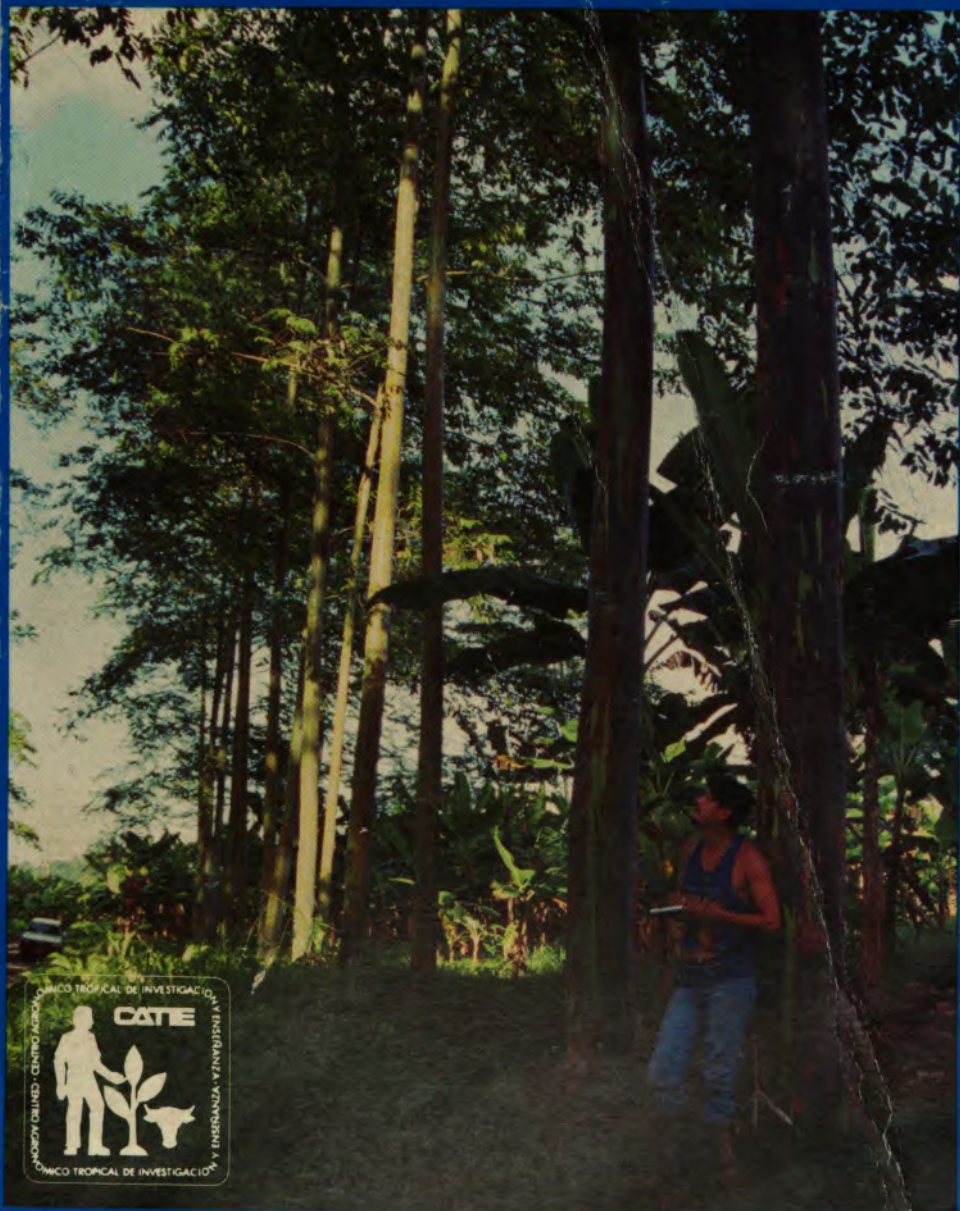
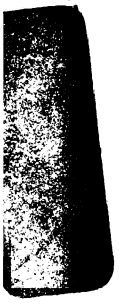


CATIE  
ST  
IT-241

# Planto y crecimiento de linderos de especies maderables en el finca La Cañal, Talamanca, Costa Rica



C697



Serie Técnica. Informe Técnico N° 241

REGISTRO  
CATIE

12 MAY 1997

**Manejo y crecimiento de  
linderos de tres especies  
maderables en el valle de  
Sixaola, Talamanca,  
Costa Rica**

Ricardo Luján

John Beer

Gerald Kapp



Proyecto Agroforestal CATIE / GTZ

Serie Generación y Transferencia de Tecnología No 21

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y  
ENSEÑANZA

Turrialba, Costa Rica

1996

CATIE  
ST  
IT-241

El CATIE es una institución de carácter científico y educacional , cuyo propósito fundamental es la investigación y enseñanza de posgrado en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicados al trópico americano, particularmente en los países de América Central y el Caribe.

El Proyecto Agroforestal CATIE /GTZ desarrolla actividades de investigación en el Trópico Húmedo Bajo de Costa Rica (Talamanca) y Panamá (Bocas del Toro) desde 1988. El esfuerzo está orientado al establecimiento de sistemas de generación y transferencia de tecnología agroforestal.



© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza 1996.  
ISBN 9977-57-192-9

634.98097286

L953 Luján, R.

Manejo y crecimiento de linderos de tres especies maderables en el valle de Sixaola, Talamanca, Costa Rica / R. Luján, J. Beer, G. Kapp, - Turrialba, C.R. : CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, 1996.

55 p.; 21 cm. -(Serie técnica. Informe técnico / CATIE; no. 241)

ISBN 9977-57-192-9

1. Límite - Costa Rica 2. Cerca viva - Costa Rica 3. Árboles maderables - Costa Rica I. Título II. Serie

<b>TABLA DE CONTENIDO</b>
---------------------------

<b>PRESENTACION</b>	1
<b>1. INTRODUCCION</b>	3
<b>2. LAS ESPECIES EVALUADAS</b>	5
2.1 LAUREL	5
2.2 ROBLE MARFIL	8
2.3 DEGLUPTA	11
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b>	15
3.1. TIPO DE ENSAYO, MEDICIONES Y ESPACIAMIENTO	16
3.2. PODAS Y DESHIJAS	17
3.3. RESIEMBRAS, RALEOS Y MORTALIDAD	18
3.4 AREA BASAL Y VOLUMEN	18
<b>4. EVALUACION DE LOS SITIOS ESTABLECIDOS</b>	21
4.1. SITIO OLIVA	21
4.1.1 Descripción del sitio	21
4.1.2 Establecimiento y manejo	22
4.1.3 Resultados	24
4.2. SITIO CATARINA	27
4.2.1 Descripción del sitio	27
4.2.2 Establecimiento y manejo	28
4.2.3 Resultados	30
4.3. SITIO PARAISO	32
4.3.1 Descripción del sitio	32
4.3.2 Establecimiento y manejo	33
4.3.3 Resultados	34
4.4. SITIO SAN MIGUEL	37
4.4.1 Descripción del sitio	37

4.4.2 Establecimiento y manejo	38
4.4.3 Resultados	40
4.5. SITIO SIXAOLA	43
4.5.1 Descripción del sitio	43
4.5.2 Establecimiento y manejo	44
4.5.3 Resultados	46
<b>5. COMPORTAMIENTO DE DEGLUPTA, LAUREL Y ROBLE MARFIL EN LINDERO</b>	49
5.1. RESIEMBRAS Y ARBOLES PERMANENTES	49
5.2. PARAMETROS DE CRECIMIENTO	50
5.3. ATAQUES DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	59
5.3.1. Patógenos identificados de cada especie	59
5.3.2. Control de plagas y enfermedades	62
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	63
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b>	65
<b>8. ANEXO</b>	71

### **LISTA DE CUADROS**

1	Porcentaje de mortalidad y árboles remanentes en el lindero Olivia, Talamanca, Costa Rica	23
2	Crecimiento de tres especies maderables en el lindero Olivia, Talamanca, Costa Rica	25
3	Area basal y volumen de tres especies maderables en el lindero Olivia, Talamanca, Costa Rica	26
4	Porcentaje de árboles remanentes en el lindero Olivia, Talamanca, Costa Rica	29
5	Crecimiento de tres especies maderables en el lindero Catarina, Talamanca, Costa Rica	30

6	Area basal y volumen de tres especies maderables en el lindero Catarina, Talamanca, Costa Rica	31
7	Porcentaje de árboles remanentes en el lindero Paraíso, Talamanca, Costa Rica	34
8	Crecimiento de tres especies maderables en el lindero Paraíso, Talamanca, Costa Rica	35
9	Area basal y volumen de tres especies maderables en el lindero Paraíso, Talamanca, Costa Rica	37
10	Porcentaje de árboles remanentes en el lindero San Miguel, Talamanca, Costa Rica	40
11	Crecimiento de tres especies maderables en el lindero San Miguel, Talamanca, Costa Rica	41
12	Area basal y volumen de tres especies maderables en el lindero San Miguel, Talamanca, Costa Rica	42
13	Porcentaje de árboles remanentes en el lindero Sixaola, Talamanca, Costa Rica	45
14	Crecimiento de tres especies maderables en el lindero Sixaola, Talamanca, Costa Rica	46
15	Area basal y volumen de tres especies maderables en el lindero Sixaola, Talamanca, Costa Rica	47
16	Crecimiento promedio por especie a los seis años de edad en cuatro linderos, Talamanca, Costa Rica	52

## LISTA DE FIGURAS

1	Altura total promedio por sitio para <i>Cordia alliodora</i>	53
2	Diámetro promedio por sitio para <i>Cordia alliodora</i>	53
3	Altura total promedio por sitio para <i>Eucalyptus deglupta</i>	54
4	Diámetro promedio por sitio para <i>Eucalyptus deglupta</i>	54
5	Altura total promedio por sitio para <i>Terminalia ivorensis</i>	56
6	Diámetro promedio por sitio para <i>Terminalia ivorensis</i>	56



## PRESENTACION

El presente documento forma parte de una serie de Informes Técnicos del Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ, preparados para técnicos, extensionistas y personas interesadas en la reforestación. Específicamente, esta publicación es la continuación de otros dos documentos, que analizaron el concepto de linderos en la agroforestería (Beer 1993) y el manejo y crecimiento de laurel (*Cordia alliodora*), teca (*Tectona grandis*) y mangium (*Acacia mangium*) en linderos en la costa y montaña de Baja Talamanca, Limón, Costa Rica (Luján y Camacho 1994). Este texto brinda los resultados de seis años de mediciones en cinco linderos con las especies; laurel, deglupta (*Eucalyptus deglupta*) y roble marfil (*Terminalia ivorensis*), establecidas en el valle del Sixaola, Talamanca, Costa Rica.



## 1. INTRODUCCION

La plantación de árboles en linderos, con fines de producción de madera para aserrío, es una opción ventajosa para los pequeños y medianos campesinos, pues además de diversificar la producción de una finca, aprovecha áreas que en muchos casos están subutilizadas o sin manejo productivo. Este tipo de producción de madera puede resultar más adaptable que la producción por medio de plantaciones en bloque, para el caso de fincas medianas y pequeñas que necesitan dedicar la mayor parte de sus terrenos a cultivos agrícolas.

Este documento presenta los resultados del establecimiento de cinco ensayos de árboles maderables en linderos en fincas privadas del valle de Sixaola, Talamanca, Costa Rica. Las especies evaluadas fueron deglupta (*Eucalyptus deglupta*), roble marfil (*Terminalia ivorensis*) y laurel (*Cordia alliodora*).

La precipitación promedio anual en la zona es de 2319 mm y la temperatura promedio de 26,5 °C (Meléndez 1993). La distribución de las lluvias a lo largo del año es bastante uniforme y no existe una estación seca bien definida. Sin embargo se pueden presentar dos épocas donde la intensidad pluvial es menor, y en algunas ocasiones puede llegar a darse un déficit hídrico en el suelo. Estos periodos sin lluvia suelen presentarse durante varias semanas en abril y setiembre u octubre (Herrera 1985). De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1978), los linderos se encuentran en la zona de vida de bosque húmedo tropical.

Con este trabajo se desea divulgar la experiencia del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ en relación con la producción de madera para aserrío, por medio del establecimiento de árboles en linderos. Además se pretende contribuir al conocimiento del manejo de los árboles en este tipo de plantación y fomentar su utilización entre los pequeños y medianos agricultores de la región.

## 2. LAS ESPECIES EVALUADAS

### 2.1 LAUREL

**Nombre científico:** *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken

**Familia:** Boraginaceae

**Nombres comunes:** Laurel (Centroamérica), pardillo (Venezuela), nogal moho, vara de humo (Colombia), varia (Cuba), capá (República Dominicana), hormiguero, bojón (México), louro, uruazeiro (Brasil), árbol de ajo, ajo (Perú, Bolivia).

**Distribución geográfica:** El laurel es nativo de América tropical donde presenta una amplia distribución natural; se encuentra desde la región central de México hasta el norte de Argentina, además de las islas del Caribe, tales como Cuba, República Dominicana, Haití entre otras (Boshier 1992, Greaves y McCarter 1990).

Aparte de su buen crecimiento por regeneración natural, el laurel se ha plantado e introducido en varios países tales como Nigeria, Surinam, (Vega 1977), Sierra Leona y Uganda, donde crece en forma satisfactoria (Kriek 1968, citado por Greaves y McCarter 1990). En las Islas del Pacífico (Vanuatu, Islas Fiji), debido a su buena adaptabilidad y crecimiento, se han establecido grandes plantaciones con esta especie (Hudson 1984). Cabe mencionar que su crecimiento presenta muchas diferencias entre procedencias (Greaves y McCarter 1990).

Por el tipo de copa, capacidad de autopoda, calidad de la madera y crecimiento, esta especie ha demostrado ser una buena elección dentro del componente maderable de varios sistemas agroforestales en Centroamérica y Colombia, como sombra de café y cacao, asociado con

plátano y en pastizales (silvopastoril) (Somarriba 1990, Somarriba et. al. 1994, Glover y Beer 1986, Montagnini 1992). En pastizales los árboles sufren con la compactación de la tierra por el pisoteo del ganado y con la competencia de las gramíneas (pastos), lo que resulta en menores crecimientos. Sin embargo, en el mercado maderero tradicional, la madera del laurel proveniente de potreros es más apreciada por su aparente mejor calidad.

**Descripción del árbol:** El laurel es un árbol de tamaño mediano a grande, aunque en climas húmedos puede sobrepasar los 40 m de altura (Boshier 1992, Somarriba y Beer 1987). Es raro encontrar laureles con diámetros mayores a 1 m; por lo general esta especie alcanza diámetros entre 50 y 80 cm (Johnson y Morales 1972, Pérez Figueroa 1954).

La corteza es fisurada cuando joven y acanalada al madurar; el tallo generalmente está cubierto por líquenes. Copa estrecha, cilíndrica y compuesta de ramas delgadas, ascendentes y verticiladas (Poel 1988); por lo general es un árbol poco frondoso (Johnson y Morales 1972).

Las hojas son simples, alternas, ovaladas, lanceoladas u oblongas. Generalmente bota sus hojas durante la época seca; sin embargo, en algunos sitios la fenología no parece coincidir con estaciones específicas (Johnson y Morales 1972). En Talamanca los laureles jóvenes no botan las hojas y en los adultos el cambio de hojas es poco pronunciado.

Las flores crecen en panículas axilares; son pequeñas (5-15 cm de largo), hermafroditas, de corola blanca y olor muy dulce. El fruto es una especie de drupa con semillas fácilmente dispersadas por el viento (Johnson y Morales 1972). El número de semillas viables por kilogramo oscila (dependiendo de contenido de humedad, pureza, etc) entre 55000 y 75000 (Greaves y McCarter 1990).

