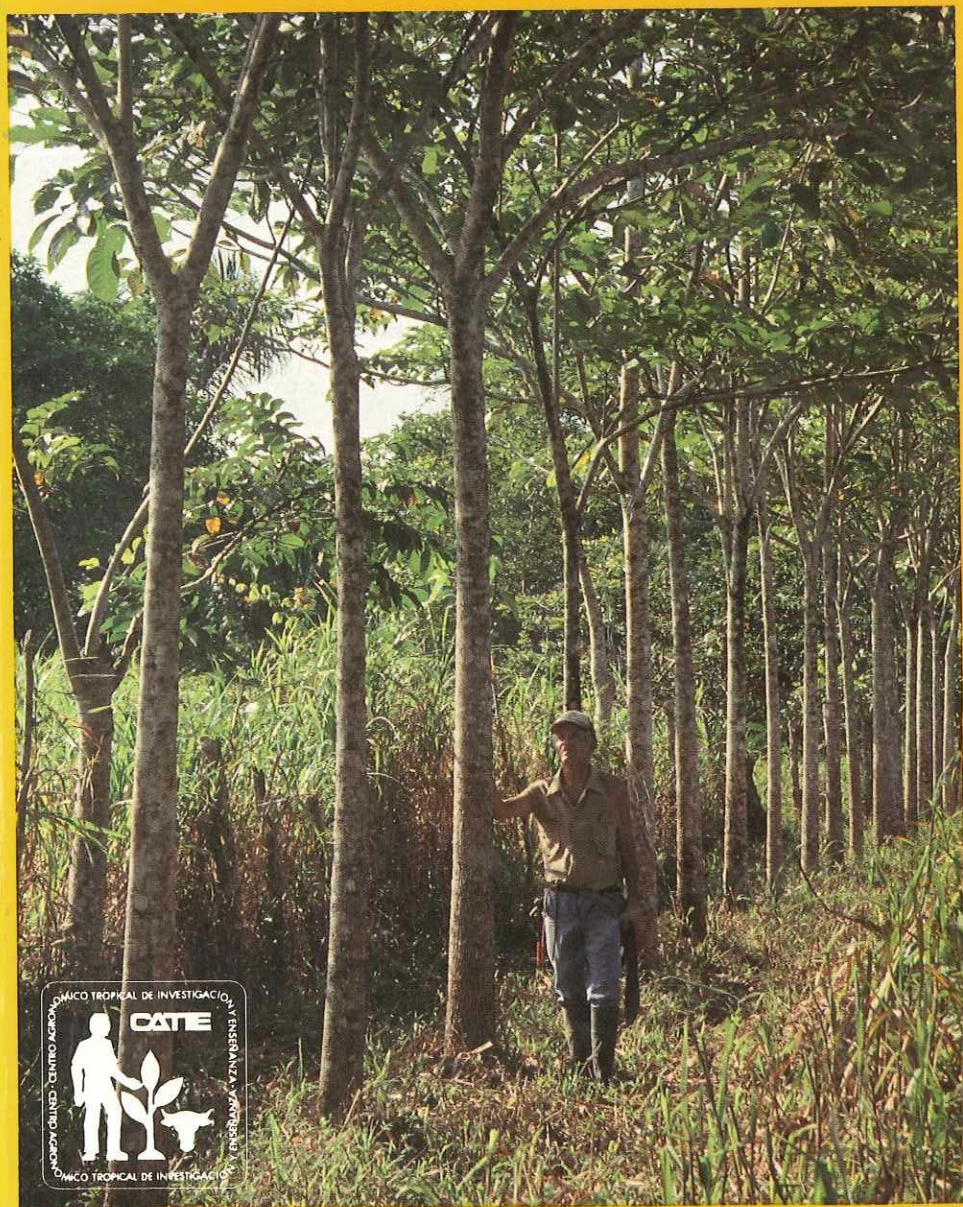


CATIE
ST
IT-242

... y crecimiento de linderos especies maderables en el ... de Changuinola, Panamá



Serie Técnica. Informe Técnico N° 242

RECIBIDO
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y
ENSEÑANZA - CATIE

12 MAY 1997

**Manejo y crecimiento de
linderos de tres especies
maderables en el distrito de
Changuinola, Panamá**

Ricardo Luján

John Beer

Gerald Kapp



Proyecto Agroforestal CATIE / GTZ

Serie Generación y Transferencia de Tecnología No 20

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y
ENSEÑANZA

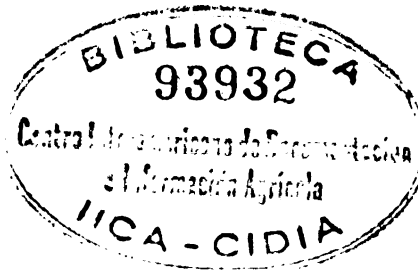
Turrialba, Costa Rica

1997

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 9977-57-191-0



634.98097287

L953 Luján, R.

Manejo y crecimiento de linderos de tres especies maderables en el distrito de Changuinola, Panamá / 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. 242)

ISBN 9977-57-191-0

1. Limite - Panamá 2. Cerca viva- Panamá 3. Arboles maderables - Panamá
I. Título II. Serie

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACION	1
1. INTRODUCCION	3
2. MATERIALES Y METODOS	5
2.1 ESPECIES Y PROCEDENCIAS	5
2.2 TIPO DE ENSAYO, MEDICIONES Y ESPACIAMIENTO	6
2.3 ESTABLECIMIENTO	7
2.4 RESIEMBRAS Y MORTALIDAD	7
2.5 DESHIJAS, PODAS Y RALEOS	7
2.6 AREA BASAL Y VOLUMEN	8
3. EVALUACION DE LOS SITIOS ESTABLECIDOS	9
3.1. SITIOGUABITO	9
3.1.1. Descripción del sitio	9
3.1.2. Establecimiento y manejo	10
3.1.3. Resultados	11
3.2. SITIOGUABITO2	13
3.2.1. Descripción del sitio	13
3.2.2. Establecimiento y manejo	15
3.2.3. Resultados	16
3.3. SITIO EL SILENCIO	19
3.3.1. Descripción del sitio	19
3.3.2. Establecimiento y manejo	20
3.3.3. Resultados	21

4. COMPORTAMIENTO DE MANGIUN, ROBLE MARFIL Y TECA EN LINDEROS	25
4.1. RESEMBRAS Y ARBOLES REMANENTES	25
4.2. CRECIMIENTO PROMEDIO DE LAS ESPECIES Y CONSIDERACIONES DE RALEO	26
4.3. PLAGAS Y ENFERMEDADES IDENTIFICADAS	30
4.3.1. Mangium	30
4.3.2. Roble marfil	32
4.3.3. Teca	33
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
6. BIBLIOGRAFIA	37
7. ANEXO	39

