreira y Timoni, 1978), en Turrialba, Costa Rica, aprovechamientos de plantaciones de 22 años, de *E. grandis*, una especie muy emparentada y de manejo muy similar a *E. saligna* (Figura 10), indican que el turno biológico de este género se alcanza alrededor de los 15 años de edad; a esta edad, una gran mayoría de árboles estaban huecos en la base hasta una altura aproximada de ocho metros, en los mayores diámetros. En este rodal de 19 árboles, el diámetro promedio fue de 39 cm con un mínimo de 23 cm y un máximo de 62 cm y la altura total promedio fue de 41 m, con valores desde 24 m hasta 58 m. Alcántara (1975), también reporta que árboles jóvenes de *E. saligna*, entre 8 y 12 años de edad, en Turrialba, presentaron ataque de insectos (comejenes) en el duramen, desde su base hasta una altura entre 4 y 6 m.

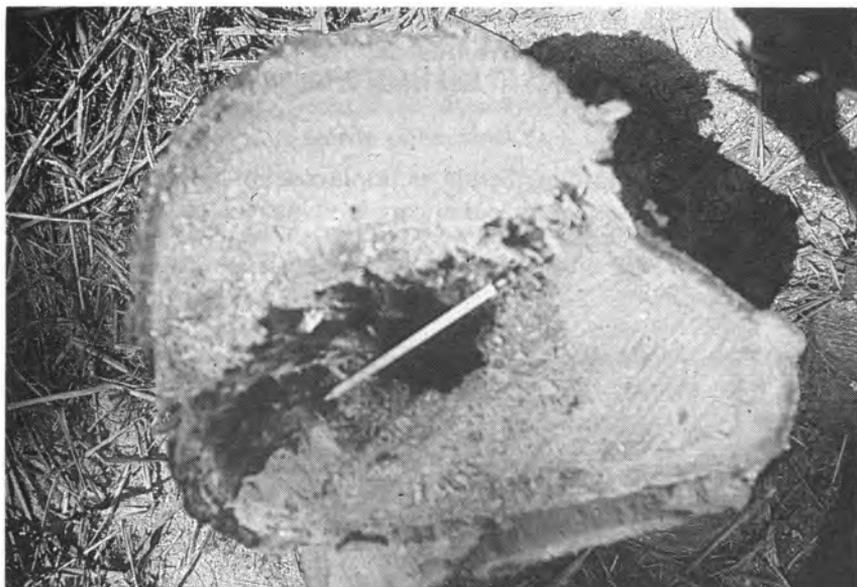


Figura 10. Ataque de termitas en árboles del género *Eucalyptus grandis* en Turrialba, Costa Rica a los 22 años de edad.

## Asocio con cultivos agrícolas

*E. saligna* es una especie que se ha plantado generalmente con el objetivo de producir leña, estableciéndose para ello en forma de rodales compactos o bosquetes energéticos, con densidades de plantación bastante altas, razón por la cual su asocio con cultivos agrícolas está limitado. Sin embargo, es factible su combinación con cultivos limpios de corta duración, durante el primer año.

Las ventajas de asociar cultivos agrícolas a la plantación forestal son: disminución de costos de establecimiento de la plantación, los árboles se benefician de los cuidados culturales dados al cultivo (limpias, fertilización), los residuos del cultivo sirven de nutrimento al suelo y controladores de la maleza (Martínez, 1990).

Con *E. saligna* se tiene experiencia en asocio con maíz (*Zea mays*) y tiquisque (*Xanthosoma* spp.). Antes de plantar *Saligna*, se sembró maíz a espaciamiento de 2,00 x 0,84 cm (18 000 plantas/ha); una vez que el grano germina se establece la plantación de Eucalipto a 2,0 x 2,0 m (2500 árboles/ha). A los cinco meses de sembrado el maíz, se cosechó y se plantó tiquisque entre los árboles (aproximadamente 0,7 m entre hileras). La producción de maíz fue considerable, mientras que el tiquisque fracasó por la sombra de la plantación (Salazar, 1985).

Otro sistema muy utilizado es la plantación en líneas, las que sirven para delimitar áreas, como cercas vivas; o bien a la orilla de los caminos.

## Comentario Final

*E. saligna* es una especie muy distribuida en zonas tropicales, donde ha sido ampliamente aceptada, por su rápido crecimiento. No obstante, su desarrollo es limitado en suelos compactos, endurecidos y mal drenados y donde haya una alta competencia con las malezas.

Dentro de sus usos potenciales destaca la producción de madera para aserrío y postes, así como la producción de pulpa y leña. El método más adecuado para la producción de plantas es en bolsas de polietileno; las plantas se producen en cuatro meses, cuando alcanzan entre 20 y 40 cm de alto.