En condiciones favorables de suelo, el laurel desarrolla un sistema radicular amplio y profundo con raíces laterales bien desarrolladas (Poel 1988). Schlönvoigt (1993) informa de una concentración de raíces laterales a 0-10 cm de profundidad, por lo menos durante los primeros 18 meses de desarrollo.

El laurel crece en terrenos abiertos, es una especie invasora que requiere de mucha radiación solar para lograr un crecimiento óptimo (heliófito durable). En el bosque, su presencia es escasa, pues depende de los claros del bosque para establecerse (Tschinkel 1965). En la etapa juvenil soporta cierto grado de sombra lateral (Schlönvoigt 1993).

**Requerimientos de la especie:** El laurel presenta los mejores crecimientos en climas con temperaturas promedios de 24°C y precipitaciones medias anuales entre 2000 y 5000 mm (Tschinkel 1965; Greaves y McCarter 1990). En climas con precipitación media anual inferior a 2000 mm y con marcada estación seca presenta crecimientos y formas de fuste muy inferiores a los de climas más húmedos.

En cuanto a la altitud, el laurel se desarrolla en forma satisfactoria desde el nivel del mar hasta altitudes de alrededor de 800 msnm en la vertiente Atlántica de Costa Rica. Sin embargo en Colombia el laurel aparece desde el nivel del mar hasta 1900 msnm (Johnson y Morales 1972, Poel 1988).

El laurel prospera en suelos de moderadamente a bien drenados, con textura franco, franco-arenosa, franco-arcillosa y relativamente fértiles. Presenta problemas en suelos mal drenados o de drenaje excesivo, endurecidos, compactados o de poca profundidad o fertilidad (Greaves y McCarter 1990, Johnson y Morales 1972, Luján y Camacho 1994).

**Usos de la madera:** En general la madera del laurel es fina y muy apreciada, ya que pule fácilmente y se puede obtener un buen acabado; es de densidad mediana (entre 0,45 y 0,55), aunque puede variar según la región (Webb 1980) y tiene una durabilidad natural alta (Poel 1988). Fácil de secar al aire libre; de secado rápido cuando existen buenas condiciones de aereación. El laurel se utiliza en la fabricación de muebles finos, revestimiento de casas, barcos y oficinas. Puede utilizarse para la construcción de instrumentos musicales, cajonería fina y chapas decorativas (Poel 1988).

## 2.2 ROBLE MARFIL

**Nombre científico:** *Terminalia ivorensis* A. Chev.

**Familia:** Combretaceae

**Nombres comunes:** Roble marfil, terminalia (Costa Rica), framiré (Costa de Marfil y Francia), idigbo (Nigeria), emeri (Ghana).

**Distribución geográfica:** Esta especie es originaria de los bosques tropicales muy húmedos y húmedos (con estación seca definida) de África Occidental. Su rango de distribución natural es amplio, sin embargo aparece en poblaciones dispersas, no en rodales homogéneos o densos y su frecuencia dentro del bosque es baja.

Por su rápido crecimiento y buena aceptabilidad de su madera, el roble marfil ha sido introducido en varios países: Trinidad y Tobago, Puerto Rico, Costa Rica, Panamá, Islas Fiji, Islas Salomón y Uganda (Lamb y Ntima 1971).



**Descripción del árbol:** Arbol grande hasta más de 45 m de altura y diámetros de fuste hasta de 3 metros. La corteza es clara y lisa cuando el árbol es joven y negrusca al madurar. Por lo general, de fuste limpio y recto, con gambas pequeñas y a veces acanaladas. La copa, en árboles maduros, es aplanada con ramificación muy horizontal y ancha. En árboles jóvenes la copa consta de varias capas o estratos horizontales de ramificación verticilada. Como la especie presenta autopoda, va eliminando estas capas horizontales (Lamb y Ntima 1971).

El crecimiento en altura de esta especie presenta un patrón: el brote principal o chupón crece verticalmente en forma rápida (crecimiento ortotrópico), seguido de un período de inactividad (dormancia) durante el cual se estimula el crecimiento de nuevas ramas laterales (crecimiento plagiotrópico) las cuales se desarrollan en forma horizontal cerca del brote terminal del fuste.

Las hojas se concentran al final de las ramas; son simples y penninervadas, de forma oblonga, ligeramente ensanchadas hacia el ápice, de tamaño variable. El árbol bota las hojas durante la época seca (es deciduo), con gran variabilidad en la época de defoliación según la localidad. Las flores son pentámeras, generalmente apétalas y muy pequeñas; acomodadas en espigas simples, axilares de color amarillo (Griffiths 1959). El fruto es una sámara de tamaño variable. Cada fruto sólo contiene una sola semilla y se disemina con la ayuda del viento (Magne 1979). La cantidad de semillas por kilogramo oscila entre 5500 y 7260 (Parry 1956 citado por Lamb y Ntima 1971).

El sistema radical presenta una raíz pivotante principal con 6 a 8 poderosas raíces laterales que la sostienen. En sitios poco adecuados desarrolla un sistema radicular bien esparcido y superficial (Lamb y Ntima 1971). Según Castañeda (1981), el sistema radicular del roble marfil es extenso y superficial; en árboles de dos años de edad, encontró raíces de más de 3 m de extensión.

Crece bien a plena exposición solar (heliófila durable); en su lugar de origen coloniza tierras agrícolas abandonadas. Se encuentra como un árbol emergente en los bosques deciduos (estacionales); sin embargo, a veces pierde su eje o brote principal por lo que se puede encontrar gran variación en las alturas totales de los árboles maduros (Lamb y Ntima 1971).

**Requerimientos de la especie:** Para lograr un óptimo desarrollo, el roble marfil requiere de una precipitación de más de 1200 mm anuales, bien distribuida a lo largo del año. Este árbol puede morir en sequías de pocas semanas, cuando la plantación está recién establecida. Cuando maduro, su hábito deciduo lo protege en climas estacionales.

El rango de temperaturas medias anuales en las tierras bajas tropicales donde crece el roble marfil oscila entre los 20°C y 33°C. La humedad relativa en su lugar de origen rara vez desciende de 50% (Lamb y Ntima 1971). En cuanto a la altitud, el roble marfil se desarrolla mejor por debajo de los 1200 msnm.

Respecto del tipo de suelos, la especie prefiere suelos limo-arenosos, lateríticos y limosos en Sierra Leona, limos bien drenados, suelos aluviales limo-arcillosos, suelos volcánicos en las Islas Salomón (Lamb y Ntima 1971).

Los suelos poco profundos sobre capas endurecidas (ej. "hardpan"), de arcillas inundables, arenosos y secos, así como aquellos con pastizales no son aptos para el roble marfil (Lamb y Ntima 1971, Francis sf). La especie aguanta periodos cortos de inundación aunque es sensible a los suelos anegados o de mal drenaje.

**Usos de la madera:** La madera del roble marfil es moderadamente resistente al ataque de hongos, aunque el duramen es difícil de tratar con preservantes. Presenta un buen secado. La gravedad específica (al 12% de humedad) oscila entre 0,45 y 0,67 (Lamb y Ntima 1971).

La madera se puede emplear para la construcción en general: puertas, ventanas, cajas, contrachapados, e inclusive para pisos en casas de habitación (pisos con "tráfico" moderado). También se puede utilizar en trabajos de ebanistería sencilla (Lamb y Ntima 1971).

## 2.3 DEGLUPTA

**Nombre científico:** *Eucalyptus deglupta* Blume

**Familia:** Myrtaceae

**Nombres comunes:** Eucalipto deglupta, eucalipto o deglupta (América Central), bagras, dinglás, mindanao gum (Filipinas), didia (Indonesia), kamarere (Australia y Nueva Guinea).

**Distribución geográfica:** Este eucalipto se encuentra naturalmente en algunas regiones de Oceanía, entre las cuales se encuentran las islas de Indonesia, Filipinas, Papua Nueva Guinea, Nueva Bretaña y Nueva Irlanda (Salazar 1987).

Por la reputación de este eucalipto, como especie de rápido crecimiento para las zonas húmedas, ha sido incorporado en programas de reforestación en muchas regiones del mundo tropical. Así, se han establecido plantaciones en África Central y Occidental, en el sureste asiático, en Suramérica y América Central; en Costa Rica se introdujo en los años 60 (Salazar 1987, IRENA 1992).

**Descripción del árbol:** Deglupta es un árbol de buena forma, de fuste recto y libre de ramas. Esta especie de eucalipto puede llegar a alcanzar dimensiones gigantes, hasta 85 m de altura y 2 m de diámetro, aunque por lo general alcanza alturas entre 35 y 75 m. En suelos fangosos desarrolla gambas. La corteza es verde al principio y luego roja o de color

pardo, delgada, se desprende en secciones longitudinales de forma irregular.

La copa es moderadamente abierta, lo que le permite cierto grado de permeabilidad a la radiación solar. Cuando el árbol madura, la copa tiende a aplanarse, sin embargo esta respuesta es condicionada en gran parte por la competencia (Guier 1982). Las hojas son opuestas al inicio y luego alternas; grandes y elípticas, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés. A diferencia de muchos eucaliptos, la posición de las hojas es horizontal lo que favorece la captación de la luz (Guier 1982, Salazar 1987).

Las flores de *E. deglupta* son blancas, pequeñas y numerosas y se presentan en umbelas que forman panículas terminales. Este árbol presenta un periodo de floración muy amplio, solo en los meses muy lluviosos no presenta flores; florece a temprana edad. El fruto es una cápsula pedicelada ovoide o globular de alrededor de 4 mm. Las semillas son muy pequeñas, se encuentran más de 10 millones por kilogramo (Guier 1982, Salazar 1987).

El sistema radicular de este eucalipto varía según las condiciones edáficas y de competencia del sitio. En suelos profundos, la raíz pivotante puede alcanzar profundidades de alrededor de una sexta parte de la altura del árbol y las raíces laterales alrededor de un tercio de la altura del árbol (Davidson 1973).

En su lugar de origen, *deglupta* forma asociaciones en los bosques secundarios (especie heliófita); también crece muy bien cerca de los ríos donde forma rodales puros (Grijmpa 1969).

**Requerimientos de la especie:** Esta especie de eucalipto se adapta a los climas tropicales húmedos y muy húmedos, con rango de temperaturas entre 13-32°C y precipitación media anual entre 2540 y 5080 mm. La

precipitación debe estar bien distribuida a lo largo del año y sin una estación seca prolongada (FAO 1976).

En su hábitat natural esta especie se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm (Grijpma 1969). En Costa Rica, crece en forma satisfactoria desde el nivel del mar hasta los 1500 msnm, en los alrededores del Valle Central.

Según Whitmore (1975), la especie requiere de suelos profundos, húmedos, bien drenados y fértiles. Los mejores bosques de este eucalipto se encuentran en suelos aluviales, de textura arcillo arenosa o con arena muy fina. En suelos muy arcillosos de drenaje limitado la calidad y los rendimientos son malos. En áreas pantanosas y mal drenadas desarrolla mala forma (Grijpma 1969, Heather 1955). Sitios que han sido compactados por sobrepastoreo no son recomendables para esta especie (Salazar y Jiménez 1988).

**Usos de la madera:** En Costa Rica, este eucalipto se usa para aserrió, postes de tendido eléctrico, postes y leña. En otras partes del mundo se utiliza para papel, aserrió, construcción pesada, muebles y pisos (FAO, 1981).

La madera del *E. deglupta* tiene un color atractivo que va de pardo claro a pardo oscuro. El peso específico varía entre 0,45 y 0,65, aunque en plantaciones jóvenes se han extraído árboles con un peso específico de alrededor de 0,40 (Rojas 1981). Esta madera seca rápidamente al aire libre, es fácil de aserrar pero el cepillado en la cara radial es difícil por su grano entrecruzado. La madera cepillada y lujada presenta una superficie con buen acabado (Rojas 1981).

Por su floración casi continua es una especie con buen potencial como melífera (CATIE 1984).



### 3. MATERIALES Y METODOS

Los linderos se ubicaron en el Cantón de Talamanca, Provincia de Limón, Costa Rica. Los sitios y colaboradores (propietarios) fueron los siguientes:

<b>Sitio</b>	<b>Colaborador</b>
Olivia	Ignacio Pavón
Catarina	Alfredo Mathus
Paraíso	Martín Ramón Calero
San Miguel	José Luis Zúñiga
Sixaola	Carlos Morales

En los cinco sitios se trabajó con las siguientes especies:

*Cordia alliodora* (laurel), procedencia Guácimo, Costa Rica

*Eucalyptus deglupta* (deglupta), procedencias CATIE y Florencia Sur, Turrialba, Costa Rica

*Terminalia ivorensis*, (roble marfil) procedencias CATIE, Bajo Chino y Florencia Sur, Turrialba, Costa Rica

Deglupta y roble marfil se produjeron en bolsas en el vivero de CATIE, Turrialba y fueron transplantadas a campo definitivo a los tres meses, en el caso de deglupta y cuatro meses para roble marfil. El laurel se produjo por medio de pseudoestacas en un vivero en Guácimo, Limón; establecimiento en el campo a los siete meses de edad.

### **3.1 TIPO DE ENSAYO, MEDICIONES Y ESPACIAMIENTO**

Los ensayos se establecieron en diciembre 1987, mediante un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos (especies) y tres repeticiones por sitio. Cada parcela lineal está compuesta por un promedio de 24 árboles con espaciamiento de 2,5 m entre árboles. Se dejaron dos árboles del borde al inicio y al final de cada parcela y también en algunos casos árboles dentro de la parcela útil, debido a mala ubicación (sector mal drenado o afectado por un exceso de sombra). Por lo tanto, los resultados solamente sirven para demostrar el crecimiento de estas especies en sitios recomendables.

Se midió cada seis meses en los primeros dos años y después anualmente. Las mediciones incluyeron los siguientes parámetros: salud, sobrevivencia, altura total, diámetro de copa, diámetro a la altura de pecho (dap), forma del fuste y ramificación. Estos dos últimos parámetros serán analizados en otro documento que se publicará en esta misma serie. El diámetro de copa se midió en una sola dirección colocando la cinta métrica perpendicularmente al eje del lindero.

Además de las mediciones, se realizaron inspecciones periódicas (mínimo dos al año) para observar el desarrollo de los árboles, ataque de plagas y enfermedades y daños en general, así como para realizar consultas con los colaboradores.

Después de varios años de evaluación algunas parcelas quedaron con un número inadecuado de árboles debido a daños naturales (inundaciones), daños causados por el hombre (quemadas) y mortalidad debido a enfermedades radiculares (en roble marfil). Tales parcelas fueron eliminadas del cálculo de los promedios de dimensiones (pero no de porcentajes de mortalidad y raleos) cuando quedaban menos de seis árboles útiles. Esto con el fin de:



- 1) evitar que los pocos árboles que quedan después de la mortalidad y/o raleos, generalmente los más grandes, sesguen los resultados; o bien que
- 2) cuando quedan pocos árboles, crecen casi sin competencia y por lo tanto no son representativos del sistema bajo investigación.

Cuando fue necesario eliminar dos parcelas de una especie en un sitio, se suspendieron las mediciones de esa especie en ese sitio por no contar con suficientes árboles (a veces menos de diez), y eventualmente poco representativos por provenir de una sola parcela.