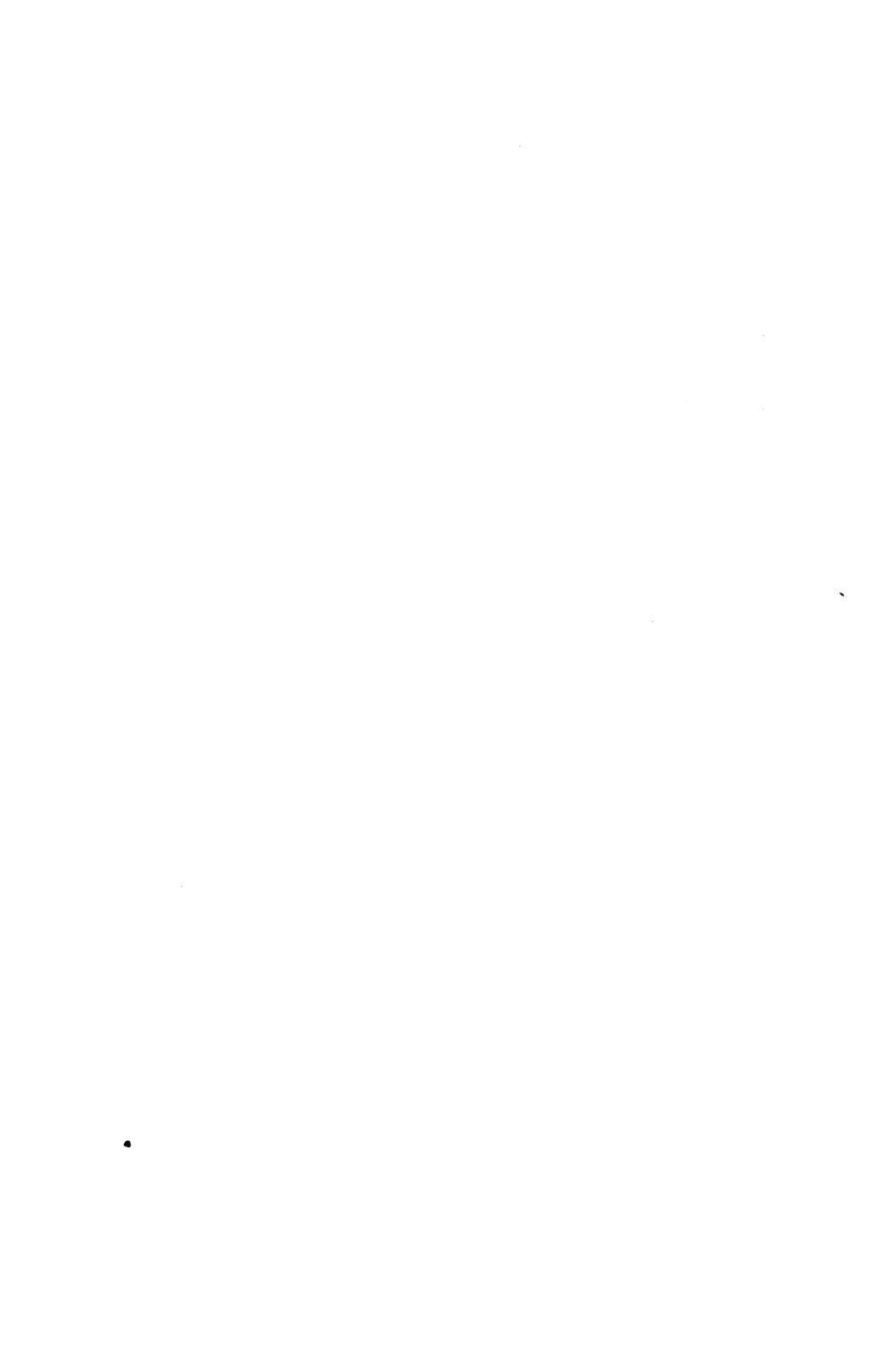
LISTA DE CUADROS

1	Porcentaje de siembra y mortalidad por especie en el lindero Guabito 1, Changuinola, Panamá	10
2	Crecimiento de tres especies maderables en el lindero Guabito 1, Changuinola, Panamá	12
3	Area basal y volumen de tres especies maderables en el lindero Guabito 1, Changuinola, Panamá	14
4	Porcentaje de siembra y mortalidad por especie en el lindero Guabito 2, Changuinola, Panamá	15
5	Crecimiento de tres especies maderables en el lindero Guabito 2, Changuinola, Panamá	17
6	Area basal y volumen de tres especies maderables en el lindero Guabito 2, Changuinola, Panamá	18

7	Porcentaje de siembra y mortalidad por especie en el lindero El Silencio, Changuinola, Panamá	20
8	Crecimiento de tres especies maderables en el lindero El Silencio, Changuinola, Panamá	22
9	Area basal y volumen de tres especies maderables en el lindero El Silencio, Changuinola, Panamá	23
10	Porcentaje de siembra y mortalidad por especie en todos los linderos en Changuinola, Panamá	25
11	Crecimiento promedio al quinto año de mangium, roble marfil y teca en tres linderos en Changuinola, Panamá	27

PRESENTACION

El presente texto forma parte de una serie de publicaciones del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ sobre linderos (plantaciones de varias especies en línea) en Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá. El primer documento abarcó el concepto, ventajas y desventajas de plantar árboles maderables en linderos (Beer 1994); el segundo (Luján y Camacho 1994) y tercero (Luján *et al.* 1996) presentaron los resultados del manejo y crecimiento de árboles en linderos de la zona montañosa y de la costa de Baja Talamanca. Estas publicaciones incluyeron evaluaciones con las siguientes especies: *Cordia alliodora* (laurel), *Acacia mangium* (mangium) y *Tectona grandis* (teca) en el segunda publicación y *Eucalyptus deglupta* (deglupta), *Terminalia ivorensis* (roble marfil) y laurel, en la tercera.



1. INTRODUCCION

La plantación de árboles en linderos, con fines de producción de madera para aserrío, presenta muchas ventajas, pues además de diversificar la producción de una finca agropecuaria, significa una opción para el aprovechamiento de áreas que en muchos casos están subutilizadas, o sin manejo productivo. Este tipo de producción de madera puede resultar más apropiado que las plantaciones forestales en bloque para fincas pequeñas y medianas, las cuales necesitan dedicar la mayor parte de sus terrenos a cultivos agrícolas con ciclos de producción más cortos que la actividad forestal.

Este trabajo presenta los resultados del establecimiento de tres ensayos con árboles maderables en linderos en tres fincas privadas del distrito de Changuinola, provincia de Bocas del Toro, Panamá. Dos de los linderos se encuentran en la comunidad de Guabito y uno en El Silencio. En los ensayos se utilizaron tres especies maderables: teca (*Tectona grandis*), roble marfil (*Terminalia ivorensis*) y mangium (*Acacia mangium*).

Los ensayos establecidos se encuentran dentro de una zona de clima húmedo, caliente y tropical. Según datos de la Chiriquí Land Company (Finca 33; 1990-93), la precipitación anual representativa de la zona es de 2587 mm; el mes más lluvioso es julio (319 mm) y el más seco febrero (126 mm). Según Alvarado e Imbach (1990), la precipitación en Bocas del Toro está bien distribuida a lo largo del año (sin estación seca marcada) y alcanza un promedio anual de 3000 mm. La temperatura media anual oscila entre 26 y 27°C. Todos los linderos se ubican a menos de 50 msnm, en la zona de vida bosque húmedo tropical (Holdridge 1978).

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 productores de la región.

2. MATERIALES Y METODOS

Los linderos se establecieron en fincas privadas en Changuinola, provincia de Bocas de Toro, Panamá. Los sitios y colaboradores fueron los siguientes:

Sitio	Colaborador
Guabito 1	Carmelo Guerra
Guabito 2	Teodomilton Guerra
El Silencio	Diego Herrera

2.1. ESPECIES Y PROCEDENCIAS

Las especies y procedencias evaluadas en los linderos fueron las siguientes:

Acacia mangium (mangium), procedencia Iron Range, Australia.

Tectona grandis (teca), procedencia Quepos, Costa Rica.

Terminalia ivorensis (roble marfil), procedencia CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Mangium y roble marfil se produjeron en bolsas plásticas y teca por pseudoestacas. El detalle de la botánica, ecología y manejo de las especies aparece en Luján y Camacho (1994) y Luján *et al.* (1996).

2.2. TIPO DE ENSAYO, MEDICIONES Y ESPACIAMIENTO

Los linderos se establecieron con base en un diseño estadístico de bloques completos al azar con tres tratamientos (especies) y tres repeticiones. Cada lindero fue dividido en tres secciones lineales; dentro de cada sección se establecieron tres parcelas con un promedio de 24 árboles espaciados a 2,5 m; la ubicación de las especies en cada parcela fue al azar.

Las mediciones de los árboles incluyeron: sobrevivencia, diámetro a 1,3 m (dap), altura total, diámetro de copa perpendicularmente al eje del lindero, ramificación y forma del fuste. Estos dos últimos parámetros serán evaluados en un documento posterior.