Esta especie alcanza incrementos medios en los mejores sitios, hasta de 4,3 m/año en altura y 4,1 cm/año en incremento diametral, con volúmenes que ascienden hasta 342 m<sup>3</sup>/ha a los seis años e incrementos volumétricos de más de 60 m<sup>3</sup>/ha/año, rendimientos superiores a los reportados para otros sitios, donde se ha plantado en el trópico.

En futuras investigaciones es necesario profundizar sobre métodos baratos de reproducción en vivero, como la siembra directa o el cultivo de tejidos, continuar con el programa de mejoramiento genético, tendiente a identificar las mejores familias y a establecer rodales y huertos semilleros para abastecer a la Región de semilla de mejor calidad.

En el manejo de plantaciones, es necesario determinar los espaciamientos, ciclos de corta y turnos más adecuados según los objetivos de producción.

Hace falta recopilar más datos de plantaciones manejadas para aserrío, así como a través del manejo de rebrotes para mejorar y validar los modelos preliminares de rendimiento existentes.

## BIBLIOGRAFIA

- \*ALCANTARA, L.D.L. 1975. Estudio tecnológico de dos especies maderables exóticas, *Eucalyptus deglupta* Blume y *Eucalyptus saligna* Smith, en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 98 p.
- BALLONI, E.A.; SIMÕES, J.W.; SILVA, A.P. 1978. Conducão de Touças de Eucalyptus. Silvicultura (Bra.) 2(14):87-89. Edição Especial. Anais do 3º Congresso Florestal Brasileiro.
- BARROS, N.F. DE; SILVA, O.M. DA; PEREIRA, A.R.; BRAGA, J.M.; LUDWING, A. 1984. Análisis do crescimento de *Eucalyptus saligna* en solo de cerrado solo direntes níveis de N.P. e.K. no Vale do Jequitinhonha, MG. IPEF (Bra.) no. 26:13-17.
- BIANCHETTI, A. 1981. Produção e Tecnologia de Sementes de Essencias Florestais. EMBRAPA/URPFCS. Documentos 02. 22 p.
- \*BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINIG, D.A.; TURNER, J.D. 1985. Forest trees of Australia. Melbourne, Australia. NELSON-CSIRO. 687 p.
- CALIX, J; CANO, R; OCHOA, E.; SANDOVAL, C. 1990. Comportamiento de doce especies forestales para la producción de leña, en Río Abajo. CATIE (Hond.). Informe Técnico Interno no.14. 7 p.  
Borrador sin publicar.
- \*CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central: resultados de cinco años de investigación. CATIE (C.R.), Serie Técnica. Informe Técnico no. 86. 224 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1989. Lista de precios (Enero, 1989). Banco Latinoamericano de Semillas Forestales. Turrialba, C.R. CATIE. 1 p.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991a. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Guía de Campo. CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico no. 4. 260 p.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991b. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Manual de Consulta. CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico no. 3. 187 p.

CRUZ, O. DE LA; SUTHERLAND, S.; SALAZAR F., R. 1989. Comportamiento inicial de ocho especies forestales con potencial para la producción de leña, en Pozo Azul, Coclé. CATIE (Pan.). Informe Técnico Interno no. 9. 5 p. Borrador sin publicar.

DEBELL, D.S.; WHITESELL, C.D. 1988. Diameter-density relationships provide tentative spacing guidelines for *Eucalyptus saligna* in Hawaii. USDA. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station (EE.UU.). Research Note PSW-397. 4 p.

DIAZ, H.A. 1990. Evaluación de la adaptación y crecimiento de cuatro procedencias de *Eucalyptus saligna* Smith, en la región occidental de El Salvador. CATIE (Salv.). Informe Técnico Interno no. 27. 9 p. Borrador sin publicar.

X FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1979. Eucalyptus for planting. FAO. Forestry Series no. 11. 677 p.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. Roma, Italia. 723 p.

Citado por: JIMENEZ, A.M. 1988. Aplicación de un aclareo en *Eucalyptus saligna* (Smith) y determinación de costos e ingresos económicos de la extracción de los productos; San Ramón, Alajuela. Tesis Ing. For. Cartago, C.R., Instituto Tecnológico de Costa Rica. 122 p.

