

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA
CONSERVACIÓN**

ESCUELA DE POSTGRADUADOS



**“EVALUACIÓN ECONÓMICA DE ÁRBOLES Y
BOSQUETES REMANENTES EN PLANTACIONES DE
TECA (*TECTONA GRANDIS*) EN LA CUENCA DEL
CANAL DE PANAMÁ**

Por
✓
JOSÉ JUAN CALDERÓN MALDONADO

CATIE

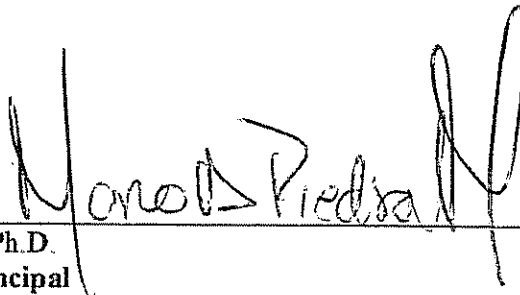
Turrialba, Costa Rica

2001

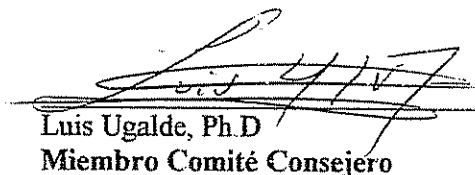
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

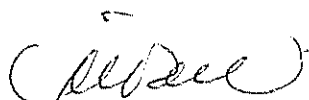
FIRMANTES:



Mario Piedra, Ph.D.
Consejero Principal



Luis Ugalde, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

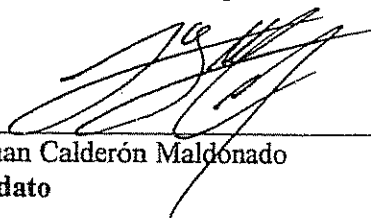


Manuel Gómez, M.Sc.
Miembro Comité Consejero

Miguel Caballero, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Ali Moslemi, Ph.D.
Director Escuela de Posgrado



José Juan Calderón Maldonado
Candidato

DEDICATORIA

A mi madre, María Maldonado
a mi padre, José Calderón
y a mis hermanos, Claudio y Roberto

AGRADECIMIENTOS

A FUNDATROPICOS por financiar mi matrícula durante los dos años de estudio y a AVINA por financiar parcialmente la investigación en Panamá.

A Mario Piedra, Ph.D. y miembros del comité asesor, Miguel Caballero, Ph.D., Luis Ugalde, Ph.D. y Manuel Gómez, M.Sc., por la asesoría durante el proceso de investigación.

A Hilda, Judith y José Luis por su ayuda y compañía en Panamá que hicieron mucho más padre el trabajo de campo!

Al personal administrativo y técnico de Ecoforest Panamá por brindarme todo su apoyo durante la fase de campo.

A Tomás Vázquez y Cristina Torres (CATIE Panamá) por las atenciones y facilitación de trámites en ciudad de Panamá.

A cuatro maes bien cuates por la amistad en CATIE y por el acompañamiento durante el proceso de la tesis: André, Mario Samuel, Nelson Enrique y Eugenio Wilber.

A cuatro amigas que padecieron conmigo los momentos de ánimo y desánimo que me trajo este trabajo: Edith, Isabel, Luisa y Nadiedja.

A Fredy y Óscar H. (Gracias muchá!)

A los y las compas de Economía Ambiental: Carlos, Edith, Isabel, Karla, Jorge Luis, José Luis, Luz Ángela, Marco, Martha, Nelson, Óscar, Victor y Zarifeth. Y a toda la promoción 2000-2001 por esos tremendos momentos compartidos en CATIE.

Y a todos los amigos y familiares, que desde Chetumal y otras ciudades, hicieron que no perdiera contacto con México!

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
ANEXOS	x
Resumen.....	xi
Summary.....	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.2 HIPÓTESIS	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 CUENCA DEL CANAL DE PANAMÁ.....	4
2.2 PLANTACIONES FORESTALES	6
2.3 TECA (<i>TECTONA GRANDIS</i>).....	10
2.4 VEGETACIÓN REMANENTE Y SU RELACIÓN CON BIODIVERSIDAD	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	13
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA SEGUIDA.....	14
3.2.1 <i>Información secundaria</i>	14
3.2.1.1 Selección de 16 sitios a analizar	16
3.2.2 <i>Recolección de datos</i>	19
3.2.3 <i>Análisis de la información</i>	20
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1 EL EFECTO DE LA SOMBRA SOBRE LA TECA.....	23
4.1.1 <i>Copa tamaño 1</i>	24
4.1.1.1 Efecto en altura.....	25
4.1.1.2 Efecto en DAP	28
4.1.2 <i>Copa tamaño 2</i>	30
4.1.2.1 Efecto en altura.....	31
4.1.2.2 Efecto en DAP	34
4.1.3 <i>Copa tamaño 3</i>	35