Se midió cada seis meses durante los primeros dos años y anualmente después del segundo año. También se realizaron inspecciones semestrales para observar posibles plagas, enfermedades, daños mecánicos, y en general, hacer anotaciones del estado del lindero y determinar, junto con el agricultor colaborador, las medidas correctivas del caso.

Los crecimientos reportados corresponden a parcelas con más de cinco árboles bien distribuidos en el lindero. A partir del tercer año fue necesario eliminar algunas parcelas debido a las siguientes dos razones:

Daños naturales (parcelas que desaparecieron durante alguna inundación del río Changuinola)

Mortalidad del 75% o más de los árboles

Las parcelas perdidas debido a mortalidad por enfermedades o daños por animales están incluidas en los resultados de mortalidad, pero las perdidas por inundaciones fueron eliminadas de todos los cálculos.

2.3. ESTABLECIMIENTO

La preparación del sitio incluyó una chapia de 3 m a cada lado del linde-ro y la eliminación de árboles o arbustos dentro de esta franja. En algunos casos hubo necesidad de destroncar. El hoyado se realizó en forma manual, se rodajearon los árboles y se colocaron estacas. Para el control de malezas a lo largo de la franja (6 m), se combinaron métodos manuales (chapias) y químicos (aplicación de herbicidas). En Luján y Camacho (1994) se detalla el manejo por sitio.

2.4. RESIEMBRAS Y MORTALIDAD

Las resiembras contabilizadas representan el número de espacios vacíos o posiciones dentro del lindero donde se hizo necesario reponer un árbol para lograr mantener la ocupación o distanciamiento inicial. Esta actividad se realizó durante los primeros seis meses. En algunos casos hubo necesidad de resembrar más de una vez en la misma posición, por lo que existe una pequeña subestimación en los datos de resiembras.

La mortalidad se empezó a registrar a partir del sexto mes (al finalizar el período de resiembras), pero se reporta a los 24 y 60 meses para facilitar contrastes con los resultados de Costa Rica (Luján y Camacho 1994, Luján *et al.* 1996).

2.5. DESHIJAS, PODAS Y RALEOS

Solamente hubo deshijas en la teca (única especie plantada por pseudoestaca) cuando los brotes alcanzaron alrededor de 1,5 m y se podía seleccionar el mejor. En los primeros dos años, durante las mediciones de los linderos, se podaron las ramas bajas de los árboles hasta una altura máxima de 6 m.

La mayoría de los árboles recibieron dos podas más entre el segundo y cuarto año. En general a los árboles de teca se les dedicó mayor atención e intensidad de poda. No se realizaron raleos; sin embargo, a la fecha se estima necesario.

2.6. ÁREA BASAL Y VOLUMEN

El área basal y volumen del tallo se calcularon con corteza (fórmulas en el Anexo), por kilómetro de lindero para comparar la producción de madera con los resultados de plantaciones, que generalmente se reportan por hectárea. Con un espaciamiento final de 5 m en un lindero hay 200 árboles por kilómetro, lo cual es comparable con una hectárea plantada con fines de aserrió.

3. EVALUACION DE LOS SITIOS ESTABLECIDOS

3.1. SITIO GUABITO 1

3.1.1 Descripción del sitio

Vegetación colindante. A principios de la década de los ochentas, el sitio estaba ocupado por un bosque primario típico de zonas bajas tropicales y húmedas. Una parte se eliminó para establecer cultivos agrícolas y posteriormente se plantó el lindero. La vegetación colindante era, entonces, bosque secundario (rastrajo), bosque primario en algunos sectores y cultivos agrícolas en otros. Después de la cosecha de los cultivos agrícolas se ha dejado crecer el rastrajo uno o dos años para después volver a cultivar.

Topografía y suelos. El sitio es plano, de llanura aluvial, con una altitud de 10 msnm. Los suelos son bastante homogéneos, sin embargo existen variaciones en drenaje y textura del subsuelo; se clasifican como *Aquic Eutropept* (Nieuwhuyse 1994). Son suelos jóvenes, aluviales, permanentemente húmedos y calientes y con alta saturación de bases, originados a partir de sedimentos del río Changuinola. En general el drenaje natural es imperfecto y el suelo presenta una profundidad efectiva entre 60 y 90 cm. La repetición dos, y sobre todo la tres, presentaron peor drenaje que la primera.

La textura en los primeros 20 cm es mediana, de franco limosa a franco arcillo limosa. A mayor profundidad (hasta unos 90 cm) se torna más arcillosa y luego arenosa (Nieuwhuyse 1994).

Estos suelos no presentan toxicidades (cobre), pedregosidad ni salinidad. Son suelos ligeramente ácidos (pH en agua de 6,5) y su

fertilidad es alta. Si bien son de aptitud agrícola, presentan ciertas restricciones por efecto del drenaje, profundidad efectiva y un leve riesgo de inundación.

3.1.2 Establecimiento y manejo

El lindero se estableció en marzo 1989, después de haber cosechado maíz.

La especie con mayor necesidad de resiembra fue roble marfil (18%); teca tuvo un prendimiento inicial excelente, pues no hubo necesidad de resembrar (Cuadro 1). En los casos de roble marfil y mangium el ataque de hormigas defoladoras (*Atta*) y pisoteo del ganado fueron las causas de la necesidad de resembrar.

A los 60 meses de edad, las tres especies presentaban una buena adaptación al sitio (Cuadro 1). El 10% de mortalidad en la teca no significa un problema, pues más bien la densidad del lindero es muy alta debido al distanciamiento inicial y a las dimensiones de los árboles en la actualidad. Esta mortalidad de la teca se debió a la competencia entre árboles, ya que los suprimidos van muriendo al aumentar la competencia en el sitio.

A pesar del mal drenaje en este sitio, no se dio mortalidad de mangium ni de roble marfil debido a enfermedades radiculares, las cuales han sido muy serias en otros sitios (Lucas *et al.* 1994, Luján *et al.* 1994).

Cuadro 1. Porcentaje de resiembra y mortalidad por especie en el lindero Guabito 1, Changuinola, Panamá

Especie	Resiembras 0-6 meses	Mortalidad 24 meses	Mortalidad 60 meses
Mangium	7	3	7
Roble marfil	18	0	3
Teca	0	2	10

3.1.3. Resultados

Crecimiento de los árboles. Las tres especies evaluadas presentaron crecimientos en altura muy buenos (más de 3 m/año). Roble marfil mostró la mayor altura promedio a los 60 meses, con un incremento medio anual (IMA) de 4,1 m/año. Mangium se vio afectada en la repetición tres por el mal drenaje; sin embargo considerando todo el lindero, su crecimiento anual de 3,6 m/año está entre el promedio de roble marfil y teca (Cuadro 2).

Hasta los 18 meses, la teca mostraba el crecimiento inicial más acelerado. En varias ocasiones, entre los 6 meses y 18 meses de edad, hubo necesidad de apuntalar varios árboles de teca cuyos tallos se doblaban por no soportar el peso de la copa.

El promedio de la teca a los 60 meses (IMA de 3,3 m/año) se vio disminuido por efecto de los árboles de la repetición 3, que presentaban un promedio de hasta 4 m menos con respecto a las otras dos repeticiones, probablemente debido al mal drenaje y mayor sombreado por la vegetación colindante (rastrojo y bosque primario). Los árboles en esta repetición presentaron formas deficientes (bifurcaciones, inclinaciones, mayor ramificación).

En cuanto al crecimiento diamétrico, roble marfil presentó valores superiores a las demás especies a partir de los 12 meses (Cuadro 2). Teca y mangium presentaron diámetros promedios prácticamente iguales a los 60 meses, pero no fue hasta el tercer año que mangium alcanzó a la teca. Al igual que para el caso de la altura, los promedios de mangium y teca disminuyeron por efecto de la repetición 3, sección con peor drenaje y mayor sombreado. Apesar del alto nivel de competencia, el crecimiento en dap de las tres especies se ha mantenido hasta los 60 meses. Este nivel de competencia es posiblemente el responsable por la relación

entre el diámetro y altura (alrededor de 1 cm de diámetro por cada metro en altura), lo que implica árboles relativamente delgados. A los 36 meses se percibe una disminución en el incremento, lo que evidencia necesidad de raleo.