- FERREIRA, C.A.; TIMONI, J.L. 1978. Contribuição ao estudo da determinação da época de corte em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (*E. urophylla*, *E. grandis*, *E. saligna*). Silvicultura (Bra.). 2(14):85-86. Edição Especial. Anais do 3º Congresso Florestal Brasileiro.
- FLINTA, C.M. 1977. Prácticas de plantación forestal en América Latina. 3 ed. Colección FAO: Montes no. 3. 499 p.
- GRAMAJO, C.E.V. 1981. Sobrevivencia inicial de *Eucalyptus saligna* Smith, utilizando diferentes materiales de trasplante. Tesis Lic. Guatemala, Gua., Universidad de San Carlos. 64 p.
- HAWLEY, R.C.; SMITH, D.M. 1982. Silvicultura Práctica. Trad. por Jaime Terradas. 2 ed. Barcelona, España, Ediciones Omega. 544 p.
- JIMENEZ, A.M. 1988. Aplicación de un aclareo en *Eucalyptus saligna* (Smith) y determinación de costos e ingresos económicos de la extracción de los productos; San Ramón, Alajuela. Tesis Ing. For. Cartago, C.R., Instituto Tecnológico de Costa Rica. 122 p.
- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. LABORATORIO DE PRODUCTOS FORESTALES. 1974. Comparación de las propiedades de secado y preservación de postes de *E. deglupta* y *saligna*. San Pedro de Montes de Oca, UCR. 15 p.
- LIEGEL, L.H.; VENATOR CH., R. 1987. A technical guide for forest nursery management in the Caribbean and Latin America. USDA. Southern Forest Experiment Station (EE.UU.). General Technical Report 50-67. 156 p.
- MARTINEZ H., H.A.; ZANOTTI, R.; VILLAGRAN, E.; ESPINOZA, E. 1990. Comportamiento de siete especies forestales con potencial para la producción de leña en San Pedro Ayampuc. CATIE (Gua.). Informe Técnico Interno no. 11. 13 p. Borrador sin publicar.

MARTINEZ, H.A. 1990. Camaldulensis; *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 158. Colección de Guías Silviculturales no. 1. 58 p.

MESEN, F. 1991. Resultados de Ensayos de Procedencias en Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 156. 42 p.

OLIVA H., E. 1985. Comportamiento de *Eucalyptus saligna* en Patulul, Suchitepéquez. Chslaj Rxin Sii (Gua.). 2(9):4-6.

PEREIRA, V.G. 1989. Comportamiento de varias especies maderables en cuatro ensayos entre nueve y dieciseis años. Medellín, Col., INDERENA. 18 p.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. PROYECTO CULTIVO DE ARBOLES DE USO MULTIPLE; COSTA RICA. DIRECCION GENERAL FORESTAL. 1990. Establecimiento y manejo de *Eucalyptus saligna* en Costa Rica. (plegable en tres cuerpos). CATIE. Colección Materiales de Extensión. 6 p.

XPOYNTON, R.J. 1979. Tree planting in Southern Africa. The Eucalyptus. República de Sudafrica, South Africa Forestry Research Institute, Department of Forestry. v. 2. 882 p.

RUIZ, M.P. 1990. Comportamiento juvenil de 18 procedencias de *Eucalyptus saligna* Smith en Costa Rica; tópico especial, Programa de Posgrado. Turrialba, C.R., CATIE. 14 p. Sin publicar.

RUIZ, M.P. s.f. Revisión bibliográfica sobre *E. saligna*: Semillas, producción de plantas y condiciones de sitio para plantación; trabajo del curso Silvicultura de Plantaciones. Turrialba, C.R., CATIE. 15 p. Sin publicar.

SALAZAR F., R.; BOSHIER, D. 1989. Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies forestales prioritarias en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 148. 77 p.