4.1.3.1 Efecto en altura.....	36
4.1.3.2 Efecto en DAP	39
4.1.4 Comprobación de primera hipótesis	40
4.2 LA RELACIÓN DE LOS COSTOS CON LA PRESENCIA DE ÁRBOLES Y BOSQUETES REMANENTES.....	48
4.2.1 Costo total y árboles y bosquetes remanentes	49
4.2.2 Costo de teca y árboles y bosquetes remanentes	51
4.2.2 Costo de oportunidad de los árboles remanentes.....	53
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1 CONCLUSIONES.....	57
5.2 RECOMENDACIONES	58
6. BIBLIOGRAFÍA	59
7. ANEXOS	61

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Árboles remanentes seleccionados como experimentos de estudio.	17
Cuadro 2. Familias de especies de árboles remanentes en Las Pavas.	24
Cuadro 3. Sitios y características de árboles remanentes individuales (copa tamaño 1).	25
Cuadro 4. ANDEVA de altura de árboles de teca en sitios de copa 1.	26
Cuadro 5. Altura media de árboles de teca en la primera fila alrededor de árboles remanentes.	28
Cuadro 6. ANDEVA de DAP de filas de árboles de teca en sitios con copa 1.	29
Cuadro 7. DAP promedio de árboles de teca en la primera fila alrededor de árboles remanentes.	30
Cuadro 8. Sitios y características de árboles remanentes con copa tamaño 2.	31
Cuadro 9. ANDEVA de altura de árboles de teca en sitios con copa 2.	32
Cuadro 10. ANDEVA de DAP de árboles de teca en sitios con copa 2.	34
Cuadro 11. Sitios y características de árboles remanentes con copa tamaño 3.	36
Cuadro 12. ANDEVA de altura de árboles de teca en sitios con copa 3.	37
Cuadro 13. ANDEVA de DAP de árboles de teca en sitios con copa 3.	39
Cuadro 14. ANDEVA de altura de árboles de teca.	41
Cuadro 15. ANDEVA de DAP de árboles de teca.	43
Cuadro 16. Lotes de teca analizados en Las Pavas.	49
Cuadro 17. Resultados de correlaciones con la variable costo total.	50
Cuadro 18. Resultados de las correlaciones con la variable costo de teca.	51
Cuadro 19. Costos de oportunidad de árboles remanentes en los 20 lotes de teca plantada en Las Pavas.	55
Cuadro 20. VAN/ha neta aprovechable para todo el periodo y anual por lote.	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zona de estudio.....	14
Figura 2. Señalamiento del límite de un sector.....	18
Figura 3. Diseño del experimento.....	19
Figura 4. Altura promedio de árboles de teca en sitios de copa tamaño 1.....	26
Figura 5. Prueba de medias (Tukey) de altura de árboles de teca en sitios con copa 1.....	27
Figura 6. Altura media de teca según orientación para 2000 en copa 1.....	28
Figura 7. Altura media de teca según orientación para 2001 en copa 1.....	28
Figura 8. DAP promedio de árboles de teca en sitios de tamaño de copa 1.....	29
Figura 9. Prueba de medias (Tukey) de DAP de árboles de teca en sitios con copa 1.....	30
Figura 10. Altura promedio de árboles de teca en sitios de tamaño de copa 2.....	32
Figura 11. Prueba de medias (Tukey) de altura de árboles de teca en sitios con copa 2.....	32
Figura 12. Altura media de teca según orientación para 2000 en copa 2.....	33
Figura 13. Altura media de teca según orientación para 2001 en copa 2.....	34
Figura 14. DAP promedio de árboles de teca en sitios de tamaño de copa 2... ..	35
Figura 15. Prueba de medias (Tukey) de DAP de árboles de teca en sitios con copa 2.....	35
Figura 16. Altura promedio de árboles de teca en sitios con tamaño de copa.....	337
Figura 17. Prueba de medias (Tukey) de altura de árboles de teca en sitios con copa 3.....	37
Figura 18. Altura media de teca según orientación para 2000 en copa 3.....	38
Figura 19. Altura media de teca según orientación para 2001 en copa 3.....	39
Figura 20. DAP promedio de árboles de teca en sitios de tamaño de copa 3... ..	40
Figura 21. Prueba de medias (Tukey) de DAP de árboles de teca en sitios con copa 3.....	40
Figura 22. Prueba de medias (Tukey) de altura de árboles de teca en relación a los tres distintos tamaños de copa de árboles o bosquetes remanentes.....	42
Figura 23. Prueba de medias (Tukey) de altura de árboles de teca en relación a las filas donde se encuentran plantadas respecto al árbol o bosquete remanente.....	42
Figura 24. Prueba de medias (Tukey) de DAP de árboles de teca en relación a los tres distintos tamaños de copa de árboles o bosquetes remanentes.....	43

Figura 25. Prueba de medias (Tukey) de DAP de árboles de teca en relación a las filas donde se encuentran plantadas respecto al árbol o bosquete remanente	44
Figura 26. Altura promedio de árboles de teca en todas las experimentos según tamaño de copa de los árboles y bosquetes remanentes	45
Figura 27. DAP promedio de árboles de teca en todas las experimentos según tamaño de copa de los árboles y bosquetes remanentes	46
Figura 28. Altura media de árboles de teca según orientación para 2000	46
Figura 29. Altura media de árboles de teca según orientación para 2001	47
Figura 30. Comparación de los valores de las variables costo total por lote y superficie de árboles remanentes	51
Figura 31. Dispersión de las variables costo por ha de teca y superficie de teca plantada	52

ANEXOS

ANEXO 1. Croquis de 16 sitios analizados.....	62
ANEXO 2. Lotes analizados de Las Pavas.....	78

Calderón M, JJ. 2001. Evaluación económica de árboles y bosquetes remanentes en plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en la Cuenca del Canal de Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE.