El roble marfil siempre presentó los mayores diámetros de copa, con un promedio de 10,3 m a los 60 meses (Cuadro 2). Teca y mangium tuvieron valores prácticamente iguales a lo largo del tiempo, pero inferiores a los de roble marfil.

En todas las especies, el aumento en la copa fue reducido entre los 48 y 60 meses, en parte debido al alto nivel de competencia tanto dentro del lindero como entre este y la vegetación colindante. En el caso de roble marfil, la ausencia de crecimiento se debe a que las ramas de esta especie presentan autopoda.

Cuadro 2. Crecimiento de tres especies maderables en el lindero Guabito 1, Changuinola, Panamá

Especies	Edad (meses)							
	6	12	18	24	36	48	60	IMA ¹
Altura total (m)								
Teca	2,4	4,8	8,1	9,1	13,9	15,7	16,5	3,3
Roble marfil	2,0	4,3	7,2	9,4	14,2	17,7	20,4	4,1
Mangium	1,2	3,0	5,4	7,8	12,9	15,8	18,0	3,6
Diámetro de tallo (cm)								
Teca	2,0	4,1	7,1	8,5	14,2	16,0	18,7	3,7
Roble marfil	1,2	4,2	7,8	9,9	16,6	18,6	21,1	4,2
Mangium	0,4	2,1	5,1	7,2	14,2	16,0	18,3	3,7
Diámetro de copa (m)								
Teca	1,1	1,1	3,1	3,0	5,0	6,4	6,8	1,4
Roble marfil	1,5	2,8	5,5	6,3	8,3	10,3	10,3	2,1
Mangium	0,6	1,2	2,4	3,0	5,0	6,3	7,0	1,4

¹ Incremento medio anual

Aunque roble marfil presenta los mayores diámetros de copa, el tamaño grande de las hojas de teca impide la penetración de radiación solar a través de su copa. Mangium, por su parte, tiene hojas más pequeñas pero muy numerosas, lo que brinda una sombra densa.

Area basal y volumen. Roble marfil tuvo la mayor área basal promedio a lo largo del tiempo (Cuadro 3). Mangium y teca presentaron áreas basales similares; no obstante, el crecimiento en área basal entre los 36 y 60 meses fue menor que entre los 24 y 36 meses, lo que sugiere que el raleo se debió efectuar alrededor de los 36 meses.

El volumen promedio de roble marfil siempre fue mayor que el de teca y mangium; a los sesenta meses obtuvo un valor de 159 m³/km. A partir del segundo año roble marfil ha mantenido incrementos corrientes anuales (ICA) por encima de 40 m³/km.

3.2. SITIO GUABITO 2

3.2.1 Descripción del sitio

Vegetación colindante. El uso del suelo en el área circundante a los linderos era de pastos, gamalote (*Paspalum fasciculatum*) y ratana (*Ischaemum indicum*), para la ganadería. Antes de la ganadería se cultivaba arroz (*Oryza sativa*) con mecanización. En general el lindero tuvo poca sombra lateral. Sin embargo, en algunos sectores de las repeticiones uno y tres los árboles colindaban con cercas vivas de higuerones (*Ficus* sp.), poro blanco (*Erythrina fusca*) y guabas (*Inga* sp.), lo que significó mayor sombreado. En algunas ocasiones hubo necesidad de podar los árboles de la cerca para permitir la entrada de mayor radiación solar. Además, algunos parches arbolados de guayaba (*Psidium guayaba*) en los potreros representaron alguna competencia por radiación solar; sobre todo en la repetición tres.

Cuadro 3. Area basal y volumen de tres especies maderables en el lindero Guabito 1, Changuinola, Panamá

Especie	Edad (meses)			
	24	36	48	60
Area basal (m ² /Km)				
Teca	2,4	6,3	7,8	10,4
Roble marfil	3,3	9,2	11,7	14,6
Mangium	1,9	6,8	8,4	10,8
Volumen (m ³ /Km)				
Teca	21	39	51	62
Roble marfil	17	71	113	159
Mangium	11	48	66	90

Topografía y suelos. El sitio es plano, de llanura aluvial (sedimentos del río Changuinola) con una altitud de 10 msnm. Aunque los suelos son bastante homogéneos, existen variaciones en el drenaje, pues la repetición 1 presenta suelos peor drenados que las repeticiones 2 y 3 ubicadas a lo largo de un canal de drenaje.

Estas últimas dos repeticiones presentan material dragado derivado del canal; con una menor densidad aparente (0,80 g/ml) en relación con los otros sectores, que presentan una densidad aparente mayor a 0,94 g/ml (Nieuwhuyse 1994).

Nieuwhuyse (1994) clasifica los suelos de este lindero como *Aeric Tropaquept*. Son suelos jóvenes y constantemente húmedos. La profundidad efectiva es de 60-90 cm. La textura en los primeros 20 cm es franco arcillo limosa; a 50 cm se torna franco limosa, y a más de 175 cm hay arcilla reducida. Estos suelos son ligeramente ácidos (pH

promedio en agua de 6,2); no presentan pedregosidad, erosión, salinidad ni toxicidades (Cu) y su fertilidad es alta; son de aptitud agrícola, aunque su mayor limitante es el drenaje y la compactación por el pisoteo del ganado.

3.2.2 Establecimiento y manejo

El lindero fue establecido en febrero de 1989. Se puso una cerca de alambre de púas para protección contra el ganado durante los primeros dos años, pero a los 21 meses el colaborador decidió quitarla, por lo que a partir de esta fecha el ganado anduvo a placer en el área.

En este lindero hubo necesidad de realizar resiembras en tres ocasiones. Mangium tuvo el porcentaje más alto (Cuadro 4); no obstante, los porcentajes de resiembras son relativamente altos para las tres especies, debido a la alta competencia del zacate y al pisoteo y daños mecánicos causados por el ganado. En el caso de la teca, la resiembra tuvo como causa la mala plantación inicial de varias pseudoestacas (al revés o a una profundidad inadecuada).

Mangium presentó los valores más altos de mortalidad tanto a los 24 como a los 60 meses de edad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de resiembra y mortalidad por especie en el lindero Guabito 2, Changuinola, Panamá

Especie	Resiembras 0-6 meses	Mortalidad 24 meses	Mortalidad 60 meses
Mangium	23	25	33
Roble marfil	18	2	10
Teca	15	3	10

Los porcentajes de mortalidad no son problemáticos, excepto para la repetición tres de mangium donde murieron 42% de los árboles. En los demás sectores el lindero presenta (en especial la repetición 2) una alta densidad, por lo que la necesidad de raleo es evidente.

Además del pisoteo y daños provocados por los animales, la mortalidad se debió a la corta accidental de algunos árboles durante una chapia (mangium). Algunas tecas murieron por problemas de mal drenaje.

3.2.3 Resultados

3.2.2.1 Crecimiento de los árboles

Durante los primeros tres años, la teca fue la especie con mayor altura promedio (Cuadro 5) pero al llegar a los 48 meses el promedio de mangium superó a la teca. Roble marfil siempre presentó alturas promedio inferiores a las demás especies, aunque a los 60 meses su altura fue muy parecida a la de teca.

En general, el crecimiento en altura de las tres especies fue menor (hasta 5 m) en la repetición 1, que es la que tiene el drenaje más lento. Esta situación se evidenció más en el caso de la teca y roble marfil.

En cuanto al crecimiento diamétrico, hasta los 36 meses de edad, teca presentó los mayores diámetros promedio; sin embargo a partir de los 48 meses mangium obtuvo los valores más altos, con un diámetro promedio de 19,2 cm a los 60 meses (Cuadro 5). El incremento medio anual (a los 60 meses) de todas las especies osciló entre 3 y 4 cm/año. Al igual que para el caso de la altura, el diámetro promedio de todas las especies de la repetición 1, resultó hasta 10 cm inferior al de su homólogo de las otras dos repeticiones. Esta situación fué más evidente en teca, después en roble marfil y la diferencia fue mínima para el caso de mangium.