- SALAZAR F., R. 1985. Estudio de caso del abastecimiento de leña con *Eucalyptus saligna* Smith en una industria rural en San Ramón, Costa Rica. In Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva (1985, Turrialba, C.R.). Actas de los simposios. Ed. por R. Salazar, Turrialba, C.R., CATIE. p 181-189.
- SALAZAR F., R. 1986. Producción de Leña de *Eucalyptus saligna* en San Ramón, Costa Rica. Silvoenergía (C.R.) no. 15: 1-4 p.
- SANCHEZ, C.; VARGAS, C.; MONTENEGRO, F.; MUSALEM, M.A. 1990. Comportamiento inicial de ocho especies forestales con potencial para la producción de leña en Pocrí de Aguadulce, de Coolé. CATIE (Pan.). Informe Técnico Interno no. 11. 6 p. Borrador sin publicar.
- SIMÕES, J.W.; COTO, N.A.S. 1985. Efeito do número de brotos e da fertilização mineral sobre o crescimento do brotação de *Eucalyptus saligna* Smith en segunda rotação. IPEF (Bra.) no. 31:23-32.
- STURION, J.A. 1981. Produção de mudas de *Mimosa scabrella* Bentham. In Seminario sobre Atualidades e Perspectivas Florestais. "Bracatinga uma Alternativa para Reflorestamento" (4., 1981, Curitiba, PR, Bra.). Anais. Curitiba, PR., Bra., EMBRAPA. p. 39-51.
- TURNBULL, J.W; PRYOR, L.D. 1978. Species and seed source. In Eucalyptus for wood production. Ed. by Hillis, W.E; Brown, A.G. Melbourne, Australia, CSIRO. p. 35-37.
- UGALDE, L. 1990. Resumen de crecimiento de las especies prioritarias del Proyecto MADELEÑA en América Central (Informe interno) Turrialba, C.R., CATIE. 20 p. Borrador sin publicar.
- VASQUEZ C., W. 1989. Efecto del fertilizante y el espaciamiento en el crecimiento inicial de *Eucalyptus grandis* en Turrialba, Costa Rica. In Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple (1989, Guatemala, Gua.). Actas Reunión IUFRO. Ed. por R. Salazar. Turrialba, C.R., CATIE. p. 209-219.

- VASQUEZ C., W. 1991. Modelo preliminar de rendimiento de *Eucalyptus saligna* en Costa Rica y Guatemala. Silvoenergía (C.R.) no. 47.  
Sin publicar.
- VEIGA, A. DE A. 1965. Manejo de *Eucalyptus saligna* Smith. Silvicultura en Sao Paulo (Bra.) 4-5(4):7-16.
- WALTER, G.A. 1980. *Saligna Eucalyptus* growth in a 15-year-old spacing study in Hawaii. USDA. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station (EE.UU.). Research Paper PSW-151. 7 p.
- WEBB, D.B. 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. Londres, G.B., ODA. 275 p.
- WHITESELL, C.D.; DEBELL, D.S.; SCHUBERT, T.H. 1988. Six-year growth of *Eucalyptus saligna* plantings as affected by nitrogen and phosphorus fertilizer. USDA. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station (EE.UU.). Research Paper PSW-188. 6 p.

## PERSONAL TECNICO DEL CATIE/PROYECTO MADELEÑA \*

### JEFATURA

Rodolfo Salazar, Ph.D.  
Douglas Asch, Sr.

Líder Regional  
Administración

### SILVICULTURA

Miguel Musálem, Ph.D.  
David Hughell, M.Sc.  
William Vásquez, M.Sc.  
Luis Ugalde, Ph.D.

Silvicultor Principal  
Modelación  
Silvicultura  
Manejo de Información

### SOCIOECONOMIA

Thomas McKenzie, M.Sc.  
Dean Current, M.Sc.

Economista Principal  
Socioeconomía/Manejo de  
Información

Carlos Reiche, M.Sc.  
Manuel Gómez, M.Sc.

Economía  
Economista Asistente

### EXTENSION

Carlos Rivas, M.Sc.  
Ana Loaiza, Bch.  
Elí Rodríguez, Lic.

Extensionista Principal  
Diseño Gráfico  
Editor

### PAISES

#### GUATEMALA

Carlos Figueroa, M.Sc.  
Eberto de León, Lic.

Coordinador Nacional  
Economía

#### HONDURAS

Rolando Ordóñez, Das.

Coordinador Nacional

#### EL SALVADOR

Hugo Zambrana, M.Sc.  
Modesto Juárez, M.Sc.

Coordinador Nacional  
Economía

#### COSTA RICA

Carlos Navarro, M.Sc.  
Fabián Salas, Ing.

Coordinador Nacional  
Economía

#### PANAMA

Blás Morán, Ing.

Coordinador Nacional

---

\* Madeleña es un proyecto de investigación, capacitación y disseminación del cultivo de árboles de uso múltiple en América Central y Panamá. Es financiado por AID/ROCAP y ejecutado por INRENARE de Panamá, DGF de Costa Rica, COHDEFOR de Honduras, CENREN de El Salvador y DIGEBOS de Guatemala, con la coordinación regional del CATIE.

**Publicación del Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple  
MADELEÑA/CATIE/ROCAP 596-0117**

**Editor** : **Elí Rodríguez Araya**  
**Montaje de Artes Finales** : **Ana Loaiza**  
**Levantado de Texto** : **Carlos Solano**  
**Apoyo documental** : **Carlos Granados**  
(Documentalista INFORAT)

**Impreso en Litografía e Imprenta LIL, S.A.**

**Edición de 1000 ejemplares**

**Se terminó de imprimir en el mes de octubre de 1991**