Palabras claves: árboles remanentes, plantación forestal, efecto de sombra, *Tectona grandis*, costos de plantación.

Resumen

Dentro de la Cuenca del Canal de Panamá se encuentran diversas zonas, conocidas como Áreas Revertidas (antiguas zonas bajo administración estadounidense) a partir de 2000, que se han concesionado para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales. Por la regulación de política ambiental en esa estratégica región no se permite desmontar el terreno totalmente para establecer las plantaciones, por lo que dentro de las plantaciones queda vegetación remanente. Este hecho definitivamente trae consigo una serie de posibles costos y beneficios a las empresas reforestadoras.

Una de las mayores concesiones fue la entregada a Ecoforest Panamá con una extensión de 7,370 hectáreas en el sector oeste de la cuenca del canal. En terrenos de esta concesión se levantó un inventario de la vegetación remanente, el cual ha sido base de la presente investigación.

Se establecieron 16 sitios con vegetación remanente, sean árboles aislados o pequeños bosquetes, rodeados de árboles de teca para determinar el efecto de la sombra de la vegetación remanente sobre la teca. Los resultados demostraron que el tamaño de copa de la vegetación remanente es un fuerte indicador del efecto que causa la competencia con la teca. Árboles de teca situados alrededor de copas mayores presentaron menores medidas en altura y DAP.

Se analizaron costos de 20 lotes de la plantación de teca, los cuales presentaron distintas proporciones de vegetación remanente en su superficie. Se encontró que los costos obtenidos en los lotes se deben principalmente a los gastos efectuados en trabajos relacionados con la plantación de teca y no tanto debido a la presencia de vegetación remanente.

Calderón M, JJ. 2001. Economic evaluation of remnant forest fragments and isolated trees in teak (*Tectona grandis*) plantations within the Panama Canal watershed. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE.

Key words: remnant trees, forestry plantation, shadow effect, *Tectona grandis*, plantation costs.

Summary

Within the Panama Canal Watershed there are several areas known as Reverted Zones (once managed by the past US administration) since 2000, which have been released through concessions for the establishment of commercial forestry plantations. Environmental policies specific to this strategic zone do not allow clear cutting for the establishment of forestry plantations, as a result forest remnants are present within plantations. The presence of these remnants have a series of benefits and costs to the reforestation companies.

One of the largest concessions of 7,370 ha located on the western sector of the canal watershed was granted to Ecoforest Panamá. An inventory of the remnant vegetation was undertaken within the limits of this concession, which has been used as the basis for the present investigation.

Sixteen sites with remnant vegetation (isolated trees or small forest fragments) surrounded by teak trees were established to determine the effect of the shade by the remnant vegetation on teak. The results show that crown size of the remnant vegetation is a strong indicator of the effect of competition with teak. Teak trees located around large crown sizes showed reduced height and diameter.

The costs of 20 plots, which had different proportions of remnant vegetation within them, in the teak plantation were analyzed. The analyses showed that the costs obtained per plot were due to costs related to work undertaken within the teak plantation and not entirely attributable to the presence of the remnant vegetation.

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2000, la Administración del Canal de Panamá fue revertida a los panameños. Dentro de la Cuenca del Canal se definieron como Áreas Revertidas las antiguas zonas bajo administración estadounidense.

Estas áreas se han concesionado para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales. En este caso la regulación política ambiental no permite desmontar el terreno totalmente para establecer las plantaciones, por lo que dentro de las plantaciones queda vegetación remanente, árboles de gran tamaño inclusive. Este hecho definitivamente trae consigo una serie de costos y beneficios a las empresas reforestadoras. La sombra generada por los árboles remanentes puede ser una limitante para el crecimiento de los árboles plantados. Sin embargo, si por disposiciones legales no es posible eliminar dicha vegetación, es imprescindible realizar un inventario para determinar las especies y los posibles usos, así como evaluar los costos o beneficios económicos que pueden tener consigo. Ya sean plantaciones privadas o gubernamentales la vegetación remanente podría aportar beneficios mediante su aprovechamiento por las empresas o población local, generalmente por la vía de productos forestales no maderables. Aunado a esto, es importante el papel que estos árboles y bosquetes remanentes pueden tener en la conservación de la biodiversidad.

Cuando se puso en marcha el proyecto de reforestación en la zona de estudio, fueron dejados premeditadamente, debido al marco legal de la concesión, árboles remanentes. Las leyes ambientales panameñas no impiden cortar estos árboles, pero es necesario hacer una solicitud y un estudio a modo de justificación para su corta. En este estudio de caso, los árboles y bosquetes remanentes han quedado dispersos por los terrenos de la plantación de teca (*Tectona grandis*) y se asume que tendrán un importante efecto en el crecimiento de la teca debido a que es una especie que demanda mucha luz, sobre todo en su crecimiento inicial (Chaves, 1991). Esto hace presuponer que los árboles remanentes entonces interferirán con los requerimientos de luz solar de la teca.