Teca y mangium presentaron diámetros de copa muy parecidos a lo largo del tiempo (Cuadro 5), menores que los de roble marfil (8,1 m a los

60 meses). Eso puede sugerir la necesidad de mayores espaciamientos para roble marfil. Por otro lado, teca y mangium presentan copas más compactas y densas lo cual indica menor transparencia (de radiación solar) que roble marfil a igual diámetro de copa dado.

Cuadro 5. Crecimiento de tres especies maderables en el lindero Guabito 2, Changuinola, Panamá

Especies	Edad (meses)							IMA ¹
	6	12	18	24	36	48	60	
Altura total (m)								
Teca	1,1	3,5	6,6	8,3	10,8	11,9	13,9	2,8
Roble marfil	1,1	2,5	3,9	5,4	7,5	10,4	13,0	2,6
Mangium	0,9	2,2	3,9	5,7	8,9	12,9	16,5	3,3
Diámetro de tallo (cm)								
Teca	0,4	3,8	6,2	7,9	11,0	14,2	17,4	3,5
Roble marfil	0,1	2,8	4,4	6,3	9,4	12,5	16,2	3,2
Mangium	0,1	1,7	3,8	5,8	10,4	15,0	19,1	3,8
Diámetro de copa (m)								
Teca	0,8	1,2	1,4	2,6	3,5	5,4	6,6	1,3
Roble marfil	0,7	1,8	3,2	3,9	4,8	7,1	8,1	1,6
Mangium	0,1	0,9	1,8	2,5	3,8	5,4	6,6	1,3

¹ Incremento medio anual

Area basal y volumen. El área basal depende del diámetro promedio y del número de individuos existentes. Aunque mangium presentó el promedio más alto en el diámetro, su mayor mortalidad afectó el promedio del área basal por kilómetro (Cuadro 6).

Este sitio es de menor calidad que Guabito 1, pues aún no hay evidencia de fuerte competencia. Los suelos en este sitio presentan mayor compactación, lo que definitivamente está influyendo en el crecimiento.

A los 60 meses, los volúmenes promedio fueron similares para todas las especies (Cuadro 6). En este lindero, aunque el número de árboles de mangium por kilómetro es menor, sus valores de diámetro de tallo y altura son mayores, lo que se traduce en un mayor volumen por kilómetro con respecto a las otras dos especies.

Cuadro 6. Área basal y volumen de tres especies maderables en el lindero Guabito 2, Changuinola, Panamá

Especie	Edad (meses)			
	24	36	48	60
Área basal (m ² /Km)				
Teca	2,2	4,2	6,5	9,5
Roble marfil	1,4	2,9	5,1	8,3
Mangium	1,1	3,0	5,2	8,4
Volumen (m ³ /Km)				
Teca	20	29	37	54
Roble marfil	5	13	32	61
Mangium	5	18	36	64

3.3. SITIO EL SILENCIO

3.3.1 Descripción del sitio

Vegetación colindante. El lindero se encuentra dentro de una finca ganadera. En algunos sectores hay cítricos, guayaba y árboles típicos de la regeneración secundaria de la zona, tales como guarumo (*Cecropia spp.*), jagua (*Genipa americana*), balsa (*Ochroma pyramidale*). La repetición tres tuvo más sombra lateral con respecto a las otras dos, por efecto de árboles y vegetación de crecimiento secundario en la orilla del río. Al final de la repetición uno también hubo algo de sombra lateral por efecto de árboles nativos.

Sin embargo, la mayor parte del lindero, al estar rodeado de potreros, permaneció libre de competencia por la radiación solar. Solo en algunas ocasiones, cuando se retrasó la chapia del lindero, las malezas crecieron considerablemente lo que significó cierto grado de competencia temporal. Cuando se inició el ensayo hubo cultivos anuales (frijol y yuca) sembrados a un lado de la parcela de teca (repetición 1).

Topografía y suelos. El sitio es casi plano y está ubicado a la orilla del río Changuinola, con una altitud entre 5 y 10 msnm. Los suelos son de origen aluvial y recientes (*Fluvaquentic Eutrocept*) según Nieuwhuyse (1994); bastante homogéneos, aunque existen pequeñas variaciones de textura (por ejemplo la repetición tres es mucho más arenosa que las otras dos, por colindar con el cauce del río); no presentan toxicidad (cobre) ni salinidad, y su profundidad efectiva es de 80 cm. El drenaje natural es moderado; hay compactación del horizonte A por efecto del pisoteo del ganado.

La fertilidad de estos suelos es alta y su principal limitante es el riesgo de inundaciones. Gran parte de los árboles de la repetición tres desaparecieron debido a las crecidas del río Changuinola.

3.3.2 Establecimiento y manejo

La preparación del terreno se limitó a la aplicación de un herbicida (gramoxone). Además fue necesario construir una cerca de alambre de púas para prevenir la entrada de ganado.

Lastres especies presentaron una excelente adaptación inicial, pues solo hubo necesidad de resembrar hasta 3% de cada especie. A los 24 meses de establecido el lindero, la adaptación al sitio era bastante satisfactoria. Roble marfil no presentaba mortalidad, teca presentaba un 2% y mangium un 3% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de resiembra y mortalidad por especie en el lindero El Silencio, Changuinola, Panamá

Especie	Resiembras 0-6 meses	Mortalidad 24 meses	Mortalidad 60 meses¹
Mangium	0	3	4
Roble marfil	2	0	8
Teca	3	2	3

No incluye mortalidad debida al desbordamiento del Río Changuinola que arrastró árboles sanos.

A los 60 meses, la mortalidad aumentó considerablemente en el caso de mangium (34%); en la repetición uno fue especialmente seria (55%). Teca fue la especie que mejor se adaptó al sitio por su menor mortalidad y baja incidencia de termitas. Aunque roble marfil tuvo una baja mortalidad, los sobrevivientes presentan serios ataques de plagas y enfermedades y se espera mayor mortalidad en el futuro.

La mortalidad en mangium, responde a problemas de plagas y enfermedades: termitas, hongos de raíz y canchros del fuste (ver sección 4.3 sobre 'Plagas y enfermedades'). Estos problemas se desarrollaron debido a heridas en la base de los troncos, por descuido en las labores de control de malezas (chapias), pisoteo del ganado, mal drenaje y por las inundaciones del río Changuinola. Tales problemas motivaron el cese de las mediciones de mangium a partir del cuarto año.

3.3.3 Resultados

Crecimiento de los árboles. A los 48 meses teca presentó el mejor crecimiento con 4,4 m/año, mientras que roble marfil y mangium obtuvieron crecimientos de 3,8 y 3,2 m/año respectivamente (Cuadro 8). A los 60 meses los mejores crecimientos en altura fueron obtenidos también por teca, con un IMA de 3,5 m/año. Cabe mencionar que teca en la repetición tres (antes de ser eliminada por el río a los 60 meses), siempre presentó promedios mucho menores (diferencias mayores a los 4 m) con respecto a las repeticiones uno y dos. Roble marfil -antes de ser eliminada por el río a los 36 meses- y mangium también presentaban promedios un poco menores en la repetición tres que tiene suelos mucho más arenosos que las otras dos repeticiones.

A partir del cuarto año teca presentó los mejores promedios de diámetro, aunque roble marfil dominó en los años anteriores (Cuadro 8). En la repetición tres del ensayo, al igual que para el caso de la altura, se observó un menor crecimiento de la teca y de mangium (hasta los 36 meses), en relación con las dos primeras repeticiones (efecto del suelo). Notese una disminución en el crecimiento a los 36 meses, evidencia de competencia entre individuos y necesidad de aclareo.