En los resultados presentados no se incluyó el crecimiento de estas especies en sitios inapropiados, con manejo inadecuado o afectadas por desastres naturales, como el caso de una inundación que aumentaría en forma significativa la mortalidad. En el caso de parcelas perdidas debido a enfermedades radiculares, se incluyeron los promedios de área basal y volumen para el sitio con y sin tomar en cuenta la parcela (se asignó un valor de cero a la parcela perdida en el cálculo de los promedios). Esto permitió documentar el grado del impacto de la enfermedad en el área basal y volumen de la especie afectada (p.e. roble marfil).

### **3.2 PODAS Y DESHIJAS**

Las ramas bajas se podaron a una altura de 3 m, y se eliminaron las bifurcaciones bajas. Estas labores se realizaron durante las mediciones iniciales. Las deshijas se aplicaron solo al laurel, producido por pseudoestacas, cuando los árboles alcanzaron 1,5 m y se podía escoger el mejor rebrote.

### **3.3 RESIEMBRAS, RALEOS Y MORTALIDAD**

Se resembró durante los primeros tres meses de establecido el lindero. Para efectos de este documento, las resiembras contabilizadas representan el número de espacios vacíos (o posiciones dentro del lindero) donde fue necesario reponer para mantener el número de árboles plantados originalmente. En algunos casos se debió resembrar más de una vez en una misma posición, por lo que se da cierta subestimación en los datos de resiembras.

La mortalidad se empezó a contabilizar a los seis meses de edad (al finalizar el periodo de resiembras). En este trabajo se consideran dos datos de mortalidad, uno a los 24 meses, antes de los raleos y otro a los 60 meses cuando ya se habían realizado la mayoría de los raleos.

En todos los linderos se ejecutaron los raleos principales en dos periodos: junio de 1990 y diciembre de 1991 (después de la medición de los 48 meses). Debido a que algunas parcelas fueron eliminadas del estudio después de la medición de los 60 meses, la evaluación de los raleos se realizó hasta esta edad. Raleos posteriores a los 60 meses se contabilizaron como mortalidad, pues se efectuaron como labores fitosanitarias para eliminar árboles muy enfermos o muertos en pie (caso del roble marfil por enfermedad radicular). Algunos de los raleos antes de los 60 meses incluyeron árboles cortados con fines fitosanitarios y no meramente para liberar la competencia; por lo tanto, los datos podrían subestimar la mortalidad, especialmente en el caso de roble marfil.

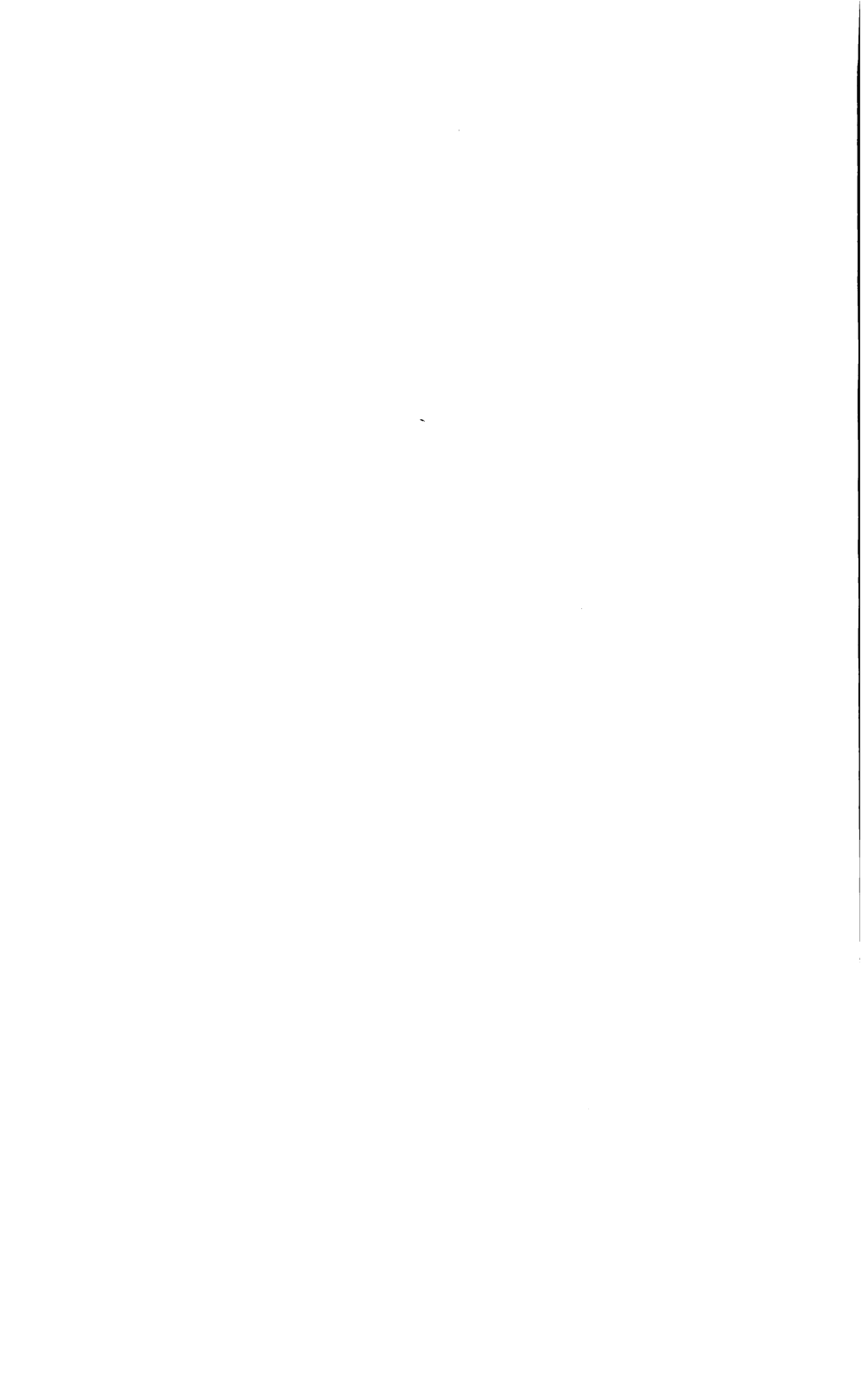
### **3.4 AREA BASAL Y VOLUMEN**

El área basal y el volumen se presentan por kilómetro para comparar de alguna forma los resultados de linderos con los resultados de plantaciones, que se presentan por hectárea. Si el espaciamiento final dentro del

lindero es de alrededor de 5 m, implica unos 200 árboles por kilómetro, lo cual es comparable con una hectárea plantada con fines de aserrío.

Para todos los promedios, incluyendo los cálculos del área basal y volumen por kilómetro, las proyecciones se realizaron tomando en cuenta solamente las parcelas con seis o más árboles vivos. Por lo tanto, estos datos no reflejan la mortalidad total, sino la cantidad de madera que se puede llegar a obtener por kilómetro, considerando solamente el crecimiento de los árboles en las parcelas que no fueron eliminadas. Además, se presentan los valores de área basal y volumen de cada especie, ajustados para reflejar la mortalidad total (incluyendo en el cálculo de los promedios un valor de cero para parcelas perdidas).

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los volúmenes por especie se presentan en el Anexo.



## 4. EVALUACION DE LOS SITIOS ESTABLECIDOS

### 4.1 SITIO OLIVA

#### 4.1.1 Descripción del sitio

**Vegetación colindante.** Durante el primer año, el lindero de este sitio limitaba al norte con un cacaotal con sombra alta y posteriormente con un ensayo agroforestal: arazá (cultivo perenne) bajo sombra de maderables. Del lado sur siempre ha habido una franja con gramíneas de zacate gigante (*Pennisetum purpureum*) y gamalote (*Paspalum fasciculatum*). Debido al gran porte (más de 2 m de altura) que las gramíneas pueden alcanzar, rápido crecimiento y consecuente competencia a los árboles jóvenes, ellas representaron el mayor problema en el control de malezas del lindero. Además, esta vegetación causó problemas en algunas ocasiones por efecto del pastoreo y paso de caballos, razón por la cual fue necesario proteger el ensayo con una cerca de alambre de púas durante el período de establecimiento (hasta dos años cuando los árboles tuvieron tres o más metros).

En general, los árboles de las últimas parcelas (repetición 3) tuvieron un poco más de sombra lateral debido a árboles grandes (sector norte) y las primeras (repetición 1 y 2) un poco más de competencia por efecto de gramíneas.

**Topografía y suelos.** La topografía de este sitio es plana, con pendientes entre 0% y 3%. La posición fisiográfica es de terraza alta del río Sixaola. Este ensayo se encuentra a una altitud de alrededor de 30 msnm.

Este sitio presenta suelos bastante homogéneos, con pequeñas variaciones por efecto del drenaje y de la textura de los horizontes en el subsuelo. En general se clasifican como *Fluvaquentic Eutropept* (Nieuwenhuys 1994); son suelos jóvenes (inceptisoles), aluviales, continuamente húmedos y calientes. El drenaje natural en general es bueno, con una profundidad efectiva de 120 cm o más. No presentan problemas por pedregosidad, salinidad, ni existen signos de erosión. La textura que predomina en los primeros 30 cm de profundidad es franco limosa. Son suelos ligeramente ácidos con un pH (primeros 30 cm) de 6,2. En general son suelos de alta fertilidad y de aptitud agrícola (SEPSA 1991, Nieuwenhuys 1994).

Durante los seis años de estudio el sitio fue inundado dos veces. Sin embargo la única inundación que causó daños, por el tamaño que tenían los árboles, fue la ocurrida en enero de 1988, que afectó principalmente la repetición número 3, la cual se mantuvo inundada por un periodo de más de 24 horas y hubo necesidad de resiembra.

#### **4.1.2 Establecimiento y manejo**

**Establecimiento y resiembras.** La primera labor consistió en la corta (voltea) de los árboles que sombreaban el ensayo. Seguidamente se limpió totalmente una franja de 6 m de ancho a lo largo de la línea de lindero, y se puso una cerca de alambre al lado sur para proteger del ganado. Antes de la siembra y por la agresividad de las gramíneas, se aplicó un herbicida selectivo en el área del lindero.

Los árboles se plantaron el 9 de diciembre de 1987. Debido a los efectos de una inundación en enero de 1988, condiciones de micrositio y calidad del material utilizado, entre otras razones, hubo necesidad de efectuar resiembras en tres ocasiones: enero, febrero y marzo de 1988. El

deglupta, con un 25%, fue la especie que presentó el mayor porcentaje de resiembra, 17% el roble marfil y laurel con 2% de resiembras.

**Control de malezas.** Durante los primeros tres años de establecido el ensayo, se realizaron de 3 a 4 chapias por año. También se aplicaron herbicidas en 1988 y 1991 para controlar en forma más eficiente las gramíneas. El control de malezas durante los primeros años es muy importante para que las especies forestales logren superar la competencia. Además, puesto que las especies de este ensayo son heliófitas, el control inicial de malezas es vital. Las chapias y el herbicida se aplicaron en una franja de 6 m de ancho, 3 m a cada lado del lindero.

En la mayoría de los casos, las chapias de mitad y fin de año se ejecutaron para facilitar las mediciones de los árboles del lindero.

**Mortalidad y raleos.** El laurel y el deglupta, con mortalidades a los 60 meses de 4% y 8% respectivamente, mostraron buena adaptación al sitio. La cantidad de árboles remanentes de ambas especies se considera satisfactoria a los 72 meses, no así para el roble marfil que murió casi en su totalidad por problemas fitosanitarios (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad y árboles remanentes en el lindero Olivia, Talamanca, Costa Rica

Especie	Mortalidad 24 meses	Mortalidad 60 meses	Raleo 60 meses	Remanentes 72 meses
Laurel	4	4	42	55
Deglupta	10	8	50	42
Roble marfil	10	17	42 <sup>1</sup>	- <sup>2</sup>

1 Incluye raleo fitosanitario de árboles muy enfermos

2 Dado que quedaron menos de seis árboles por parcela, esta no se midió a los 72 meses, es muy probable que esos árboles mueran a corto plazo

El deglupta, con mayor crecimiento con respecto al laurel, se raleó más temprano (1990) y con un poco más de intensidad que el laurel (raleo 1991). Debido a la mortalidad en la parcela 1 de deglupta, la mayoría de los árboles en esta parcela quedaron sin competencia, por lo menos en un lado. Por lo tanto se decidió eliminar esta parcela a partir de las mediciones de los 60 meses. Raleos futuros solo se justifican si son muy selectivos y de baja intensidad y si existe un mercado seguro para el producto. Considerando las dimensiones de los árboles de deglupta, muy posiblemente serán los que se vayan raleando y cosechando primero.

### **4.1.3 Resultados**

**Crecimiento de los árboles.** La especie con el mayor crecimiento en altura fue el deglupta; el roble marfil, hasta su última medición (quinto año), siempre tuvo un crecimiento promedio intermedio pero cercano al del deglupta (Cuadro 2).

A pesar del fracaso (muerte regresiva) del roble marfil, los pocos árboles sobrevivientes presentaron los mejores incrementos diamétricos al quinto año (6,0 cm por año; Cuadro 2). A los 72 meses el deglupta alcanzó un diámetro promedio alto (30,4 cm), en tanto que el laurel, a la misma fecha, presentó un promedio de 27,0 cm de diámetro. En este lindero, ambas especies presentaron menores diámetros promedios en la parcela 3 (repetición 3), donde existía una vegetación colindante más alta y que proyectaba más sombra.

En cuanto al diámetro de copa, el roble marfil resultó con los promedios más altos, a pesar de presentar autopoda. Esta es la especie más frondosa en relación con las otras dos (Cuadro 2). En el último año ninguna de las especies remanentes aumentó de diámetro de copa.



**Cuadro 2. Crecimiento de tres especies maderables en el Lindero Olivia, Talamanca, Costa Rica**

Especie	EDAD (meses)								IMA
	6	12	18	24	36	48	60	72	
<b>Altura total (m)</b>									
Laurel	0,9	2,2	4,0	5,4	9,4	12,9	15,3 <sub>2</sub>	16,8 <sub>2</sub>	2,8 <sup>1</sup>
Deglupta	2,2	5,4	8,9	12,3	16,2	20,5	23,1 <sub>2</sub>	27,6 <sub>2</sub>	4,6 <sup>1,2</sup>
Roble marfil	1,8	4,4	6,4	9,0	14,0	18,3	20,4 <sub>2</sub>	- <sub>3</sub>	6,0 <sup>4</sup>
<b>Diámetro del tallo (cm)</b>									
Laurel	0,1	1,9	5,0	7,4	12,9	17,6	23,6 <sub>2</sub>	27,0 <sub>2</sub>	4,5 <sup>1</sup>
Deglupta	1,3	4,7	8,6	11,3	15,4	18,7	25,4 <sub>2</sub>	30,4 <sub>2</sub>	5,1 <sup>1,2</sup>
Roble marfil	1,3	4,5	7,9	10,3	18,0	23,7	29,8 <sub>2</sub>	- <sub>3</sub>	6,0 <sup>4</sup>
<b>Diámetro de copa (m)</b>									
Laurel	0,7	1,9	2,9	3,5	5,0	5,9	8,1 <sub>2</sub>	8,0 <sub>2</sub>	
Deglupta	1,4	3,2	5,0	5,6	7,6	8,2	10,7 <sub>2</sub>	10,6 <sub>2</sub>	
Roble marfil	1,5	3,7	6,2	7,1	9,6	10,6	12,4 <sub>2</sub>	- <sub>3</sub>	

1 Incremento medio anual a los seis años

2 Promedio de dos parcelas

3 Especie eliminada por enfermedades

4 Incremento medio anual a los cinco años de los árboles sobrevivientes en dos parcelas

**Area basal y volumen.** Al quinto año (60 meses), las dos parcelas con árboles sobrevivientes de roble marfil presentaron los mayores promedios de área basal (Cuadro 3). Sin embargo, entre los cuatro y cinco años se perdió una de las tres parcelas; por lo tanto, los valores corregidos son de 9 m<sup>2</sup>/km, valores un poco inferiores a los de las demás especies.