Por lo tanto, la presencia de estos árboles y bosquetes remanentes representarían costos no contemplados para la plantación. Son un costo de oportunidad al ocupar un espacio que podría ser utilizado para teca y además de la sombra que interfiere en el crecimiento de la teca, se incurren en costos por limpieza y mantenimiento. Sin

embargo, la presencia de árboles y bosquetes remanentes le añade valor a la plantación. Algunos árboles son frutales como marañón, nance y mango y otros no frutales, son parte esencial del hábitat de varias especies de aves y mamíferos. Es decir, se producen costos y beneficios que no han sido cuantificados y valorados.

El estudio que se presenta forma parte de una serie de investigaciones desarrolladas por CATIE en la Cuenca del Canal de Panamá. La región se encuentra inmersa en importantes proyectos de reforestación y conservación de bosques y para tal efecto se han concesionado las áreas recién revertidas al gobierno panameño. Otras investigaciones paralelas llevadas a cabo por CATIE abordan el monitoreo de los bosquetes remanentes para medir la estructura del bosque, su diversidad y su dinámica de recuperación después del establecimiento de la plantación de teca. Asimismo, investigar sobre la biodiversidad presente en estos árboles y los bosquetes remanentes en combinación con árboles de teca.

La investigación propuesta en este documento corresponde al aspecto económico y silvicultural de la coexistencia de árboles de teca y los árboles y bosquetes remanentes. Se considera importante hacer una cuantificación de la reducción de la productividad de la plantación como efecto de la sombra causada por los árboles remanentes. Bajo esta perspectiva es importante calcular el costo de la mencionada interacción. Esta información será necesaria como base para desarrollar las líneas de acción de cualquier proyecto basado en plantación de árboles forestales comerciales, en relación a la conveniencia de conservar y manejar árboles remanentes.

El objetivo de esas plantaciones es principalmente comercial, mediante el aprovechamiento de teca. Es necesario entonces, realizar un estudio que cuantifique y valore esos costos o beneficios, así como desarrollar el uso potencial de dichos árboles mediante el conocimiento local de la población circundante a las plantaciones.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Determinar el impacto de árboles y bosquetes remanentes en relación a la competencia con árboles de teca; así como determinar los costos y beneficios por la presencia de estos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la disminución del crecimiento en diámetro y altura total de árboles de teca, por efecto de la sombra de los árboles remanentes.
- Establecer la diferencia de los costos de plantación, limpieza y mantenimiento de lotes de plantación con diferentes densidades de árboles y bosquetes remanentes.
- Determinar el costo de oportunidad del espacio ocupado por los árboles y bosquetes remanentes con respecto a plantar teca en dicho espacio.
- Identificar beneficios indirectos de los árboles y bosquetes remanentes.

1.2 Hipótesis

- El efecto de la competencia de los árboles y bosquetes remanentes influye significativamente en forma negativa en el crecimiento de los árboles de teca.
- Los costos de plantación, mantenimiento y limpieza de los lotes de teca son significativamente mayores en aquellos lotes con mayor densidad de árboles y bosquetes remanentes.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cuenca del Canal de Panamá

La cuenca hidrográfica del canal de Panamá representa un sitio de alta importancia estratégica, desde los puntos de vista político, social, económico y ecológico. Es la cuenca más importante del país debido a que su uso ha propiciado el desarrollo de procesos fundamentales para la economía panameña y porque de su existencia depende la conservación de una importante biodiversidad.

La zona estuvo administrada durante décadas por Estados Unidos y se impulsaron distintas actividades económicas que condujeron a una paulatina degradación de los bosques en algunas zonas. Sin embargo, en los últimos años los programas de protección de la cuenca han mostrado efectos positivos al detener la agresiva expansión de los potreros a costa de los bosques y hacer descender la tasa anual de deforestación (Proyecto Monitoreo de la Cuenca del Canal, 1999).

El proceso de desarrollo panameño, amparado por el histórico tratado Carter – Torrijos de 1977 que estableció el traspaso de la administración norteamericana al gobierno de Panamá, conduce a que las áreas de amortiguamiento del Canal estén siendo entregadas en concesión a empresas privadas y competitivas. Resalta el aporte de estas concesiones forestales otorgadas por la Autoridad de la Región Interoceánica (ARI) con el objetivo de reforestar las áreas degradadas y ocupadas por pajonales de la exótica y agresiva paja canalera (*Saccharum spontaneum*) (Proyecto Monitoreo de la Cuenca del Canal, 1999). El gobierno panameño ha impulsado la reconversión de estas áreas improductivas y deprimidas económicamente a zonas productivas y generadoras de ingresos económicos y productos para el país, sin menoscabo del medio ambiente.

La cuenca ha sido una de las áreas más estudiadas del país, incluyendo aspectos de ordenamiento y planificación, problemática social e inventarios biológicos. En gran parte se debe a la vital importancia que tiene la cuenca para el desarrollo económico de Panamá, ya que ahí se encuentra una de las principales vías del transporte y comercio mundial.