Al igual que en todos los linderos, roble marfil presentó los mayores promedios de diámetro de copa a lo largo del tiempo (Cuadro 8). La

diferencia fue más marcada a los 24 meses. Teca y mangium presentaron diámetros de copa similares; sin embargo a los 48 meses el valor para tecla fue mayor. El tipo de copa del roble marfil sugiere que los raleos en esta especie (considerando un distanciamiento original igual) deben ser más tempranos que las otras dos especies.

Cuadro 8. Crecimiento de tres especies maderables en el lindero Guabito 2, Changuinola, Panamá

Especies	Edad (meses)							IMA ¹
	6	12	18	24	36	48	60	
Altura total (m)								
Teca	1,9	4,2	7,4	9,6	13,8	16,1	17,7	3,5
Roble marfil	2,4	4,5	8,0	9,5	12,7	15,1	15,8	3,2
Mangium	2,0	3,7	5,9	7,9	10,7	12,6	-	2,5
Diámetro de tallo (cm)								
Teca	1,4	4,1	6,5	8,8	13,7	17,1	20,9	4,2
Roble marfil	1,8	4,8	8,1	10,5	15,0	17,1	19,6	3,9
Mangium	1,2	3,0	5,0	7,0	11,5	13,7	-	3,0
Diámetro de copa (cm)								
Teca	0,4	1,4	1,5	2,9	3,7	6,3	8,3	1,7
Roble marfil	1,8	3,9	5,3	1,2	7,2	9,3	8,9	1,8
Mangium	0,8	1,7	2,4	3,1	3,3	4,1	-	1,0

¹ Incremento medio anual

Área basal y volumen. A los 60 meses, tecla obtuvo el mayor promedio de área basal (Cuadro 9). Los valores del área basal de roble marfil y tecla fueron similares a lo largo del tiempo. El gran aumento en los promedios de tecla entre los 36 y 48 meses se debió, en parte, a que se eliminaron de los cálculos los árboles de la peor repetición, que desapareció completamente entre los 36 y 48 meses por erosión fluvial.

Roble marfil fue la especie que alcanzó el mayor volumen a los 60 meses (Cuadro 9).

Cuadro 9. Area basal y volumen de tres especies maderables en el lindero El Silencio, Changuinola, Panamá

Especie	Edad (meses)			
	24	36	48	60
Area basal (m ² /Km)				
Teca	2,6	6,1	7,8	13,1
Roble marfil	3,7	7,4	9,2	11,4
Mangium	1,8	4,1	4,8	-
Volumen (m ³ /Km)				
Teca	22	39	66	76
Roble marfil	9	44	78	90
Mangium	10	27	34	-

4. COMPORTAMIENTO DE MANGIUM, ROBLE MARFIL Y TECA EN LINDEROS

4.1 RESIEMBRAS Y ÁRBOLES REMANENTES

En promedio de todos los linderos, teca obtuvo el menor porcentaje de resiembra (6%) mientras que los valores para mangium y roble marfil fueron de aproximadamente el doble (Cuadro 10). Sin embargo, valores inferiores a 15% no representan ningún problema dado que el primer raleo precomercial elimina un mayor porcentaje de árboles. La mortalidad inicial (hasta seis meses) de mangium y roble marfil obedeció a que estas especies fueron atacadas con mayor intensidad por hormigas defoliadoras (*Atta* sp.). El pisoteo por ganado, especialmente en El Silencio y Guabito 2, y el mal drenaje en algunos sectores de los linderos, fueron las otras causas por las que hubo necesidad de resembrar. En menor grado, las resiembras correspondieron a una mala plantación de las pseudoestacas.

Cuadro 10. Porcentajes de resiembra y mortalidad por especie en todos los linderos en Changuinola, Panamá

Especie	Resiembras		Mortalidad	
	0 - 6 meses	24 meses	24 meses	60 meses
Mangium	10	11	11	23
Roble marfil	13	1	1	6
Teca	6	2	2	8

¹ Incluye algunos árboles cortados o que se perdieron sin haberse registrado la causa. No incluye árboles arrancados por el río Changuinola.

A los 24 meses de edad, mangium presentó la mayor mortalidad con respecto a las demás especies (Cuadro 10). A los 60 meses, el 23% de los mangium había muerto debido a su susceptibilidad al mal drenaje y a los ataques de plagas y enfermedades.

Roble marfil y teca demostraron muy buena adaptación a todos los sitios. La mortalidad de roble marfil se atribuye principalmente a las plagas y enfermedades, junto con el pisoteo y daños causados por el ganado. Teca se vio afectada por el pisoteo del ganado y el mal drenaje en algunos sectores de los linderos. El ganado causó daños a todas las especies; sin embargo, considerando la poca protección que se brindó contra el ganado después del primer año, la mortalidad en realidad fue baja.

Muchos de los árboles afectados por plagas y enfermedades (especialmente mangium y roble marfil), habían sufrido antes algún tipo de daño por ganado o por los trabajadores durante las chapias y rodajeas. Esto fue más evidente en los linderos de El Silencio y Guabito 2:

4.2 CRECIMIENTO PROMEDIO DE LAS ESPECIES Y CONSIDERACIONES DE RALEO

Los mayores incrementos en altura y diámetro, para las tres especies, se dieron entre los 12 y 36 meses (Cuadro 11). Los incrementos medio anuales del diámetro (3,7-3,8 cm/año) y de la altura (3,2-3,5 m/año) fueron parecidos para todas las especies; sin embargo, cuando se considera la mortalidad, la producción de madera por kilómetro se vería muy afectada especialmente en el caso de mangium. Roble marfil, con un área basal promedio de 11,5 m²/km y un volumen de 105 m³/km, resultó ser la especie más exitosa hasta los 60 meses. Los valores promedios más altos para el caso de roble marfil, se deben principalmente a los crecimientos excelentes obtenidos en Guabito 1.

Cuadro 11. Crecimiento promedio al quinto año de mangium, roble marfil y teca en tres linderos en Changuinola, Panamá

Especie	dap (cm)	h (m)	copa (m)	Area basal (m ² /Km)	Volumen (m ³ /Km)
Mangium ¹	18,7	17,4	6,8	9,6	79
Roble marfil	18,9	16,6	9,1	11,5	105
Teca	18,8	15,8	7,1	10,8	62

¹ Basado en los datos de dos sitios en Guabito (El Silencio eliminado por alta mortalidad y erosión fluvial)
dap : diámetro de tallo a 1,3 m, h : altura total, copa: diámetro de copa

Según Jiménez y Picado (1987), en los mejores sitios mangium crece entre 3-4,5 m/año en altura y entre 3-4,9 cm de dap por año en los primeros cinco años. CATIE (1992) reporta, para plantaciones en bloque, crecimientos a nivel mundial entre 2,1-4,9 cm/año para el dap y 1,9-4,9 m/año para la altura. En Talamanca, Costa Rica, Luján y Camacho (1994) hablan de un incremento medio anual de 3,6 m para la altura y 4,0 cm para el dap de mangium en linderos de cuatro años de edad.

Para el caso de teca en linderos de cuatro años en Talamanca, se reportan crecimientos iniciales de 3,9 m/año en altura y 4,2 cm/año en el dap (Luján y Camacho 1994). En general, en Costa Rica la teca en los primeros cinco años logra crecimientos en altura cercanos a los 3 m/año. Esta especie se caracteriza por un crecimiento inicial en altura muy rápido el cual se reduce a los diez años (Chaves y Fonseca 1991).

En relación con roble marfil, se considera que crece en forma satisfactoria si su crecimiento inicial es superior a 3 m/año de altura y entre 2,5-3,8 cm/año de dap (Lamb y Ntima 1971).

Como es evidente, las tres especies ensayadas presentaron incrementos satisfactorios a los 60 meses en Changuinola, con diámetros y alturas superiores a 3,5 cm y 3 m por año respectivamente.