Los valores para el deglupta a los 60 y 72 meses también se basan solamente en dos parcelas; no obstante, no es válido hacer la misma corrección, dado que la parcela de deglupta excluida contiene árboles vigorosos. En ella, los valores de área basal y volumen son los más altos; pero fue eliminada por tener un número y distribución de árboles no representativo del sistema en estudio.

A los 24 meses del establecimiento, el deglupta presentaba los mayores volúmenes promedio ( $25 \text{ m}^3/\text{km}$ ). Sin embargo, el roble marfil presentó el mayor crecimiento volumétrico entre los 36 y 60 meses seguido por el deglupta y de cerca en tercer lugar se ubicó el laurel (Cuadro 3).

Cuadro 3. Área basal y volumen de tres especies maderables en el Lindero Olivia, Talamanca,

Especie	EDAD (meses)					
	12	24	36	48	60	72
<b>Area basal (<math>\text{m}^2/\text{km}</math>)</b>						
Laurel	0,2	1,8	4,2	7,8	9,8 <sup>1</sup>	12,8 <sup>1</sup>
Deglupta	0,8	3,8	4,4	5,8	9,5 <sup>1</sup>	14,5 <sup>1</sup>
Roble marfil	0,6	3,2	5,4	8,3	13,3	- <sup>2</sup>
<b>Volumen (<math>\text{m}^3/\text{km}</math>)</b>						
Laurel	-	-	18	45	63	89 <sup>1</sup>
Deglupta	-	25	36	57	83 <sup>1</sup>	180
Roble marfil	-	15	39	78	138 <sup>1</sup>	- <sup>2</sup>

1. Promedio de dos parcelas
2. Especie eliminada por enfermedades

## 4.2 SITIO CATARINA

### 4.2.1 Descripción del sitio

**Vegetación colindante.** En las primeras tres parcelas de la primera repetición, la sombra lateral fue producida por plátano y del lado opuesto por charrales de unos 7 m de altura; el zacate gamalote (*Paspalum fasciculatum*) presentó la competencia más importante de esta sección. En el transcurso del estudio, en algunas secciones donde existía charral se establecieron cultivos anuales (ayote) eliminando la sombra lateral.

En la repetición 2, en las primeras dos parcelas, la sombra lateral más densa la representó cacao con sombra alta. Al cuarto año de haberse plantado el lindero se eliminó el cacao y la sombra y se estableció plátano como vegetación colindante. Después de eliminar el cacao, se quemó el terreno lo que afectó a algunos árboles de roble marfil, laurel y deglupta. Estas mismas parcelas fueron también afectadas por una inundación (agosto 1991) que arrastró mucha vegetación, troncos de árboles cortados y tallos de plátano, apilándolos en el lado oeste de la parcela. En el resto de las parcelas el plátano fue la vegetación colindante predominante. Cabe recalcar que el zacate gamalote ha sido una invasora problemática en la mayoría de las parcelas.

**Topografía y suelos.** La topografía del sitio es plana con pendientes del 2%. La posición fisiográfica del lugar es de terraza media del río Sixaola, a unos 15 msnm.

Los suelos de este sitio son homogéneos; sin embargo, se dan variaciones en la textura del subsuelo. La clasificación taxonómica corresponde a un *Fluventic Eutropept* (Nieuwenhuys 1994). Estos son suelos recientes (inceptisoles) de origen aluvial (sedimentos del río), constantemente húmedos y calientes.

El drenaje natural es bueno y la profundidad efectiva de alrededor de 1 m. La textura es franco limosa, no hay pedregosidad ni signos de erosión. El pH es de 6,2 (primeros 30 cm); o sea, ligeramente ácido. Son suelos fértiles, de aptitud agrícola. El riesgo de inundaciones es posiblemente su mayor limitante.

#### **4.2.2 Establecimiento y manejo**

**Establecimiento, control de malezas y resiembras.** El área experimental se chapeó en noviembre de 1987 y en diciembre del mismo año se aplicó un herbicida, se hicieron los hoyos y se plantaron los árboles. En enero de 1988 se inició el mantenimiento mediante rodajas y resiembras. En el primer año (1988) hubo necesidad de realizar cuatro chapias y una aplicación de herbicida selectivo contra gramíneas. Este elevado número de chapias fue necesario para contrarrestar la competencia de las gramíneas (garantizar el prendimiento de las resiembras), así como para realizar la primera medición de los árboles en junio 1988. A partir de 1989, solo se realizaron dos chapias por año.

En este lindero se realizaron resiembras en tres ocasiones: laurel 11%, deglupta 15% y roble marfil 30%. Estos porcentajes relativamente altos, en gran parte son consecuencia de la inundación que afectó el área en enero de 1988.

**Mortalidad y raleos.** A los 24 y 60 meses de haberse establecido este lindero, el laurel presentó la mayor mortalidad (Cuadro 4), debido a problemas de competencia con gramíneas, a la inundación y a la quema de algunos individuos, cuando el colaborador eliminó el cacao alledaño y el fuego afectó algunos árboles del lindero. En menor grado, la tercera repetición fue afectada por una plaga (chinche de encaje), que debilitó y mató varios laureles. En consecuencia, la parcela dos fue eliminada de todos los cálculos.

Como en otros linderos, el roble marfil tuvo problemas fitosanitarios y resultó con el menor porcentaje (34%) de árboles remanentes a los 72 meses, edad a la cual se había perdido completamente la parcela tres. Sin embargo, las parcelas 1 y 2, hasta la fecha, no han sido afectadas por los hongos de raíz ya mencionados.

El deglupta mantuvo una sobrevivencia satisfactoria. La mayoría de los árboles en la parcela 2 fueron designados bordes desde el inicio del estudio debido a la fuerte sombra vertical; esta parcela fue eliminada después de la medición de los 24 meses debido a los daños sufridos por los árboles útiles en la inundación de junio 1989.

A los 60 meses, se había raleado el 44% de deglupta, 36% de roble marfil, pero solamente 17% del laurel debido a las diferentes tasas de crecimiento.

A los 72 meses de edad, el porcentaje de árboles remanentes de laurel (59%) y deglupta (52%) se considera satisfactorio (Cuadro 4). Sin embargo, por el acelerado crecimiento de deglupta ya se empieza a notar la necesidad de liberar un poco la competencia en el lindero, por lo que se prevé un raleo a corto plazo que debería dar tucas comerciales.

**Cuadro 4. Porcentaje de árboles remanentes en el Lindero Catarina, Talamanca, Costa Rica**

Especie	Mortalidad 24 meses	Mortalidad 60 meses	Raleo 60 meses	Remanentes 72 meses
Laurel	15	22	17	59
Deglupta	2	2	44	52
Roble marfil	13	13	36	34

### 4.2.3 Resultados

**Crecimiento de los árboles.** En todas las fechas de medición, los promedios de altura total y crecimiento diamétrico de deglupta fueron los mayores, seguidos por los de roble marfil (Cuadro 5).

En cuanto al diámetro de copa, deglupta y roble marfil presentaron un comportamiento similar a lo largo del tiempo; sin embargo, el roble marfil, por el tipo de follaje y copa que desarrolla, presenta mayor frondosidad y sombra, en tanto que deglupta permite mayor infiltración de la radiación. El laurel es la especie más permeable a la radiación solar, con un follaje menos frondoso y con los menores valores de diámetro de copa.

Cuadro 5. Crecimiento de tres especies maderables en el Lindero Catarina, Talamanca, Costa Rica

Especie	EDAD (meses)								
	6	12	18	24	36	48	60	72	IMA <sup>1</sup>
<b>Altura total (m)</b>									
Laurel <sup>2</sup>	0,8	1,7	2,9	4,6	7,7	10,9	13,1	14,0	2,3
Deglupta	2,0	5,3	9,0	12,2	17,9	21,0	23,9	27,7	4,6
Roble marfil	1,5	4,6	7,3	9,9	16,4	16,9	18,8	21,4	3,6
<b>Diámetro del tallo (cm)</b>									
Laurel <sup>2</sup>	0,0	1,0	2,9	5,4	11,2	16,8	19,6	21,0	3,5
Deglupta	1,0	4,5	8,3	11,4	18,1	22,4	26,1	30,2	5,0
Roble marfil	0,6	4,2	7,6	10,1	17,3	21,4	24,7	25,6	4,3
<b>Diámetro de copa (m)</b>									
Laurel <sup>2</sup>	0,7	1,3	1,8	2,9	4,7	5,2	6,8	5,8	
Deglupta	1,4	2,7	4,4	5,8	8,3	8,7	12,1	11,6	
Roble marfil	1,1	3,0	5,5	6,8	9,0	8,6	11,7	12,1	

1 Incremento medio anual a los seis años

2 Promedio de dos parcelas

**Area basal y volumen.** El deglupta siempre presentó los mayores valores promedios de área basal por kilómetro con respecto a las otras dos especies (Cuadro 6). No obstante, si no se considera en los cálculos la parcela perdida de roble marfil, el área basal calculada de esta especie a los seis años (7,5 m<sup>2</sup>/km), resulta inferior aún a la del laurel.

En el caso del volumen, la diferencia entre deglupta y roble marfil fue mayor de lo observado para el área basal. Si se elimina de los cálculos la parcela muerta de roble marfil, esta especie alcanzó 85 m<sup>3</sup>/km a los seis años. Los promedios de deglupta y laurel no deben ser corregidos para tomar en cuenta parcelas perdidas, dado que los resultados y recomendaciones de este estudio aplican a sitios apropiados para las especies, independientemente de las posibles pérdidas debido a accidentes naturales (inundaciones) o provocados por el hombre (quemadas).

**Cuadro 6. Área basal y volumen de tres especies maderables en el Lindero Catarina, Talamanca, Costa Rica**

Especie	EDAD (meses)					
	12	24	36	48	60	72
<b>Area basal (m<sup>2</sup>/km)</b>						
Laurel <sup>1</sup>	0,1	1,2	3,1	6,2	8,4	9,7
Deglupta	0,7	4,2	6,2	8,8	12,0	15,2
Roble marfil	0,5	3,0	5,0	7,7	10,3	11,2
<b>Volumen (m<sup>3</sup>/km)</b>						
Laurel <sup>1</sup>	-	2	11	30	48	59
Deglupta	-	27	54	86	127	191
Roble marfil	-	16	42	68	100	127

1 Promedio de dos parcelas

## 4.3. SITIO PARAISO

### 4.3.1 Descripción de sitio

**Vegetación colindante.** En la primera repetición, el lindero colindaba con plátano de un lado y con charrales del otro. Al segundo año se eliminó el charral y se sembró maíz y después plátano. En la segunda repetición la vegetación colindante fue igual que en la primera; solo que en vez de plátano se reforestó con deglupta y laurel (Schlönvoigt y Weidelt 1993). Las últimas parcelas del lindero (repetición tres) tuvieron como vegetación colindante charrales altos en los primeros dos años; posteriormente de un lado del lindero se eliminó el charral para dar lugar a la reforestación. La repetición tres siempre presentó una sombra lateral más alta y densa que el resto de las parcelas del lindero.

**Topografía y suelos.** La topografía del sitio es plana con pendientes menores al 2%. El lindero se encuentra en una posición fisiográfica de terraza media del río Sixaola y presenta una altitud de alrededor de 15 msnm.

Los suelos son homogéneos, con pequeñas variaciones en la textura del subsuelo. Estos se clasifican como *Fluvaquentic Eutropept* (Nieuwenhuys 1994); son suelos de origen reciente (inceptisoles), continuamente húmedos y calientes, de origen aluvial (sedimentos del río Sixaola); drenaje natural moderado y profundidad efectiva mayor a 90 cm. La textura es franco limosa y a mayor profundidad (más de 30 cm) se torna más pesada (franco arcillo limoso).

Estos suelos son neutros (pH de 7,1), de alta fertilidad y aptitud agrícola (clases I y II), según SEPSA (1991). Sin embargo, por su cercanía al río presentan cierto riesgo de sufrir inundaciones.



### 4.3.2 Establecimiento y manejo

**Establecimiento y resiembras.** Antes de la plantación de los árboles, se eliminó el charral; hubo necesidad de cortar algunos árboles grandes y limpiar una franja de 6 m de ancho a lo largo del lindero. También, antes de plantar, se aplicó un formicida para eliminar hormigas defoliadoras (*Atta* sp). En diciembre de 1987 se abrieron los huecos y se plantaron los árboles del lindero.

Durante los primeros seis meses hubo necesidad de resembrar: laurel 6%, deglupta 33% (por problemas de inundación fue necesario resembrar 78% del deglupta en la repetición 2) y roble marfil 20% (pérdidas por inundación en repeticiones 1 y 3).

**Control de malezas.** Después del establecimiento (primeros tres meses) el control de malezas se limitó a la rodajea de todos los árboles. Durante el primer año, se realizaron tres chapias en el lindero, y una en el segundo año, debido a la eliminación del charral para establecer plátano en algunos sectores y deglupta y laurel (reforestación en bloque) en otros. Durante el tercer año se efectuaron solo dos chapias; en el cuarto año no hubo control de malezas, y en el quinto año se realizaron dos chapias. La colindancia con áreas reforestadas y plantadas con plátano influyó en la poca cantidad de chapias que se aplicaron a este lindero, pues el control de malezas en el cultivo benefició en forma indirecta al lindero.

**Mortalidad y raleos.** Al segundo año de establecido el lindero, el laurel y el roble marfil presentaban porcentajes de mortalidad muy similares, en tanto que la mortalidad de deglupta era bastante baja; este patrón se repitió en las mediciones del quinto año (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de árboles remanentes en el Lindero Paraíso

Especie	Mortalidad 24 meses	Mortalidad 60 meses	Raleo 60 meses	Remanentes 72 meses
Laurel	17	23	28	49
Deglupta	9	9	44	46
Roble marfil	16	24	32	32

El roble marfil, cuando los árboles estaban pequeños, fue afectado por las hormigas defoliadoras y competencia de gramíneas; a mayor edad, problemas fitosanitarios (muerte regresiva) provocaron la mortalidad de la especie. En el caso del laurel, la mortalidad se debió principalmente a la competencia de gramíneas, y en menor grado (repetición 1), por efectos del terremoto e inundación de abril y agosto de 1991.

Debido a los problemas de mortalidad, el raleo del laurel y roble marfil fue relativamente bajo, 28% y 32% respectivamente. El deglupta se raleó en un 44% para mejorar el espaciamiento y garantizar el crecimiento diametral de los árboles futuros. Considerando como objetivo el aserrío de los árboles, el número de árboles remanentes al sexto año se considera satisfactorio para el laurel (49%) y para el deglupta (46%), no así para el roble marfil, que por problemas de muerte regresiva, solo quedó un 32%.

#### 4.3.3 Resultados

**Crecimiento de los árboles.** En todas las mediciones, el deglupta siempre presentó los mayores promedios en cuanto a altura (Cuadro 8). El roble marfil presentó alturas muy similares a las del deglupta hasta los 36 meses.