Desde la construcción del Canal se empezó una gradual degradación de los bosques circundantes, pero no fue sino hasta hace dos décadas que la situación se empezó a revertir. La migración hacia la zona siempre ha sido constante. A mediados del siglo

XIX se instaló población proveniente de las islas del Caribe, Colombia, Europa y Asia con motivo de la construcción del ferrocarril interoceánico (1850-1885) y los trabajos del Canal Francés (1880-1890). En el siglo XX, con la construcción definitiva del Canal, hubo mayor desplazamiento de población, en parte por los pueblos que fueron inundados por la creación del Lago Gatún y en parte por inmigrantes campesinos del interior y familias de bajos ingresos de las ciudades Panamá y Colón atraídos por tierras baratas y la cercanía a sus puestos de trabajo (Proyecto Monitoreo de la Cuenca del Canal, 1999).

En 1950 se abrió la carretera Transístmica, hecho que convirtió a la cuenca en un frente mayor de colonización agropecuaria, de industrialización y urbanización (Heckadon Moreno, 1999). La situación de degradación ambiental y sobretodo de deforestación de la cuenca llevó al gobierno central a impulsar políticas y mecanismos para detener esa situación. Hace 20 años se elaboró un primer plan de manejo para la zona como contribución al mejoramiento y conservación de los bosques (Palencia, 2000).

La Autoridad de la Región Interoceánica (ARI) fue creada mediante la Ley No. 5 del 25 de febrero de 1993 (ANCON, 1995) con el objetivo de ejercer en forma privativa la custodia, aprovechamiento y administración de los bienes revertidos al gobierno panameño a fin de que estos bienes sean incorporados gradualmente al desarrollo integral del país. Es el ente encargado de elaborar un Plan General y un Plan Regional que incluyan un plan de uso, conservación y desarrollo del área del canal. Contiguo a esto se creó una ley de incentivos a la reforestación, factor importante al aumento de la superficie reforestada últimamente, en respuesta a los beneficios ofrecidos de carácter fiscal (Palencia, 2000).

Así con la reforestación se ha aumentado el cultivo de árboles maderables con fines comerciales sobre todo por el sector privado como producto de la ley de incentivos forestales y por las concesiones otorgadas con el objeto de reforestar áreas degradadas e improductivas debido a la presencia de la paja canalera. Grandes extensiones de pajonales se están convirtiendo en plantaciones productivas.

2.2 Plantaciones forestales

Se ha reconocido que la deforestación es uno de los más graves problemas ecológicos del mundo. Además está muy relacionada con los problemas ambientales globales más fuertes. Frente a la pérdida de los bosques, hay políticos y políticas que asumen que es necesario plantar para restablecer los bosques del mundo. Los políticos que han justificado estas medidas, han dicho que con ellas se va a compensar y a revertir incluso el efecto de la deforestación.

Los ecosistemas disturbados, como los deforestados, son producto de fuerzas naturales y/o antropogénicas y para ello son necesarias actividades de restauración. Los disturbios pueden impactar los componentes básicos del ecosistema como la composición de las plantas y animales, suelos y la atmósfera; así como los procesos del ecosistema, es decir, las interacciones entre los componentes básicos; y aún, los disturbios pueden afectar tanto a los componentes como a los procesos (Harrington, 1999). La degradación de los ecosistemas boscosos puede ser el resultado de varios factores, ya sean naturales o por intervención del ser humano. Aunque los proyectos de restauración de ecosistemas pueden incluir muchas actividades, plantar es casi siempre un componente principal en lo referente a la restauración de bosques.

Las plantaciones forestales, con el tiempo, llegan a compartir muchas características de los bosques naturales. Aunque las plantaciones son manejadas principalmente para la producción sostenible de madera sólida y/o fibra, juegan un papel cada vez más importante en la protección de otros valores del bosque. Este rol rápidamente cambiante establece se presenta como un reto a los forestales: incrementar la productividad para responder al incremento de la demanda mundial y al mismo tiempo satisfacer las expectativas públicas para preservar y enriquecer un gran rango de los valores del bosque (McCullough, 1999).

Existen quienes pueden cuestionar la necesidad de realizar plantaciones forestales en las áreas degradadas y sugieren que el abandono resultaría mejor en el desarrollo natural del ecosistema. Sin embargo, al plantar con objetivos de conservación o restauración se hace por las mismas razones que plantar para la obtención de madera u otros objetivos – permite mayor control de la composición de las especies y espaciamiento, y puede resultar en un área forestada más rápidamente que no llevar al cabo una acción alternativa (Bradshaw 1987; Harmer y Kerr 1995, citados por Harrington, 1999).

Debido al incremento de la demanda de productos de madera a nivel mundial, los bosques actuales soportan demasiada presión por la búsqueda de madera, así como también otros servicios como retención de suelos o purificación de agua. Así, las políticas forestales están bajo presión para re establecer los bosques tan rápido y barato como sea posible (Jordan y Farnworth, 1982).