Al comparar el crecimiento de las especies entre los diferentes sitios, se notó que la teca y roble marfil se adaptaron en forma satisfactoria a los tres sitios y mangium resultó afectada en dos de ellos por el ataque de plagas y enfermedades. Los suelos de los tres linderos ensayados son fértiles y las diferencias en el crecimiento se notaron más por efectos del micrositio dentro de cada lindero, que por diferencias promedio entre linderos.

En cada lindero, se notó una disminución del rendimiento en los sectores con mal drenaje o suelos muy arenosos (más lixiviados y menos fértiles), como en un sector contiguo al río Changuinola en el lindero El Silencio. La teca evidenció ser más sensible a estas limitaciones. También se notó, especialmente en el caso de teca, que en los sectores con mal drenaje y mucha sombra lateral a un solo lado del lindero, los árboles presentaban muy malas formas (mucho ramificación, bifurcaciones y árboles inclinados).

Un aspecto importante que se debe destacar al plantar árboles en linderos es que aunque en este tipo de plantación el crecimiento puede ser mejor que en plantaciones en bloque, no sucede lo mismo en relación con la calidad de la madera. Los árboles en linderos tienden a ramificar, y además presentan mayores problemas de tensión y conicidad del fuste.

Roble marfil presentó mejores formas, árboles más cilíndricos y autopoda. Los fustes de mangium fueron de calidad intermedia en cuanto a ramificación y forma. Teca presentó una tendencia a la excesiva ramificación, lo que indica la necesidad de podar. Sin embargo, cuando se realiza una poda en teca, en muchos casos se debe volver a podar después de varios meses, pues esta especie tiende a rebrotar muy fuerte en las partes del fuste donde se efectuó la primera poda. Entonces, quizás sea más conveniente podar en la época seca, aunque este aspecto merece mayor investigación.

Las peores formas de árboles se encontraron en linderos o partes de estos que tenían, por un lado, vegetación que limitaba la penetración de radiación solar, y por el otro, un cultivo bajo o pastizal que implicaba una iluminación plena. Este caso se dio principalmente en algunos sectores del lindero Guabito 1, donde había cultivos anuales en un lado del lindero y bosque secundario o primario en el otro (sombra alta). Teca y mangium fueron los más afectados. Este aspecto merece mejor cuantificación por especie, por lo que se necesita mayor investigación.

En relación con el crecimiento de las copas a los 60 meses, los promedios de diámetro de copa de roble marfil, mangium y teca fueron 9,1, 6,3 y 7,1 m respectivamente. Este aspecto puede ser de utilidad para proyectar el nivel de competencia por radiación solar en caso de cultivos anuales aledaños al lindero o algún otro tipo de uso del suelo donde se implemente el cultivo de árboles en líneas.

En los linderos Guabito 1 y El Silencio se notó una disminución en el promedio del diámetro o área basal después de los 36 meses. En Guabito 2, esta disminución no fue tan evidente (sitio con suelo más compactado). En el campo, la cantidad de árboles suprimidos denotaba la competencia, sobre todo en teca y roble marfil. Lo anterior sugiere la necesidad de raleos selectivos en estas especies entre los 36 y 42 meses para estos sitios. Una altura de 10-12 m puede ser un parámetro general útil para considerar el raleo en este tipo de linderos y con las especies en mención.

Los raleos en linderos es un tema que requiere de mayor análisis e investigación, pues no se pueden utilizar los mismos criterios generales utilizados para ralear plantaciones en bloque. Sin embargo, el primer raleo de los linderos debe darse antes de los 3,5 años para las especies y sitios reportados en este documento, dado que es necesario establecerlos a distanciamientos cortos (no mayor a 2,5 m) para reducir la tendencia de los árboles a ramificar y perder su forma. Posiblemente el distanciamiento

final para mangium sea alrededor de 6 m, 7 m para teca y 8 m para roble marfil, pues por su arquitectura (gran copa) requiere de mayor espacio para crecer.

Los raleos fitosanitarios son de suma importancia, especialmente para roble marfil y mangium, para evitar la propagación de plagas y enfermedades que sobre todo pueden afectar a los árboles suprimidos o débiles, los cuales deben eliminarse.

En general, se dio entre los propietarios cierta resistencia al raleo por varias razones: la carencia de mercados de productos de diámetros pequeños para estas especies en la zona, el poco convencimiento por parte de los colaboradores de los beneficios silviculturales del raleo y la falta de actividades más agresivas por parte del Proyecto para atacar este problema.

Considerando los crecimientos iniciales de estas especies y la utilización de maquinaria apta para aprovechar diámetros menores, se puede adelantar en forma muy preliminar los posibles turnos de corta. Para roble marfil y mangium un turno de 12 años parece razonable considerando las condiciones de estos linderos. Para el caso de teca, aunque por los crecimientos alcanzados el turno puede ser parecido, si se desea lograr una mejor calidad de la madera se deberá esperar unos pocos años más.

4.3 PLAGAS Y ENFERMEDADES IDENTIFICADAS

4.3.1 Mangium

Esta especie sufrió la mayor incidencia de plagas y enfermedades. La plaga que más daño causó fue el comején o termita del género *Coptotermes* sp. (orden Isoptera), que penetró en el fuste de árboles en

todos los linderos desde alrededor de los 2,5 años de edad. Este tipo de termita es muy perjudicial pues debilita a los árboles, los hace susceptibles a ser quebrados por el viento y daña la madera en forma significativa. La humedad excesiva del suelo o mal drenaje (que afectaron el crecimiento), contribuyó al ataque, pues en general los árboles débiles y suprimidos son los más propensos a ser atacados.

La abeja soñago, atarrá o abeja conga, del género *Trigona* sp. (Hymenoptera), afectó principalmente a los árboles del lindero Guabito 1. El ataque se concentró en hojas y corteza. En algunos árboles el ataque fue serio pues descortezó grandes secciones del fuste. En la mayoría de los casos, los árboles cicatrizaron en forma satisfactoria.

Las hormigas defoliadoras (*Atta* sp.) afectaron a los árboles en todos los linderos. Estos ataques solo fueron significativos en la fase de establecimiento (primeros seis meses), etapa cuando es necesario controlar las hormigas.

En cuanto a enfermedades, se reportó el ataque de un hongo del fuste o cancro, del género *Nectria* sp (Hypocreales) en algunos individuos. Este hongo afecta la calidad de la madera y cuando el ataque es severo puede matar el árbol al anillarlo.

En el lindero El Silencio algunos árboles murieron de muerte regresiva que, aunque no se confirmó, pudo haber sido causada por un hongo de raíz, muy probablemente *Rosellinia* sp. Este hongo se identificó como el responsable de la muerte regresiva de varios árboles de mangium en otros ensayos del Proyecto en el área de Talamanca, Costa Rica (Lucas *et al.* 1994, Arguedas 1993). El ataque puede ser muy serio y las únicas formas prácticas de combatirlo es la selección adecuada del sitio (buen drenaje) y evitar los daños físicos en la corteza y raíces de los árboles.

4.3.2 Roble marfil

En la etapa de establecimiento, roble marfil fue muy afectada por ataque de hormigas defoladoras (*Atta* sp). Además, en todos los linderos, desde los 36 meses de edad, fue atacada por la larva de una mariposa (Lepidoptera) del género *Cossula* sp. (Cossidae), que perfora los fustes a nivel del xilema hasta una profundidad de 25-40 cm y un ancho de 9-11 mm. Desde el exterior, el daño se nota como un agujero oscuro en el fuste, asociado con una mezcla de aserrín y exudado de savia que mancha una porción grande de la corteza (Arguedas 1994). Esta plaga no mata a los árboles, los cuales mostraron una gran capacidad de cicatrización. Sin embargo, puede significar pérdida en la calidad de la madera aserrada; la magnitud del daño no ha sido evaluada.

El comején o termita (*Coptotermes* sp.) afectó la madera de roble marfil en los linderos de Guabito 1 y El Silencio. Este daño se identificó en pocos árboles desde los 36 meses de edad.