Cuadro 8. Crecimiento de tres especies maderables en el Lindero Paraíso, Talamanca, Costa Rica

Especie	EDAD (meses)								IMA <sup>1</sup>
	6	12	18	24	36	48	60	72	
<b>Altura total (m)</b>									
Laurel	1,3	3,1	4,6	6,6	11,7	15,1	17,2	18,4	3,1
Deglupta	2,5	5,5	8,6	11,7	17,7	20,2 <sub>2</sub>	23,1 <sub>2</sub>	25,8 <sub>2</sub>	4,3 <sub>2</sub>
Roble marfil	1,8	4,7	7,5	10,4	16,0	17,0	20,5	21,7	3,6
<b>Diámetro del tallo (cm)</b>									
Laurel <sup>2</sup>	0,4	3,2	6,1	9,4	17,4	21,6	24,0	26,2	4,4
Deglupta	1,5	4,9	8,4	12,2	18,3	22,1 <sub>2</sub>	26,2 <sub>2</sub>	30,3 <sub>2</sub>	5,1 <sub>2</sub>
Roble marfil	1,2	4,7	8,9	11,9	19,3	22,7	26,4	31,1	5,2
<b>Diámetro de copa (m)</b>									
Laurel <sup>2</sup>	1,0	2,2	3,2	3,8	5,8	6,5	7,5	7,2	
Deglupta	1,6	2,9	4,4	5,7	8,2	8,1 <sub>2</sub>	9,9 <sub>2</sub>	10,4 <sub>2</sub>	
Roble marfil	1,4	3,8	5,6	7,5	9,5	8,8	10,1	10,0	

1 Incremento medio anual a los seis años

2 Promedio de dos parcelas

El crecimiento en diámetro presentó un patrón similar para el caso del deglupta y roble marfil, con un incremento medio anual (al sexto año) de 5,1 y 5,2 cm respectivamente. En la repetición 3, los promedios por repetición o parcela, para el laurel y deglupta, presentaron valores menores que los diámetros promedios (de las mismas especies) en las primeras dos repeticiones. Lo anterior se consideró un efecto de la mayor sombra lateral en el lindero, producto de la vegetación colindante en ese sector.

El laurel es la especie de menor frondosidad y con los menores valores de diámetro de copa (7,2 m al sexto año). El roble marfil y deglupta presentaron diámetros de copa muy similares; sin embargo, como ya se ha mencionado, por el tipo de follaje y copa, el roble marfil es la especie que presenta la menor penetración de radiación solar.

**Area basal y volumen.** Hasta los 48 meses, las tres especies presentaban valores semejantes de área basal por kilómetro (Cuadro 9). El laurel tuvo la misma área basal que el deglupta a pesar de su menor diámetro promedio, debido al mayor número de árboles promedio por kilómetro; consecuencia del raleo más intenso en el deglupta hasta los 48 meses.

Al sexto año, el deglupta presentó los mayores promedios de área basal (13,9 m<sup>2</sup>/km). Después de la medición de los 36 meses sólo fueron evaluadas dos parcelas de roble marfil, las cuales presentaron un valor promedio prácticamente igual al promedio del laurel, con un área basal a los 72 meses de 11 m<sup>2</sup>/km. Sin embargo, si para el cálculo del promedio se toma en cuenta la parcela perdida, el valor del área basal para el roble marfil a los 72 meses (7,3 m<sup>2</sup>/km) es inferior a las demás especies (Cuadro 9).

A diferencia de los resultados de área basal, a los 48 meses deglupta y roble marfil presentaron un mayor volumen debido a las mayores alturas que presentaron estas especies (Cuadro 9).

Con un volumen promedio de 163 m<sup>3</sup>/km al sexto año, deglupta presentó el mayor volumen de las especies ensayadas, seguido por roble marfil. No obstante, si se considera la pérdida de una parcela de roble marfil (se supone que debido a la mortalidad esta parcela no va a producir madera), el volumen al sexto año baja a 84 m<sup>3</sup>/km, valor igual al laurel en esta última fecha de evaluación.

**Cuadro 9. Área basal y volumen de tres especies maderables en el Lindero Paraiso, Talamanca, Costa Rica**

Especie	EDAD (meses)					
	12	24	36	48	60	72
<b>Area basal (m<sup>2</sup>/km)</b>						
Laurel	0,4	2,5	5,1	7,3	8,9	10,7
Deglupta	0,8	4,6	5,1	7,1 <sub>1</sub>	10,4 <sub>1</sub>	13,9 <sub>1</sub>
Roble marfil	0,7	4,1	5,9	8,2	10,4	11,0
<b>Volumen (m<sup>3</sup>/km)</b>						
Laurel	-	7	26	47	66	83
Deglupta	-	28	44	69	112	163
Roble marfil	-	23	50	75 <sub>1</sub>	114 <sub>1</sub>	126 <sub>1</sub>

1 Promedio de dos parcelas

#### 4.4. SITIO SAN MIGUEL

##### Descripción del sitio

**Vegetación colindante.** El establecimiento de este lindero se realizó dentro de tacotales y charrales (vegetación secundaria) con sombra lateral de mediana a alta. En algunos sectores del lindero se sembraron cultivos anuales los primeros cuatro años. Posteriormente el colaborador plantó otras especies maderables en líneas, con vegetación secundaria entre las líneas para mantener sombra lateral e influir en la forma de los árboles (fustes rectos y ramas menos gruesas), así como para disminuir los costos de control de malezas. En algunas partes del lindero hubo sotobosque de gramíneas (sectores de repetición 1 y 2). La repetición 3 se mantuvo con un sotobosque menos agresivo de hoja ancha y, en general, con mayor sombra lateral que las demás repeticiones.

**Topografía y suelos.** La topografía es plana, con pendientes del 1%. La posición fisiográfica es de llanura aluvial. El sitio presenta una altitud de 10 msnm.

Los suelos de este sitio son homogéneos; sin embargo en algunos sectores se pueden encontrar grandes variaciones en drenaje. Se clasifican como Aeric Tropaquept (Nieuwenhuys 1994); son suelos formados por sedimentos finos del río, de origen reciente (inceptisoles) y continuamente húmedos y calientes; presentan un drenaje natural pobre (sobre todo la primera repetición) y una profundidad efectiva entre 30 y 60 cm; la textura en los primeros 10 cm es franco limosa y a mayor profundidad es franco arcillo limosa; no se presentan signos de erosión ni de pedregosidad. Son suelos ácidos (pH de 5,6) y fertilidad es alta; en general, la aptitud de los suelos es de vocación agrícola, con ciertas limitaciones debido principalmente al drenaje pobre y alto nivel freático en algunos sectores.

#### **4.4.2 Establecimiento y manejo**

**Establecimiento y resiembras.** Antes del establecimiento del lindero, se realizó una chapia de 6 m de ancho para eliminar el charral; seguidamente se aplicó herbicida de contacto para un control más duradero de las malezas. En diciembre de 1987 se abrieron los huecos y se plantaron los árboles del lindero.

En enero y marzo de 1988 se realizaron resiembras: laurel 26% (fue necesario resembrar 72% de los laureles en la repetición 1), deglupta 2% y roble marfil 11%. El alto porcentaje de resiembra en el caso del laurel responde a la mala adaptación debido al alto nivel freático (especialmente en la repetición 1, donde nunca se logró establecer), competencia con gramíneas y ataque de chinche de encaje. En el caso del roble marfil, las resiembras responden a problemas de mortalidad por ataque de hormigas defoliadoras.

**Control de malezas.** Durante el primer año de establecido el lindero se realizaron 5 chapias y 2 rodajas para garantizar el prendimiento de los árboles. En el segundo año, dos chapias y una aplicación de herbicida. Al tercer año, solo se realizó una chapia. El cuarto año no hubo necesidad de chapias y posteriormente el control de malezas se llevó a cabo solamente para facilitar la medición e inspección de los árboles.

**Mortalidad y raleos.** El mayor porcentaje de mortalidad, tanto a los 24 como a los 60 meses, lo presentó el laurel con un 34% (Cuadro 10) debido a que se perdió por completo la repetición 1. El roble marfil presentó, a los 60 meses, una mortalidad del 17%, razón por la cual la intensidad del raleo fue menor que la del deglupta. Esta especie necesitó un raleo del 50% para liberar la competencia y fomentar el crecimiento del diámetro, lo que significó que los árboles quedaran con el distanciamiento promedio esperado de 5 m. En las repeticiones 2 y 3 de laurel, donde no hubo mortalidad, más del 50% de los árboles fueron raleados.

El número de árboles remanentes de deglupta, 46% al sexto año, se considera satisfactorio, no así para el caso del laurel y roble marfil, con un promedio de 30% o menos. La poca cantidad de remanentes, para el caso del laurel, se explica por la alta mortalidad debido al nivel freático (problemas de drenaje) que eliminó a todos los árboles de la primera parcela. Si solo se evalúan las repeticiones 2 y 3 de laurel, el porcentaje de remanentes es adecuado (41 y 44% respectivamente). En el caso del roble marfil, la poca cantidad de sobrevivientes se debió principalmente a problemas fitosanitarios (muerte regresiva), sobre todo entre los 60 y 72 meses en la replicación 3.

**Cuadro 10. Porcentaje de árboles remanentes en el Lindero San Miguel, Talamanca, Costa Rica**

Especie	Mortalidad 24 meses	Mortalidad 60 meses	Raleo 60 meses	Remanentes 72 meses
Laurel	34	34	38	28
Deglupta	4	4	50	46
Roble marfil	17	17	32	30

### 4.4.3 Resultados

**Crecimiento de los árboles.** En los primeros 48 meses de establecido el lindero, el crecimiento en la altura promedio del roble marfil y deglupta fue similar (Cuadro 11). A los 72 meses, deglupta presentó un crecimiento superior.

De igual manera, durante los primeros dos años el crecimiento en diámetro del roble marfil y deglupta fue muy parecido, pero a partir de los 36 meses, el roble marfil alcanzó los mayores promedios diametrales. El incremento medio anual, al sexto año, se ubicó entre 4 y 5 cm/año para las tres especies. Los promedios de diámetro por parcela en la repetición 3 (sector con mayor sombra lateral) fueron menores que en las primeras dos repeticiones.

El roble marfil, con mayores diámetros de copa al sexto año es la especie que mayor sombra proyecta (Cuadro 11).

**Área basal y volumen.** Hasta los 36 meses, el área basal del roble marfil y deglupta permanecieron similares, con valores de 4,8 y 4,0 m<sup>2</sup>/km respectivamente (Cuadro 12). A partir de los 48 meses, se manifestó la superioridad del roble marfil; sin embargo, a los 72 meses su área basal es de tan solo 8,2 m<sup>2</sup>/km, debido a la parcela perdida.



**Cuadro 11. Crecimiento de tres especies maderables en el Lindero San Miguel, Talamanca, Costa Rica**

Especie	EDAD (meses)								
	6	12	18	24	36	48	60	72	IMA <sup>1</sup>
<b>Altura total (m)</b>									
Laurel <sup>2</sup>	0,9	2,1	3,1	4,9	8,3	11,3	15,5	17,8	3,0
Deglupta	1,8	4,2	6,7	9,8	15,9	18,8	22,5	26,1 <sub>2</sub>	4,4 <sub>2</sub>
Roble marfil	1,4	3,6	5,9	8,7	14,1	17,7	20,3	22,7 <sub>2</sub>	3,8
<b>Diámetro del tallo (cm)</b>									
Laurel <sup>2</sup>	0,1	1,5	3,2	5,8	11,0	15,2	21,1	24,0	4,0
Deglupta	0,9	3,2	5,5	8,2	14,4	16,6	21,7	25,1 <sub>2</sub>	4,2 <sub>2</sub>
Roble marfil	0,6	3,0	5,9	8,5	16,5	21,1	25,6	28,8	4,8
<b>Diámetro de copa (m)</b>									
Laurel <sup>2</sup>	0,8	1,6	2,0	2,8	4,5	5,7	7,0	7,1	
Deglupta	1,4	2,7	3,7	4,5	6,9	8,0	9,1	9,6 <sub>2</sub>	
Roble marfil	1,1	2,6	4,6	5,7	8,7	10,4	11,7 <sub>2</sub>	10,7 <sub>2</sub>	

1 Incremento medio anual a los seis años

2 Promedio de dos parcelas

Es discutible si se debe hacer la misma corrección para el laurel, dado que la repetición 1 (también perdida) fue establecida en un sitio inapropiado para la especie. En realidad, el sitio experimental en San Miguel presenta sectores marginales para el crecimiento del laurel debido a la alta capa freática. Si se incluye la parcela perdida en los cálculos de los promedios para laurel, se obtiene un área basal de solamente 5,2 m<sup>2</sup>/km a los seis años.

En cuanto al volumen, el roble marfil también obtuvo los mayores valores con respecto a las demás especies (Cuadro 12). Tomando en cuenta la parcela de roble marfil perdida, el volumen que se obtiene es de 93 m<sup>3</sup>/km; de igual manera, si se incluye la parcela de laurel donde nunca se adaptó la especie, el promedio del volumen, al sexto año, bajaría a tan solo 40 m<sup>3</sup>/km.

Cuadro 12. Área basal y volumen de tres especies maderables en el lindero San Miguel, Talamanca, Costa Rica

Especie	EDAD (meses)					
	12	24	36	48	60	72
<b>Area basal (m<sup>2</sup>/km)</b>						
Laurel <sup>1</sup>	0,2	1,4	3,2	5,8	6,1	7,8
Deglupta	0,4	2,3	4,0	5,3	7,3	9,8
Roble marfil	0,3	2,1	4,8	7,7	11,0	12,0 <sup>1</sup>
<b>Volumen (m<sup>3</sup>/km)</b>						
Laurel	-	4	14	31	41	60
Deglupta	-	14	34	52	76	123
Roble marfil	-	10	35	70	110	140 <sup>1</sup>

1 Promedio de dos parcelas

## 4.5. SITIO SIXAOLA

### 4.5.1 Descripción del sitio

**Vegetación colindante.** El lindero se estableció en los bordes de áreas sembradas de plátano. Durante los primeros dos años, la vegetación colindante permaneció con plátano, pero la finca fue vendida y el nuevo propietario estableció la ganadería (se eliminó la sombra lateral). A partir del segundo año y hasta la fecha, la vegetación colindante ha sido de pastos y, en algunos sectores del lindero, cultivos anuales (p.e. ayote).

**Topografía y suelos.** La topografía en este lindero es plana, con pendientes del 2%. La posición fisiográfica es de orilla del río Sixaola. El sitio presenta una altitud de alrededor de 10 msnm.

Los suelos del sitio son bastante homogéneos, sin embargo existen variaciones significativas en cuanto al drenaje y textura. Las parcelas más cercanas al río Sixaola presentan buen drenaje y una textura de media a liviana (franco limosa). Las parcelas más alejadas del río presentan un drenaje moderado a lento y una textura moderadamente fina (franco arcillo limosa).

Estos suelos se clasifican como *Fluventic Eutropept* (Nieuwenhuys 1994), originados por sedimentos del río Sixaola. Son suelos propensos a las inundaciones y son constantemente húmedos y calientes. Presentan buena profundidad efectiva (alrededor de 100 cm) y son moderadamente ácidos (pH 6,1). Estos suelos presentan una alta fertilidad y son de aptitud agrícola. El riesgo de inundación, de moderado a alto, representa el principal factor limitante. En algunos sectores el drenaje moderadamente lento puede ser otro impedimento.

#### 4.5.2 Establecimiento y manejo

**Establecimiento y resiembras.** Debido a que el uso del suelo en el momento de la plantación era plátano (libre de malezas), la preparación del terreno se limitó al trazado de la línea del lindero y al hoyado. Los árboles se plantaron en diciembre de 1987.

En los primeros tres meses después de establecido el lindero hubo necesidad de resiembras: laurel 24%, deglupta 19% y roble marfil 28%. Estos valores fueron altos debido a la gran mortalidad, producto de la fuerte inundación de enero de 1988. La parcela 3 de roble marfil (aledaña al río Sixaola) se perdió en su totalidad y no se resembró (tampoco se incluye dentro del porcentaje de resiembra), pues se perdió terreno por lavado del suelo (erosión fluvial).