Las plantaciones forestales pueden en efecto, ayudar a reducir el déficit de madera existente en el mundo. Según los pronósticos de la FAO (FAO, 1993, citado por Reis, 1997), se prevé que el consumo mundial de madera, estimado en 3,500 millones de metros cúbicos por año en 1990, ascenderá a 5,100 millones de metros cúbicos anuales para el año 2010.

Se predice que la demanda de madera se cubrirá cada vez más con maderas extraídas de las extensas plantaciones comerciales establecidas, mientras que los bosques naturales continuarán sufriendo la madera de alta calidad requerida para ciertos productos específicos. La complementación de los dos sistemas promete un buen futuro tanto para la industria como para la biodiversidad del bosque. Un equilibrio similar entre las funciones de las plantaciones de especies exóticas y de especies nativas podría mejorar incluso más las perspectivas futuras (Prebble, 1997).

Las plantaciones representan así una importante fuente para satisfacer el crecimiento de la demanda de madera. Esta tendencia es mundial e igualmente significativa para América Latina y el Caribe donde se está impulsando el desarrollo de plantaciones forestales comerciales.

América Latina posee alrededor del 40 % de las selvas tropicales restantes en el mundo (Reis, 1997), pero pese a ello, se han plantado miles de hectáreas con especies exóticas, principalmente. Las plantaciones forestales comerciales significan una función muy importante en las economías de varios países, fundamentalmente como fuente de materias primas para las industrias madereras y para los sectores de producción de carbón vegetal, hierro y acero. Entre 1980 y 1990, la superficie de los trópicos convertida en plantaciones aumentó de 18 millones de hectáreas a 44 millones y esta tendencia continúa (Prebble, 1997).

Sin embargo, las críticas a esta forma de reforestar son muchas. Es obvio que una plantación forestal no sustituye todas las funciones que un bosque natural desempeña. Las críticas van principalmente en el lado de que los monocultivos tienen múltiples

efectos negativos como susceptibilidad de plagas, erosión, esterilización del suelo y facilitar incendios (Camino y Budowski, 1998).

Eso es ver sólo el posible impacto negativo de la plantación al entorno natural. Se deja de lado que plantar árboles tienen beneficios económicos, sociales y ambientales. Las industrias basadas en las plantaciones forestales constituyen fuentes de empleo, generan superávits económicos y suministran insumos a otros sectores de la economía. Pueden ofrecer nuevas riquezas para las zonas rurales más necesitadas del desarrollo económico y pueden también crear un fuerte incentivo para proteger los bosques y mantener y mejorar su potencial financiero y económico (Reis, 1997). Las plantaciones manejadas intensivamente pueden proveer de empleo e ingresos a comunidades rurales, especialmente cuando la población local está dispuesta a obtener un pago justo de los beneficios de las plantaciones. Sin embargo, hay muy pocos estudios sobre los beneficios sociales, en particular sobre cómo los beneficios a las comunidades locales pueden ser mejorados (Teaknet, 1999).

Las plantaciones forestales son una oportunidad de tener una situación *win:win* para la sociedad. Se sobre entiende el derecho de determinar si las tierras públicas deberían ser preservadas o no, pero cuando esto es asociado con el incremento de demanda para productos de madera, se crea un vacío en la producción de madera. Pero este vacío puede ser remplazado con el manejo de plantaciones forestales (McCullough, 1999).

Se necesitan tanto bosques naturales como plantaciones forestales para satisfacer las múltiples e insaciables demandas de la población y, por lo tanto, los recursos disponibles deben canalizarse hacia la conservación, el manejo y el desarrollo de ambos tipos de bosque de forma sostenible. Con un aumento de la superficie de plantaciones forestales es posible reducir la presión ejercida sobre los bosques naturales y de ese modo permitir la prolongación de los ciclos de corta en los bosques tropicales bajo manejo. Asimismo, se puede producir una disminución de la demanda de productos forestales secundarios como leña, forraje, etc., de los bosques naturales y tierras boscosas (Reis, 1997).

Alrededor de la plantaciones forestales existen algunos mitos que ocultan lo vital que son ellas para responder a la demanda mundial de productos provenientes de los bosques. Las plantaciones son capaces de proveer, si no todas, la mayoría de las funciones y hábitats encontrados en bosques de la misma edad (McCullough, 1999).

En los últimos años, se ha tomado mayor conciencia de que la viabilidad de las plantaciones no debería interpretarse únicamente en términos financieros. Las plantaciones forestales deberían considerarse en el contexto de los ecosistemas que las circundan y es fundamental tener en cuenta los posibles impactos ambientales y sociales (Prebble, 1997). Las plantaciones forestales son una inversión de largo plazo, y requieren una plataforma económica predecible para estabilizar el nivel de riesgo (McCullough, 1999).

La intervención de empresas privadas en el establecimiento de las plantaciones es reciente y se espera que las áreas bajo manejo privado se incrementen rápidamente al percibirse como una inversión atractiva comercialmente. Bajo condiciones claras y favorables de tenencia, políticas menos restrictivas y la provisión de incentivos económicos, las plantaciones se han expandido particularmente en granjas. Las futuras expansiones se esperan en lugares fuera de los sitios tradicionales, donde la tierra es disponible de manera extensiva (Teaknet, 1999).