El principal problema que afectó a roble marfil en El Silencio a partir de los 36 meses fue la muerte regresiva provocada por el hongo de raíz *Rosellinia* sp. (Sphaeriales). Este problema se ha reportado en otros ensayos del Proyecto tanto en Bocas del Toro, Panamá, como en Talamanca, Costa Rica (Luján *et. al.* 1994).

El árbol afectado pierde todo su follaje y muere. Si se escarba en la base del fuste, se observa una coloración negruzca (tejido muerto) que forma una especie de anillo alrededor del cuello de la raíz. También se puede notar la presencia de micelio, tejido de color blanco (Arguedas 1993). No hay forma de controlar esta enfermedad por lo cual no se recomienda roble marfil en esta zona.

4.3.3 Teca

La teca resultó ser la especie menos afectada por plagas o enfermedades, pero no escapó del ataque del comején que fue reportado en algunos árboles en los linderos de Guabito 1 y El Silencio. Los árboles presentaban perforaciones por lo general cerca de la base del fuste. En Guabito 1 el ataque se identificó desde que los árboles tenían alrededor de año y medio de edad pero no hay seguridad de que este comején fuera del tipo que ataca la madera de árboles vivos (caso de *Coptotermes* sp.). Existe otro comején del género *Nasutitermes* sp. (muy común en la zona) que solo ataca madera muerta (ramas secas, árboles moribundos) y no representa un problema para la madera de árboles vivos. Es común observar nidos de este comején en las ramas de árboles (parecen como grandes panales de abejas). Por otro lado el comején dañino (*Coptotermes* sp.) generalmente entra por las raíces o heridas y no forma colonias a la interperie. Al quinto año se confirmó el ataque del comején dañino en Guabito 1 y El Silencio, en algunos árboles de teca.

En las hojas de teca en microsítios con mayor sombra lateral y mal drenaje en Guabito 1 se encontró un hongo denominado "mancha de la teca" del género *Phomopsis* (Deuteromycotina; Arguedas 1993). Por el tamaño de sus hojas y por su frondosidad, en relación al tamaño del daño, la enfermedad no representa una reducción importante en la actividad fotosintética del árbol.

En el lindero Guabito 2 se reportó la muerte regresiva de una teca debido al sobrepastoreo del ganado, pues en ese sector del lindero hubo varios árboles dañados por los animales.

En los dos linderos de Guabito se notaron unos pocos árboles (a los cinco años de edad) con una especie de tumor o agalla cerca de la base del tronco. Estas agallas leñosas con pequeños crecimientos esféricos y con la apariencia de callos, muy posiblemente son una enfermedad conocida como "corona de agallas" producida por la

bacteria *Agrobacterium* (Rhizobiaceae). Esta enfermedad no es seria en árboles grandes, sin embargo esto puede llevar a que otras enfermedades del suelo produzcan infecciones (Arguedas 1994).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teca presentó un crecimiento satisfactorio y mayor resistencia a las plagas y enfermedades, por lo que es la especie más recomendada para establecer linderos en la zona de Changuinola, Panamá. Sin embargo, la especie presenta excesiva ramificación y mala forma en los linderos, por lo que se debe implementar un buen régimen de podas. Hace falta información respecto de la mejor época del año para podar sin que se produzca una excesiva rebrotación. Por otra parte, teca resultó más sensible a las condiciones de micrositio (textura de suelo y drenaje), por lo que se debe evitar plantarla en suelos mal drenados o demasiado arenosos y lixiviados.

Mangium fue la especie más propensa a ser atacada por plagas y enfermedades y presentó la mayor mortalidad promedio a los 60 meses. El ataque de plagas y enfermedades parece estar relacionado con sitios mal drenados y daños mecánicos debido al ganado y durante las labores de control de malezas.

Roble marfil presentó muy buen crecimiento y fustes con las mejores formas; sin embargo, aunque en estos linderos no fue muy atacada por hongos de raíz, estos representan una limitante potencial para promover la especie a gran escala. Además, por el tipo de copa, roble marfil requiere mayor espacio de crecimiento (distanciamiento entre árboles).

Se sugiere que, considerando el distanciamiento inicial y crecimientos reportados, los linderos deben ralearse antes de los tres años y medio de edad.

Se recomienda llevar a cabo estudios de raleos y podas para árboles establecidos en linderos.

Se recomienda realizar estudios de calidad de la madera de estas especies plantadas en linderos y en plantaciones puras.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO, R; IMBACH, A. 1990. Estrategia regional para el desarrollo sostenible de Bocas del Toro. Panamá. 77 p.
- ARGUEDAS, M. 1993. Diagnóstico y recomendaciones de manejo de problemas fitosanitarios en especies forestales (Informe de consultoría). Cartago, C.R. ITCR. 45 p.
- ARGUEDAS, M. 1994. La corona de agallas *Agrobacterium tumefaciens*. I.T.C.R./C.I.T. Serie: Plagas y enfermedades forestales No. 10. 8 p.
- BEER, J. 1993. Consideraciones básicas para el establecimiento de especies maderables en linderos. CATIE/GTZ. Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.1. 17 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1992. Mangium (*Acacia mangium*) especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 196; Colección de Guías Silviculturales No. 5.58 p.
- CHAVES, E.; FONSECA, W. 1991. Teca (*Tectona grandis* L.F.): especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 172; Colección de guías silviculturales No.11. 4 p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, C.R., IICA. 216 p.
- JIMENEZ, V.; PICADO, W. 1987. Algunas experiencias con *Acacia mangium* en Costa Rica. Silvoenergía (C.R.) no. 22:1-4.

LAMB, A.F.A.; NTIMA, O.O. 1971. Terminalia ivorensis. Commonwealth Forestry Institute. Oxford. Fast Growing Timber Trees of the Lowland Tropics No. 5. 72 p.

LUCAS, C.; BEER, J.; KAPP, G. 1994. Reforestación con maderables: Sistemas agrosilviculturales vs plantaciones puras en Talamanca, Costa Rica. Resultados agrícolas y forestales. CATIE/GTZ. Serie técnica. Informe Técnico No. 243. 66

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. CATIE/GTZ. Serie Técnica. Informe Técnico No. 224. 94 p.

LUJAN, F. R.; BEER, J.; KAPP, G. 1996. Manejo y crecimiento de linderos de tres maderables en el Valle de Sixaola, Talamanca, Costa Rica. CATIE/GTZ. Serie Técnica. Informe Técnico No. 241. 69 p

NIEUWHUYSE, A. 1994. Los suelos de los sitios experimentales del proyecto agroforestal CATIE/GTZ. (Informe de consultoría). Guapiles, C.R. 134 p.

7. ANEXO

CÁLCULOS DEL VOLUMEN DE MADERA PARA MANGIUM, TECA Y ROBLE MARFIL

Los volúmenes totales del tallo con corteza 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 árboles utilizado para calcularla y el rango y promedio del dap y altura de estos arboles. Estos rangos incluyen las dimensiones considerados en este estudio.

Mangium (Morrobel 1989)

$$\ln (v) = -8,2816 + 2,2534 * \ln (dap)$$

Calculado en base de la cubicación de 48 árboles en linderos y bloques en la República Dominicana (edades 6-45 meses) con un rango de dap promedio por parcela de 2-23 cm y de altura de 3-14 m.

Teca (Keogh 1987)

$$v = 0,0359 + 0,000022 * dap^2 * h$$

Calculado en base de la cubicación de teca en Costa Rica con un rango de dap 18-53 cm. Dado que la teca en las parcelas descritas en este trabajo llegaron a las 18 cm en el quinto año, las predicciones para años anteriores no son confiables (fuera del rango de la muestra para el modelo).

Roble marfil (Provisionalmente se ha utilizado factor de forma 0,5)

CATIE		93932
ST		
IT-242 LUJAN, R.		
Autor		
Manejo y crecimiento de linderos de		
Título		
tres especies maderables en el...		
Fecha	Nombre del solicitante	
04 AGO 1997	Roberto Valdi...	

93932

CATIE-GTZ