**Control de malezas.** Durante el primer año de establecido el lindero, se realizó una rodaja, una chapia y una aplicación de herbicida. En el segundo año se llevaron a cabo dos chapias; no hubo chapias posteriores. De todos los linderos incluidos en este estudio, este fue el que requirió el menor control de malezas, pues por efecto de los cultivos aledaños (primero plátano y después potrero y cultivos anuales) no hubo invasión de malezas. Las gramíneas del potrero se mantenían bajas por efecto del pastoreo y por el control (chapias generales de los potreros) por parte del colaborador. Por esta razón, a partir del quinto año no se realizaron labores de control de malezas en este lindero.

**Mortalidad y raleos.** A los dos años de establecido el lindero, el laurel y deglupta presentaban porcentajes de mortalidad bajos (Cuadro 13), mientras que el roble marfil tuvo un porcentaje alto de 22%. La evaluación de la mortalidad de roble marfil se basa en las dos parcelas que quedaron después que el río se desbordó en enero de 1988; la causa de esta mortalidad no está clara.

**Cuadro 13. Porcentaje de árboles remanentes en el lindero Sixaola, Talamanca, Costa Rica**

Especie	Mortalidad 24 meses	Mortalidad 60 meses	Raleo 60 meses	Remanentes 72 meses
Laurel	2	55	34	9
Deglupta	3	6	60	26
Roble marfil <sup>1</sup>	22	25	39	17

1 Promedio de dos parcelas

A los 60 meses, la mortalidad de deglupta era baja (algunos pocos afectados por el terremoto e inundación de 1991). En cambio, la del laurel aumentó drásticamente hasta un 55% en promedio, causando la pérdida completa de la repetición 2. Esta mortalidad se atribuye principalmente al mal drenaje, producto del cambio de uso del suelo a ganadería, lo que provocó que muchos drenajes se perdieran (se destruyeron drenajes por pisoteo) y aumentara el empozamiento del agua en algunos sectores de las parcelas de laurel.

El porcentaje de raleo del laurel fue de 34% en promedio, en las repeticiones 1 y 3. Deglupta se raleó en un 60%; en realidad se esperaba raleo con una intensidad del 50%, pero el colaborador cortó algunos árboles de más para producir postes. Esta situación se incrementó entre los 60 y 72 meses, cuando el colaborador continuó aprovechando árboles para sacar postes para la construcción de cercas. Debido a la poca cantidad de remanentes de todas las especies a los 72 meses (9%, 26% y 17% para laurel, deglupta y roble marfil, respectivamente), los datos de crecimiento solo se analizaron hasta los 60 meses.

### 4.5.3 Resultados

**Crecimiento de los árboles.** Durante el período de evaluación, deglupta fue la especie que presentó los mayores promedios en altura (Cuadro 14). Asimismo, en los primeros 48 meses, deglupta presentó los mayores valores de diámetro, pero a los 60 meses, el roble marfil lo igualó. El incremento medio anual del diámetro fue muy similar para todas las especies.

Los valores de diámetro de copa fueron muy similares para el roble marfil y deglupta, pero el laurel presentó siempre valores inferiores (Cuadro 14).

**Cuadro 14. Crecimiento de tres especies maderables en el Lindero Sixaola, Talamanca, Costa Rica**

Especie	EDAD (meses)							
	6	12	18	24	36	48	60	IMA
<b>Altura total (m)</b>								
Laurel	0,8	2,4	4,4	5,9	8,9 <sup>3</sup>	10,3 <sup>3</sup>	- <sup>4</sup>	2,6 <sup>1,3</sup>
Deglupta	2,1	4,9	8,1	11,1	15,0	15,4	17,8	3,6 <sup>2</sup>
Roble marfil <sup>4</sup>	1,2	3,2	4,9	6,7	10,7	12,5	15,7	3,1 <sup>2</sup>
<b>Diámetro del tallo (cm)</b>								
Laurel <sup>4</sup>	0,1	2,1	6,1	8,9	13,7 <sup>3</sup>	15,4 <sup>3</sup>	- <sup>4</sup>	3,9 <sup>1,3</sup>
Deglupta	1,1	4,3	8,6	11,8	16,2	117,3	21,5	4,3 <sup>1</sup>
Roble marfil <sup>4</sup>	0,3	2,9	5,9	8,7	14,1	16,3	21,6	4,1 <sup>1</sup>
<b>Diámetro de copa (m)</b>								
Laurel	0,5	2,0	3,3	4,3	4,5 <sup>3</sup>	4,1 <sup>3</sup>	- <sup>4</sup>	
Deglupta	1,4	2,7	4,6	5,8	7,2	7,3	9,9	
Roble marfil <sup>4</sup>	0,9	2,4	3,9	5,6	6,9	7,5	9,1	

1 Incremento medio anual calculado a los cuatro años

2 Incremento medio anual calculado a los cinco años

3 Promedio de dos parcelas

4 No se midió por la alta mortalidad

**Área basal y volumen.** Hasta los 48 meses de establecido el lindero, deglupta presentó los mayores valores promedio de área basal (Cuadro 15). A los 60 meses, el roble marfil lo superó levemente, posiblemente a causa de los raleos entre los 48 y 60 meses. El laurel siempre presentó valores promedio menores, que serían aún más reducidos si se tomara en cuenta la pérdida de una parcela después de la medición de los 24 meses.

En cuanto al volumen, la situación fue similar pues a los 48 meses el deglupta presentó los mayores valores (39 m<sup>3</sup>/km), pero a los 60 meses lo superó el roble marfil (Cuadro 15). El laurel siempre presentó volúmenes inferiores a los de las otras dos especies.

**Cuadro 15. Área basal y volumen de tres especies maderables en el Lindero Sixaola, Talamanca, Costa Rica**

Especie	EDAD (meses)				
	12	24	36	48	60
<b>Area basal (m<sup>2</sup>/km)</b>					
Laurel	0,2	2,9	3,9 <sup>1</sup>	3,6 <sup>1</sup>	- <sup>2</sup>
Deglupta	0,7	4,6	5,0	5,5	5,3
Roble marfil <sup>1</sup>	0,2	2,2	4,2	5,0	5,9
<b>Volumen (m<sup>3</sup>/km)</b>					
Laurel	-	7	16 <sup>1</sup>	17 <sup>1</sup>	- <sup>2</sup>
Deglupta	-	28	38	39	40
Roble marfil <sup>1</sup>	-	9	26	35	54

1 Promedio de dos parcelas  
 2 No se midió por la alta mortalidad





## 5. COMPORTAMIENTO DE DEGLUPTA, LAUREL Y ROBLE MARFIL EN LINDEROS

### 5.1 RESIEMBRAS Y ARBOLES REMANENTES

El laurel, con 14% de resiembra, resultó ser la especie que presentó la menor necesidad de replantar; deglupta y roble marfil se resembraron en un 19 y 21%, respectivamente. Estas necesidades de llenar espacios perdidos dentro de los linderos, durante los primeros tres meses después del establecimiento, se debieron a varias razones:

- \* Mortalidad producto de las inundaciones de enero de 1988
- \* Competencia con las gramíneas
- \* Ataque de hormigas defoliadoras (principalmente *Atta sp*)
- \* Problemas de micrositio por efecto de mal drenaje o capa freática alta.

El promedio de árboles remanentes, después de seis años para los cinco sitios, es satisfactorio para laurel (40%) y deglupta (42%). El distanciamiento inicial era de 2,5 m entre árboles; el distanciamiento final promedio para producir madera para aserrio debe estar entre 5 y 7 m entre árboles. Un 40% de árboles remanentes implica un distanciamiento medio de 6,25 m entre árboles (este promedio general incluye parcelas con casi 100% de mortalidad). El porcentaje de laurel y deglupta en las parcelas evaluadas a los seis años era de aproximadamente 50%, lo cual indica un espaciado de 5 m. Por lo tanto, en estas parcelas hace falta todavía raleo algunos pocos árboles.

La experiencia e información publicada indican que el espaciado final para laurel está alrededor de 5 m, entre 5 y 7,5 m para deglupta y alrededor de 7,5 m para roble marfil. Sin embargo, para recomendar un espaciado final para maderables en un lindero, hay que tomar en cuenta que:

- \* los árboles en un lindero no tienen competencia en dos lados,
- \* los finqueros tienen objetivos y criterios diferentes a los que se aplican en plantaciones industriales,
- \* casi no hay experiencia en la silvicultura para esta situación.

Por lo tanto, con la información con que se cuenta no se pueden hacer recomendaciones firmes, pues hace falta desarrollar planes de raleos para cada especie evaluada en linderos.

Para el caso del roble marfil, el promedio de 23% de árboles remanentes resulta bajo para la modalidad de linderos, pues implica un distanciamiento promedio entre árboles de casi 11 m. Este promedio, sin embargo, esconde el hecho de que hay parcelas con espaciamientos de 5 m que podrían necesitar algo de raleo todavía.

## **5.2 PARAMETROS DE CRECIMIENTO**

Deglupta fue la especie que presentó el mejor crecimiento en altura a los seis años. En cuanto a los diámetros de tallo y de copa, deglupta y roble marfil presentaron valores muy similares con incrementos del tallo de casi 5 cm por año (Cuadro 16).

Esos valores se refieren a las parcelas evaluadas a los seis años; de las quince parcelas que originalmente se establecieron con cada especie, al finalizar el periodo de evaluación, quedaban diez de laurel y deglupta y seis de roble marfil. Las demás parcelas se dieron por perdidas cuando quedaron menos de seis árboles de los 18 (promedio) originalmente plantados. La razón para eliminarlas de los análisis de dimensiones y crecimiento es que un número muy reducido de árboles puede sesgar los cálculos; por ejemplo, cuando solamente quedan 1-3 árboles muy gran-

des. Sin embargo, estas parcelas no fueron eliminadas de los cálculos de mortalidad, raleos y árboles remanentes.

Las parcelas se perdieron por las siguientes razones:

- \* Sitio Sixaola (todas las parcelas). La mortalidad ocurrió debido a aprovechamientos del dueño para hacer cercas, inundaciones y empozamiento de agua después de que el platanal con drenaje fue convertido en un potrero sin drenajes.
- \* Napa freática alta que provocó la mortalidad completa de una parcela de laurel en San Miguel.
- \* Daños a una parcela de deglupta y una de laurel en Catarina debido a un manejo inadecuado (exceso de sombra, quemas) e inundaciones.
- \* Alta mortalidad después de un raleo en una parcela del deglupta en Olivia.
- \* Mortalidad de seis parcelas de roble marfil por enfermedades radiculares (Olivia 3, Catarina 1, Paraíso 1, San Miguel 1).

El sitio Sixaola, entonces, se eliminó totalmente de los cálculos. Las demás parcelas perdidas se consideran, eventualmente, en los promedios de área basal y volumen para comparar la productividad de la especie tomando en cuenta todos los problemas que pueden afectarla (sitio inadecuado, manejo inapropiado, inundaciones, enfermedades), contra la productividad que se puede esperar si la especie crece en condiciones óptimas (Cuadro 16).

En términos generales, las tres especies presentaron crecimientos muy satisfactorios. Aunque el laurel presentó crecimientos inferiores a las

otras especies, los valores son todavía muy buenos; además, su mejor mercado por la aceptación y calidad de su madera, compensan el menor crecimiento (por genética) con respecto al deglupta y al roble marfil. El laurel se vio más limitado por efectos de micrositios (sectores de mal drenaje o alto nivel freático dentro de los linderos) que por un efecto de macrositio (un lindero en especial) (Figs. 1 y 2).

**Cuadro 16. Crecimiento promedio por especie a los seis años de edad en cuatro linderos, Talamanca, Costa Rica**

ESPECIE	H (IMA) <sup>1</sup>	DAP (IMA) <sup>1</sup>	COPA <sup>1</sup>	G <sup>1</sup>	(G) <sup>2</sup>	V <sup>1</sup>	(V) <sup>2</sup>
Laurel	16,7 (2,8)	24,8 (4,1)	7,1	10,6	(8,8)	75	63
Deglupta	26,7 (4,5)	28,8 (4,8)	10,5	13,0	(10,8)	160	133
Roble marfil	22,0 (3,7)	28,2 (4,7)	11,1	11,4	(5,7)	131	66

dap = diámetro del tallo medido a 1,3 m (cm); COPA = diámetro de copa (m); h = altura total (m); G = área basal (m<sup>2</sup>/km); IMA = incremento medio anual en altura (m/año) y dap (cm/año); V = volumen total del fuste con corteza (m<sup>3</sup>/km).

1 Promedio de parcelas medidas a los seis años

2 Promedio incluyendo parcelas perdidas menos las de Sixaola.

Deglupta presentó mayores crecimientos de altura total con respecto al roble marfil y al laurel en todos los sitios; además, no hay indicios de que la tasa de crecimiento en altura está disminuyendo (Fig. 3). En cuanto al diámetro promedio, la especie no presentó diferencias significativas entre sitios (Fig. 4). En general, deglupta creció bien en todos los linderos; las pérdidas fueron resultado de factores no dependientes del sitio (inundaciones, tala, quemas), salvo pocas excepciones (ataque de comején).