Nuevas circunstancias están llevando a los manejadores de plantaciones a modificar planes de manejo probados con el fin de proteger la calidad del agua, hábitats de vida silvestre y peces, productividad del suelo y el paisaje. Se ha hecho necesario contar con medidas importantes como el establecimiento de varias metas para cada objetivo. La definición de criterios de medición y un respaldo de un tercer actor o el proceso de certificación, están ayudando a los forestales a identificar y dirigir oportunidades de mejoramiento de las plantaciones. Cada uno de estos objetivos, sin embargo, pueden implicar negociar en términos de rendimiento y utilización, de esta manera se reduce el atractivo económico de la inversión forestal (McCullough, 1999).

La certificación de las plantaciones se está convirtiendo en un importante factor. Tanto el sector privado como el público deberían estar atentos de los procesos de certificación y las medidas a ser tomadas para cumplir con varios estándares. Los actuales incentivos de la certificación consisten del potencial de obtener precios más altos en nichos de mercado donde los consumidores son conscientes del ambiente y los aspectos sociales del manejo forestal y están preparados para pagar un precio premio por madera obtenida de áreas manejadas sosteniblemente (Teaknet, 1999).

En cuanto a la elección de especies, ésta merece cuidadosa consideración. Las especies deseadas pueden no crecer bien en sitios degradados o pueden no proveer una oportunidad de cosecha en un término corto para reducir los costos de

restauración (Harrington, 1999). Idealmente, se seleccionaría la especie que maximice los beneficios al reforestador. Para ello, Cornelius (1994) define tres criterios principales a considerar: el valor o utilidad del producto final, su productividad en los sitios disponibles y el costo de establecimiento y manejo.

El éxito de las plantaciones en América Latina confirma ciertamente que existe un lugar para las especies exóticas (Prebble, 1997). Por especie exótica se entiende aquella especie que se introduce en otro sitio donde no se le encuentra de forma natural, lo cual la diferencia de la especie nativa. Existe un debate sobre si las plantaciones deberían hacerse con especies nativas o exóticas. Pero el éxito o fracaso de una plantación forestal no depende exclusivamente de si la especie es nativa o exótica sino de la buena selección del sitio, de la fuente semillera y del buen manejo (Cornelius, 1994). Algunas especies exóticas bien conocidas tienen muy buena aceptación, mientras existen especies nativas poco conocidas y en las que hay poco interés.

Así como la teca tiene un número de cualidades como especie de plantación, debería haber más cuidado en probar y validar todas las afirmaciones de su potencial. Esto asegurará que al promover la teca, se haga basándose en información precisa y los inversionistas no se guíen de afirmaciones exageradas (Teaknet, 1999).

2.3 Teca (*Tectona grandis*)

Es un árbol grande que puede alcanzar en su hábitat natural los 60 m de altura, un DAP de 2.6 m y un tronco libre de ramas de 30 m (Troup, 1932; Chand Basha, 1977, citados por Briscoe, 1995). Es originaria de los bosques deciduos húmedos y secos del trópico de la India, Laos, Myanmar y Tailandia, en las latitudes 12 a 25°N, y se adapta bien en Malasia, Indonesia y en otros países comprendidos en las latitudes 28°N a 18°S (Briscoe, 1995; Chand Basha, 1997). Ha sido plantada ampliamente en lugares que no son su hábitat natural. En África es la mayor especie exótica plantada y así mismo se ha extendido su plantación en Centro y Sudamérica y el Pacífico (Chand Basha, 1997).

La teca prolifera mejor y alcanza sus más grandes dimensiones en un ligero clima tropical húmedo. Se desarrolla en áreas con una precipitación de 760 a 5000 mm, pero su mejor desarrollo se da entre los 1300 y 3800 mm aproximadamente, con una estación seca definida (White, 1991, citado por Briscoe, 1995; Chand Basha, 1997; y

Pandey y Brown, 2000). La temperatura media mensual óptima es de 30° C a 41° C (Chand Basha, 1997) Para fines comerciales se ha plantado en el trópico cálido, especialmente en áreas inferiores a los 1000 m de elevación, con una estación seca definida y una precipitación superior a los 1000 mm (Troup, 1932, citado por Briscoe, 1995). Se sitúa en colinas o terreno ondulado y en llanos bien drenados. Tiene un requerimiento especial de buen drenaje del subsuelo y evita áreas pobremente drenadas (Chand Basha, 1997).

La teca no soporta la sombra continua, malezas vigorosas, ni plantas trepadoras. Relativamente tiene pocas plagas y enfermedades (Briscoe, 1995; Pandey y Brown, 2000).

2.4 Vegetación remanente y su relación con biodiversidad

La reducción del área original de bosque tropical, en adición al aislamiento espacial de los fragmentos remanentes en zonas agropecuarias, representan las principales amenazas a la biodiversidad del bosque tropical (Guevara *et al.* 1998). La fragmentación de un bosque continuo en pequeños remanentes aíslan poblaciones locales de organismos. Los fragmentos se ordenan en escala espacial desde parches de bosques a árboles individuales. El valor de la conservación de un paisaje fragmentado no está directamente relacionado con cuanto hábitat original quede. Cada elemento del paisaje necesita ser considerado como un depositario de diversidad biológica, y la protección de la diversidad biológica de una región tiene que ser considerada en el amplio contexto del paisaje (Forman y Gordón, 1986; Lord y Norton, 1990; Saunders *et al.* 1991; Franklin, 1993, en Williams – Linera *et al.* 1995).