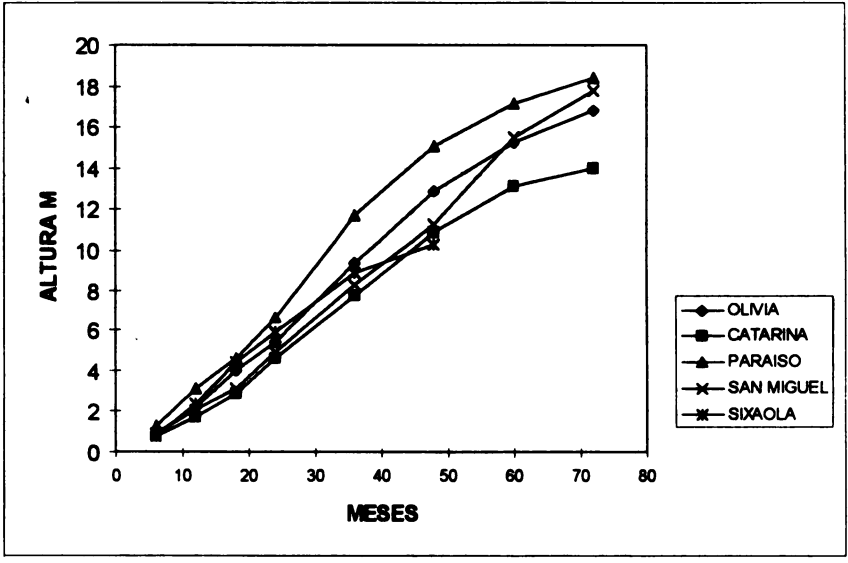


Fig. 1 Altura total promedio por sitio para *Cordia alliodora*

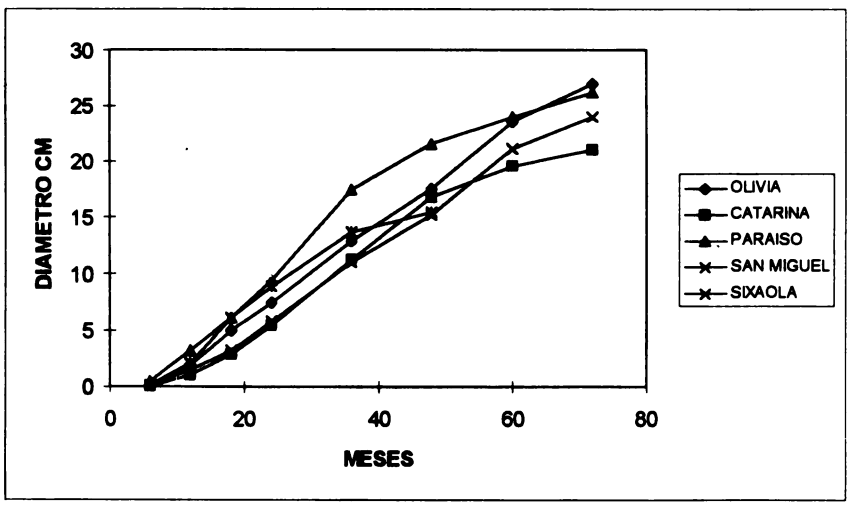


Fig. 2 Diámetro promedio por sitio para *Cordia alliodora*

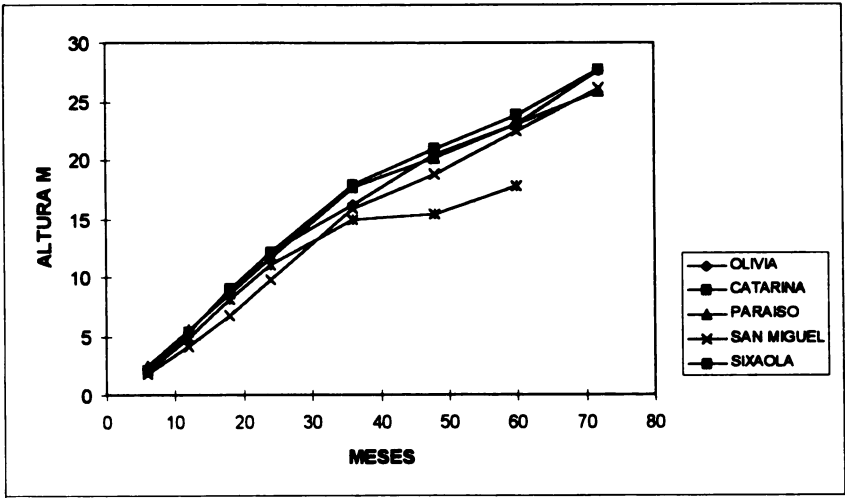


Fig. 3 Altura total promedio por sitio para *Eucalyptus deglupta*

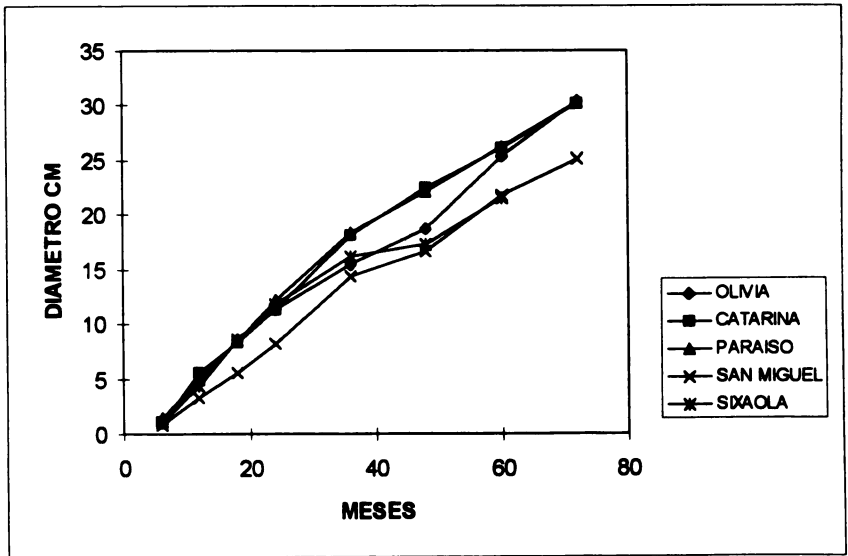


Fig. 4 Diámetro promedio por sitio para *Eucalyptus deglupta*

Roble marfil, a los seis años, presentó alturas promedio muy similares en los linderos donde todavía se midió la especie (San Miguel, Catarina y Paraíso) (Fig. 5); el mayor diámetro promedio se dio en Paraíso (Fig. 6). Esta especie fue la más afectada por enfermedades de la raíz, las cuales se manifestaron en todos los linderos.

El roble marfil superó en crecimiento diamétrico al deglupta en algunos linderos, aunque el promedio general fue levemente mayor para el deglupta (Cuadro 16), debido principalmente a problemas fitosanitarios. En general todos los sitios demostraron ser aptos para el buen desarrollo de laurel y deglupta.

Ningún lindero en particular se destacó como el mejor, pues en casi todos se observaron crecimientos muy buenos de alguna de las tres especies estudiadas. El lindero de Sixaola presentó los mayores problemas, primero por las inundaciones sufridas (colinda con el río Sixaola), y en años recientes por empozamiento y la corta de muchos árboles por parte del colaborador.

Se puede esperar crecimientos más rápidos en linderos que en plantaciones establecidas con el mismo nivel de manejo y en sitios de fertilidad semejantes, dado que la competencia entre los árboles es menor en el lindero. Pero, aún tomando en cuenta el reducido nivel de competencia, si se comparan los crecimientos observados en este estudio con los resultados de otras regiones (datos tomados en plantaciones puras), se nota que los valores en los linderos son de los mejores. Por ejemplo, deglupta alcanzó incrementos medios anuales durante seis años de 4,8 cm en diámetro y 4,5 m en altura, promedios muy buenos pues esta especie en sitios aptos en zonas húmedas alcanza incrementos anuales en diámetro y altura cercanos a los 5 cm y 5 m (Salazar 1987, IRENA 1992). Grijmpa (1969) menciona que esta especie alcanza crecimientos de 2-3 m/año en altura y 2,5 cm/año en diámetro del tallo hasta los diez años de edad; es decir, hasta 30 m y 25 cm, valores que los árboles en linderos alcanzaron en seis años.

Por los volúmenes que presenta en la actualidad, deglupta representa una muy buena opción para la producción rápida de madera para aserrío. Los rendimientos por kilómetro de lindero pueden igualar, y

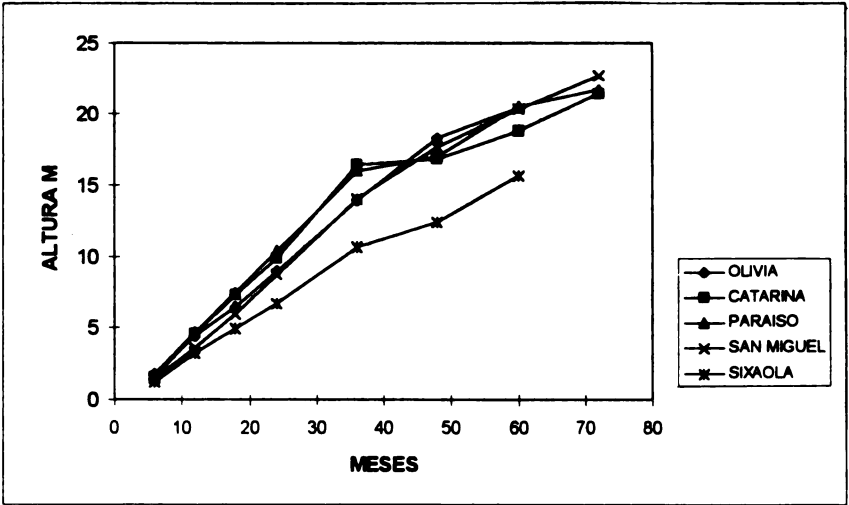


Fig. 5 Altura total promedio por sitio para *Terminalia ivorensis*

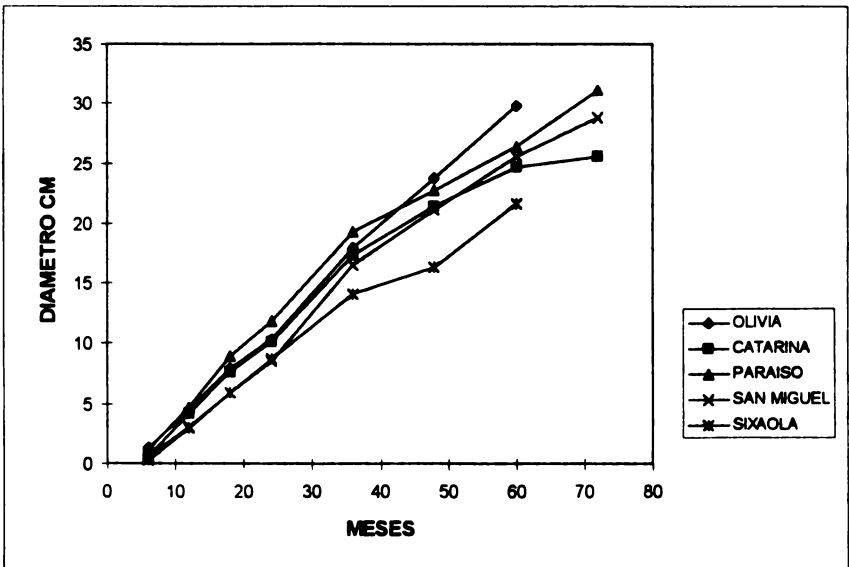


Fig. 6 Diámetro promedio por sitio para *Terminalia ivorensis*



superar, a los que se obtienen por hectárea (200 deglupta maduros en plantación en bloque). Esta generalización también es válida para el laurel y roble marfil.

El laurel en estos linderos, con un incremento medio anual de 2,8 m en altura y 4,1 cm en diámetro, presenta un crecimiento superior a lo reportado por Somarriba y Beer (1987) para árboles de regeneración natural en Talamanca.

No obstante, a pesar de que el crecimiento en estos linderos es muy bueno, presenta varias desventajas con respecto a árboles plantados en bloque: los árboles tienden a ramificar más, tienen formas menos satisfactorias (mayor conicidad) y se inclinan cuando hay sombra a un lado del lindero. Este es un tema que amerita ser estudiado. Además, es posible que la madera de árboles que crecen en linderos tenga mayores tensiones debido a su mayor exposición, lo que afecta la calidad de la madera de aserrió. Estas desventajas se pueden superar hasta cierto punto, con un buen programa de podas, alta densidad inicial de siembra (2,5 m) y hasta donde sea posible, con sombra lateral por parte de cultivos o charrales aledaños.

Si bien la sombra lateral puede ayudar a mejorar la forma del fuste, afecta su crecimiento pues estas especies son demandantes de radiación solar; entonces, el crecimiento diametral no se incrementa en la misma medida que el de los árboles que crecen a mayor exposición solar. La tendencia anterior se pudo observar, para la misma especie, en varias parcelas con mayor sombra lateral dentro de un mismo lindero. La sombra de un solo lado puede ser aún más detrimental, pues provoca un crecimiento asimétrico y árboles inclinados en dirección contraria a la sombra. De las tres especies, el laurel presentó los individuos con mayores problemas de forma y ramificación (evaluación cualitativa); sin embargo, parte del problema puede deberse a causas genéticas.

El roble marfil presentó los árboles con las mejores formas. El principal problema de esta especie fue la muerte regresiva, ocasionada por el ataque de hongos de raíz (*Rosellinia sp.* y *Phytophthora sp.*). Este problema redujo su población a porcentajes muy bajos (23,2% de árboles remanentes a los seis años). En el lindero en Olivia, la pérdida del roble marfil fue casi total. No se pudo asociar el ataque con ningún factor ambiental específico, pues se presentó en todos los linderos, en áreas de buen y mal drenaje y en sitios con gran variedad de cultivos aledaños (plátano, cacao, charrales). Este problema, aunque en menor grado, también se está reportando en otros ensayos del Proyecto, en sitios con suelos y topografía diferentes (no aluviales) a los del valle de Sixaola (por ejemplo, en la zona montañosa de Ojo de Agua en Bocas del Toro) donde se cultiva la especie como sombra de cacao.

Deglupta y laurel presentan un porcentaje adecuado de árboles en pie, pues su mortalidad se ha mantenido dentro de los límites aceptables. Debido a la mortalidad y los raleos, con los cuales se eliminaron un 50% de los laureles y degluptas sembrados, el distanciamiento promedio está cerca de 5,0 m que para el laurel posiblemente sería el distanciamiento final. En el caso del deglupta, que llega a crecer a mayores dimensiones con una copa más ancha, habrá necesidad de un raleo selectivo y de baja intensidad en algunos sectores antes de la cosecha final. Se espera obtener tucas comerciales de estos raleos.

Las tendencias del crecimiento, hasta el momento, parecen indicar que para el deglupta, el mayor distanciamiento permitido en linderos no deberá exceder de 7 m; para el laurel, un distanciamiento final cercano a los 6 m parece el ideal. El caso del roble marfil se complica por su enfermedad, sin embargo considerando su gran frondosidad, crecimiento y gran tamaño que puede lograr, posiblemente su distanciamiento final en linderos deba ubicarse cerca de 8 m. Para esta especie en plantaciones,

un total de 100 árboles por hectárea (10 x 10 m) se considerada ideal para la cosecha final (Lamb y Ntima 1971).

La cosecha final (turno), de estas especies, se espera que sea en menor tiempo que las plantadas en bloques, lo cual es una gran ventaja para programas de reforestación con finqueros de la zona. Se estima que el turno para deglupta en los linderos en suelos aluviales se alcanzará cerca de los 12 años como máximo; dejarlo más tiempo no es recomendable por su susceptibilidad al ataque de termitas. Para el laurel, en los mismos sitios, es de esperar un turno cercano a los 15 años, en tanto que para el roble marfil el turno posiblemente sea parecido al del deglupta. Sin embargo, por su susceptibilidad a la muerte regresiva no debe esperarse más de unos ocho años. Aparte de la cosecha final, por el rápido crecimiento del deglupta y roble marfil, raleos a los 6-7 años proporcionarán árboles con diámetros aserrables (alrededor de 30 cm).

Como es lógico, los turnos dependerán principalmente de las condiciones de mercado del momento, de la calidad de madera deseada (entre más edad la calidad de la madera será superior), y de las urgencias económicas de los propietarios, que en determinado momento prefieran sacrificar la calidad y cantidad de madera a obtener en el futuro por dinero efectivo inmediato (aunque a la larga represente menores ganancias).

### 5.3 ATAQUES DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Las principales plagas y enfermedades que afectaron a los maderables en los linderos evaluados en Talamanca fueron identificadas por Arguedas (1993) y por los asistentes y técnicos del Proyecto durante los seis años del estudio.

#### 5.3.1 Patógenos identificados en cada especie

Laurel fue atacado por *Dictyla monotropidia* (Hemiptera; Tingidae), conocido como chinche de encaje del laurel. Este insecto aparece en

agrupaciones en el envés de la hoja, por lo general cerca de la nervadura principal (Ford 1980), lo que hace que las hojas mueran y se desprendan. El ciclo de vida de estas chinches es de alrededor de 60 días (Arguedas 1993). Esta plaga solo representó un problema en algunos sitios cuando los árboles eran jóvenes, durante el establecimiento; sin embargo, retrasó en cierta medida el crecimiento de los árboles al debilitarlos.

**Roble marfil** fue atacado por *Phytophthora* sp. Oomycetes (Peronosporales, Phitiaceae). Este hongo fue el responsable de la pérdida casi total de los árboles del lindero en Olivia, por lo que representa un problema severo. La diseminación de la enfermedad, al ser un patógeno del suelo, es lenta ya que ataca un árbol y después el vecino. El árbol atacado se va secando desde las puntas de las ramas hacia abajo (muerte descendente, muerte regresiva) hasta quedar totalmente defoliado y muerto. El sistema radicular del árbol afectado presenta una pudrición en la base de la raíz, que se reconoce por el color pardo oscuro de las partes atacadas y por la presencia de "hilos" (miscelio) color blanco (Arguedas 1993).

*Rosellinia* sp. (Sphaeriales, Xylariaceae) afectó al roble marfil en todos los linderos. Este hongo produce la muerte del árbol (aún de grandes dimensiones) pues afecta las raíces primarias. El árbol muere lentamente, primero se secan las hojas de las puntas de las ramas y luego toda la copa (muerte descendente). Los síntomas son muy similares a los de *Phytophthora*, con la diferencia de que el ataque en la raíz se nota por la formación de un anillo negruzco alrededor del cuello (Arguedas 1993). En Catarina a los seis años se había perdido una parcela completa, pero hasta ahora no hay evidencia de *Rosellinia* en las dos parcelas restantes. Este hongo y el descrito anteriormente, representan la mayor limitante para el establecimiento del roble marfil en la región.

*Cossula sp* (Lepidoptera; Cossidae) es un insecto que en estado larval perfora el fuste y construye una galería en el xilema, orientada hacia arriba, que puede medir 25-40 cm de longitud y 9-11 mm de diámetro. Desde el exterior el daño se percibe como un agujero en el fuste, asociado con una mezcla de aserrín y un exudado de savia que mancha una porción grande del árbol (Arguedas 1993).

*Cossula* no llega a matar al árbol; sin embargo, puede afectar la calidad de la madera dependiendo de la severidad del ataque (cantidad de perforaciones por árbol). En la mayoría de los casos, al menos exteriormente, el árbol cicatriza satisfactoriamente una vez que el insecto ha salido.

*Atta sp.* (Hymenoptera; Formicidae), conocida como zompopa, es una hormiga defoliadora que representa un problema cuando los árboles están recién plantados, pues puede dejarlos totalmente sin hojas y por consiguiente matarlos. En árboles más grandes (mayores a 5 m de altura) generalmente el daño no es tan grave; sin embargo no se debe descuidar el control.

**Deglupta** fue atacado por la hormiga defoliadora *Atta sp.*, la cual representa un problema serio durante la fase de establecimiento, pues los árboles pueden morir si son totalmente defoliados. En árboles mayores a 5 m de altura y con copas bien desarrolladas, por lo general el problema no es serio. Sin embargo, si la población de hormigas defoliadoras es muy grande, puede darse el caso de defoliación total en árboles medianos hasta grandes.

*Coptotermes sp* (Isoptera; Termitidae) es una especie de termita muy perjudicial para los hospederos, pues debilita totalmente el fuste y afecta la calidad de la madera. Los árboles debilitados y suprimidos son fácilmente atacados. En Catarina afectó árboles que habían sido golpea-

dos por troncos que el río había transportado hasta el lindero en uno de sus desbordamientos. También se comprobó el ataque en un árbol con una quemadura en la base, a través de la cual penetró el comején. Salazar (1987) informa de daños causados por este comején o termita en rodales puros de eucalipto deglupta en Turrialba, donde se encontró hasta un 15% de árboles perforados.

Además, en el lindero de Paraíso, durante el primer año de establecimiento, se detectó un hongo no identificado que provocó la muerte de las yemas y hojas terminales de deglupta. Sin embargo, no fue una enfermedad significativa pues los árboles afectados se recuperaron en forma satisfactoria.

### **5.3.2 Control de plagas y enfermedades**

Luján y Camacho (1994) y Arguedas (1993) detallan la información de control y manejo de estos problemas fitosanitarios. Cabe aclarar que el manejo de los problemas surgidos por el ataque de hongos de raíz, es muy caro y poco práctico, por lo que el control se ha limitado a eliminar los árboles enfermos y desinfectar el suelo. Aparte de estas medidas, prácticamente el único control sistemático y dirigido en estos linderos, fue el control de las zompopas (*Atta sp.*) con productos formicidas. Además, en una ocasión, se aplicó un fungicida para tratar de controlar un hongo que afectaba las hojas de algunos eucaliptos en el lindero de Paraíso.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El control de malezas se concentró en los primeros dos años; este es imprescindible para lograr el éxito y rendimientos altos de los árboles en linderos.

El deglupta resultó ser la especie con los mayores rendimientos y que mejor se adaptó a todos los sitios. El principal problema potencial para el deglupta es su susceptibilidad a ser atacado por termitas.

El roble marfil, aunque puede presentar crecimientos tan buenos como los de deglupta, no es tan recomendable por ser altamente susceptible a la muerte regresiva (enfermedad de raíces) en todos los suelos ensayados.

El laurel presentó crecimientos satisfactorios y representa una buena opción para la producción de madera de aserrío. Es la especie que da menos sombra a cultivos asociados; sin embargo, no se recomienda plantarla en suelos mal drenados, de alto nivel freático, suelos compactados, o donde existan problemas de control de gramíneas.

Se considera conveniente una alta densidad de siembra inicial (2 m para laurel, 2,5 m para deglupta y 3 m para roble marfil), con el fin de luego efectuar dos o tres raleos antes de la cosecha final. Esto, para controlar en cierta medida, los problemas de forma y ramificación de los árboles.

La sombra bilateral controlada (de la vegetación colindante), aunque puede disminuir el crecimiento en diámetro, se considera ventajosa en relación al efecto de esta sobre la calidad de la madera (tensiones, forma y ramificación).





## 7. BIBLIOGRAFIA

- ARGUEDAS, M. 1993. Diagnóstico y recomendaciones de manejo de problemas fitosanitarios en especies forestales (Informe de consultoría). Cartago, C.R., ITCR. 45 p.
- BEER, J. 1993. Consideraciones básicas para el establecimiento de especies maderables en linderos. CATIE, Turrialba, C.R. 17 p.
- BOSHIER, D. 1992. A study of the reproductive biology of *Cordia alliodora* (R and P.) Oken. Ph.D. Thesis. Oxford, Oxford University. 150 p.
- CASTAÑEDA, A. L. 1981. Comportamiento de *Terminalia ivorensis* A. Chev. asociada con cultivos anuales y perennes en su segundo año de crecimiento. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 116 p.
- CATIE. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Turrialba, Costa Rica.
- DAVIDSON, J. 1973. A description of *Eucalyptus deglupta* Bl. Port Moresby, Department of Forests. 21 p.
- FAO. 1976. Eucalyptus for planting. 2 ed. Rome. 398 p.
- FAO. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. Roma.
- FORD, L. 1980. A survey of pests in forest plantations in Costa Rica. CATIE, Turrialba, C.R. Serie Técnica, Informe Técnico No.7. 53 p.
- FRANCIS, J.K. s.f. *Terminalia ivorensis* (A. Chev.) Idigbo, Emire. mimeografiado.

- GLOVER, N.; BEER, J. 1986. Nutrient cycling in two traditional Central American agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 4: 77-87.
- GREAVES, A.; McCARTER, P.S. 1990. *Cordia alliodora*, A promising tree for tropical agroforestry. Oxford, Oxford Forestry Institute. Tropical Forestry Papers No. 22. 37 p.
- GRIFFITHS, M. E. 1959. A revision of the African species of *Terminalia*. *Journal of the Linnean Society of London* 55(364):818-907.
- GRIJMPA, P. 1969. *Eucalyptus deglupta* Bl.: una especie forestal prometedora para los trópicos húmedos de América Latina. Turrialba (Costa Rica) 19(2):267-283.
- GUÍER, E. 1982. Adaptabilidad de *Eucalyptus deglupta* Blume en Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 98 p.
- HEATHER, W.A. 1955. The Kamarere forests of New Britain. *Empire Forestry Review* 34 (3):255-278
- HERRERA, W. 1985. Vegetación y clima de Costa Rica. San José, C.R., EUNED. 118 p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, C.R., IICA. 216 p.
- HUDSON, J.M. 1984. A note on *Cordia alliodora* in Vanuatu. *Commowalth Forestry Review* 63 (3):181-183.
- INSTITUTO NICARAGUENSE DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (IRENA). 1992. Especies para Reforestación: *Eucalypto deglupta* (*Eucalyptus deglupta* Blume Myrtaceae). Nota Técnica No. 15. Servicio Forestal Nacional Proyecto Forestal Campesino.

- JOHNSON, P.; MORALES, R. 1972. A review of *Cordia alliodora* (Ruíz & Pav.) Oken. Turrialba (C.R.) 22 (2):210-220.
- KRIEK, W. 1968. Preliminary report on underplanting trials in tropical high forests. Technical Note, Forest Department, Uganda No 158/68. 14 p.
- LAMB, A.F.A.; NTIMA, O.O. 1971. *Terminalia ivorensis*. Oxford. Commonwealth Forestry Institute. Fast Growing Timber Trees of the Lowland Tropics No. 5. 72 p.
- LUJAN, F.R.; CAMACHO, B.A. 1994. Manejo y crecimiento de linderos; resultados de ensayos del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, de tres especies maderables en la zona de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No.224. 94 p.
- MAGNE, O.J. 1979. Comportamiento de *Terminalia ivorensis* A. Chev. en su fase de establecimiento, asociado con maíz, caupí y frijol, utilizando pseudoestaca y plantón en el transplante. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 90 p.
- MELENDEZ, L. 1993. Microambiente, cantidad de esporas en el aire e incidencia del hongo *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.). Evans *et al.* bajo tres sistemas de manejo de sombra leguminosa en cacao (*Theobroma cacao*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 81 p.
- MONTAGNINI, F. 1992. Sistemas Agroforestales; Principios y Aplicaciones en los Trópicos. 2 ed. San José, C.R., Organización para Estudios Tropicales. 622 p.
- NIEUWENHUYSE, A. 1994. Los suelos de los sitios experimentales del proyecto agroforestal CATIE-GTZ. (Informe de consultoría) Guápiles, C.R. 134 p.

- PEREZ FIGUEROA, C.A. 1954. Estudio forestal del laurel, *Cordia alliodora* (R.&P.) Cham., en Costa Rica. Abstrac of Thesis, in Suplemento Bibliográfico de Turrialba, Turrialba 6 (1/2) 71.
- POEL VAN DER, P. 1988. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken: Experiencias en Colombia. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Bogotá, Col. Serie de documentación No.15 38 p.
- ROJAS, F. 1981. Especies forestales más utilizadas en los proyectos de reforestación en Costa Rica. ITCR, Cartago.
- SALAZAR, R. 1987. *Eucalyptus deglupta*, una especie para las zonas bajas muy húmedas del trópico. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Silvoenergía No. 24. Noviembre 1987. 4p.
- SALAZAR, R; JIMENEZ, V. 1988. Comportamiento del *Eucalyptus deglupta* en Costa Rica. Turrialba, C.R. CATIE. Silvoenergía No. 27. 4 p.
- SCHLÖNVOIGT, M. 1993. Aufwuchsentwicklung von *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken in Abhängigkeit verschiedener Pflanzmethoden in agroforstlichen Systemen in der Atlantikzone von Costa Rica. Ph.D. Dissertation Göttingen. Alemania. 162 p.
- SCHLÖNVOIGT, A; WEIDELT, H.J. 1993. Studies on competition between trees and annual food crops in the humid tropical lowland of Costa Rica. Göttingen, Alemania. Universidad Göttingen. 82 p.
- SEPSA. 1991. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- SOMARRIBA, E. 1990. Sustainable timber production from uneven-aged shade stands of *Cordia alliodora* in small coffee farms. Agroforestry Systems 10: 253-263.

- SOMARRIBA, E.; BEER, J. 1987. Dimensions, volumes and growth of *Cordia alliodora* in agroforestry systems. *Forest Ecology and Management* 18(2):113-126
- SOMARRIBA, E.; LAZARO, D.; LUCAS, C. 1994. Cacao-Plátano Laurel; Producción Agrícola y Crecimiento Maderable. Resultados de ensayos del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ en la región de Changuinola, Panamá. CATIE, Turrialba, C.R. Serie Técnica. Informe Técnico No. 233. 63 p.
- TSCHINKEL, H.M. 1965. Algunos factores que influyen en la regeneración natural de *Cordia alliodora* (Ruíz & Pav.) Cham. Turrialba 15 (4) 317-324.
- VEGA, C.L. 1977. La silvicultura de *Cordia alliodora* (R & P Oken) como especie exótica en Suriname. Boletín, Instituto Forestal Latino-Americano No. 52, 3-26.
- WEBB, D.B. 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. London, England. Overseas Development Administration. 275 p.
- WHITMORE, T.C. 1975. Tropical rain forests of the Far East. Oxford, Clarendon Press. 85-88 p.



## 8. ANEXO

### CALCULOS DEL VOLUMEN DE MADERA PARA LAUREL, EUCA- LIPTO Y ROBLE MARFIL

Los volúmenes totales del tallo de cada especie ( $v$ ;  $m^3/\text{árbol}$ ) fueron calculados con las siguientes fórmulas donde  $dap$  (cm) = diámetro del tallo a la altura del pecho (1.3 m),  $h$  (m) = altura total y  $\ln$  = logaritmo natural. Después de cada fórmula se incluye información sobre su validez como el número de arboles utilizado para calcularla y el rango y promedio del  $dap$  y altura de estos arboles. Estos rangos incluyen las dimensiones considerados en este estudio.

Laurel (SOMARRIBA y BEER; 1986)

$$v = -0.0176 + 0.000034 * (dap)^2 * h \\ -0.000086 * (dap)^2 + 0.00336 * (h)$$

Calculado en base de la cubicación de 146 arboles en la Vertiente Atlántica de Costa Rica (modelo válido para edades 6-41 años) con rangos de  $dap$  y de altura de 10-80 cm y de 7-44 m, respectivamente.

Eucalipto (SALAZAR y JIMENEZ; 1988)

$$\ln(v) = -9.8869 + 1.7791 * \ln(dap) + 1.1176 * \ln(h)$$

Calculado en base de la cubicación de 438 arboles en la Vertiente Atlántica de Costa Rica (edades 3-20 años) con  $dap$  promedio de 23.8 cm (7.5-73.6) y altura promedio de 26.5 m (13.4-47.8).

Roble marfil Provisionalmente se ha utilizado un factor de forma de 0.5:

$$v = \pi/4 * (dap)^2 * h * 0.5$$

$$\pi = 3,1416$$

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean reconocer la labor de George Hudson Chollette y del personal de la Oficina del Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ en Talamanca, así como a los finqueros colaboradores, por su gentil y desinteresada colaboración, durante el establecimiento y manejo de los estudios en sus fincas.

Además se agradece a William Vásquez y Gustavo Torres por sus recomendaciones y apoyo brindado, así como un reconocimiento al Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ por su apoyo financiero y a Arnim Bonnemann por su continuo apoyo.



**Dirección Postal Proyecto Agroforestal CATIE / GTZ  
7170 CATIE Apartado Postal N° 126  
Costa Rica**

**Teléfono : (506) 556-6438 Fax : (506) 556-1891**

**Edición: Elizabeth Mora  
Diagramación: Ana E. Loaiza Madriz  
Impresión: Varitec, S. A.; San José, Costa Rica**

DEVUELTO

DATE DUE

04 AGO 1997

03 ABR 1998

28 AGO 1998

01 SEPT 1998

02 FEB 1999

01 MAR 2000

01 JUL 2000

01 JUN 2001

DEVUELTO

DEVUELTO

DEVUELTO

DEVUELTO

CATIE

93930

ST

IT-241 LUJAN, R.

**Autor**

Manejo y crecimiento de linderos de

**Título**

tres especies maderables, Costa Rica

**Fecha**

**Devolución**

**Nombre del solicitante**

04 AGO 1987

Roberto Ald

93930

CATIE-GTZ