Se han estado estableciendo plantaciones forestales en algunas zonas forestales degradadas. De este modo, se está restaurando la productividad de algunas de estas áreas degradadas pero los niveles de biodiversidad regional están disminuyendo aún más. Según Lamb (1997) el futuro de las zonas forestales de los trópicos parece radicar en un paisaje de bosques degradados, monocultivos forestales o tierras agrícolas, con sólo unas pocas franjas de cobertura boscosa remanente más o menos alterada en los terrenos de mayor pendiente o en las zonas más remotas.

Lamb (1997) se pregunta si sería posible vincular alguna forma de restauración con las grandes inversiones que se están realizando en el desarrollo de plantaciones de modo

que podamos obtener los beneficios de la producción y restaurar al mismo tiempo la biodiversidad regional original. Las plantaciones de madera para pulpa de cortos turnos de rotación probablemente no ofrezcan muchas oportunidades, pero existen diversas posibilidades en las plantaciones de madera para aserrío con ciclos de corta más largos.

Los árboles remanentes, en grupos o aislados, juegan un papel importante en la conservación de la biodiversidad porque proveen hábitats y recursos que de otra manera estarían ausentes de los paisajes agrícolas y otros paisajes modificados por las actividades humanas en los trópicos. La mayoría de las especies son conocidas por proveer comida para las aves y otros animales del bosque (Guevara *et al.* 1998; Harvey y Haber, 1999). Sirven como sitios críticos para la anidación, alimentación y dormitorio para una variedad de especies de aves y murciélagos (Harvey y Haber, 1999). Es decir, son como sitios de relevo para la fauna y sitios seguros para la flora nativa ya que la mayoría de las especies de árboles de bosque tropical dependen en el asentamiento de la fauna en el dosel para la reproducción, por ejemplo, insectos para polinización y vertebrados frugívoros para la dispersión de semillas (Guevara *et al.* 1998).

Los árboles aislados que quedaron de la tala del bosque constituyen el mínimo remanente del dosel del bosque original. Esos árboles remanentes son ejemplos comunes de los actuales paisajes agrícolas e intervenidos en los trópicos. Su principal uso es como fuente de sombra para el ganado, pero también como forraje complementario, leña, madera y frutos comestibles (Guevara, 1986 y Guevara *et al.* 1997; en Guevara *et al.* 1998). Cada remanente de bosque, incluyendo árboles remanentes, pueden contribuir a preservar la diversidad biológica de la región (Williams – Linera *et al.* 1995).

La dinámica del paisaje, incluyendo los beneficios de los árboles remanentes aislados, está fuertemente influenciada por la estructura del paisaje (Turner, 1989; en Guevara *et al.* 1998). Los árboles aislados deberían ser considerados y preservados como un elemento importante del paisaje, así como los fragmentos de bosque, o remanentes de bosques modificados (Williams – Linera *et al.* 1995).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la zona de estudio.

El estudio se halla comprendido dentro de las Áreas Revertidas del Canal de Panamá, anteriormente llamada Zona del Canal. El sitio se encuentra en terrenos otorgados en concesión (7,370 ha a Ecoforest Panamá) para la reforestación por 40 años con extensión por 20 años adicionales. Aproximadamente el 50% de la mencionada área se halla cubierta por bosque nativo. Sobre el restante 50% de las tierras que hoy se encuentran cubiertas de paja canalera, la empresa se encuentra desarrollando plantaciones comerciales de teca y en aquellas áreas con limitaciones (estimada en un 10% del área reforestable) plantaciones de especies nativas. Estas especies nativas serán utilizadas para el enriquecimiento de las áreas degradadas y de quebradas (Ecoforest, 1998).

El área donde se desarrolló la investigación corresponde a una plantación de teca establecida en 1999. Se encuentra localizada en la región noroccidental del Canal de Panamá y en la parte central de la cuenca hidrográfica del Canal. Según la regionalización propuesta en el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica, el área está en la Subregión Gatún Sur y de acuerdo a la zonificación administrativa forma parte de los corregimientos Amador, Mendoza, Santa Clara, Nuevo Emperador y Ancón de la provincia de Panamá (Figura 1).

Esta zona presenta bajas elevaciones, menos de 150 m, con terreno plano o con pendientes pequeñas. Se pueden apreciar tres distintos tipos de paisajes: llanuras, colinas y cerros bajos. La topografía se caracteriza por tener en los cerros pendientes de ligera a moderadamente inclinadas y en las cimas se presentan pendientes de fuertemente inclinadas a abruptas (Ecoforest, 1998).

Existe influencia de la Zona de Convergencia Intertropical y por la presencia de grandes masas de agua. Tiene un clima húmedo con dos estaciones marcadas: entre mayo y diciembre hasta 2500 mm de precipitación, y entre diciembre y abril una fuerte estación seca (Leigh, Rand y Windsor, 1990; Windsor, Rand y Rand, 1990; citados por Aguilar y Condit, sf).

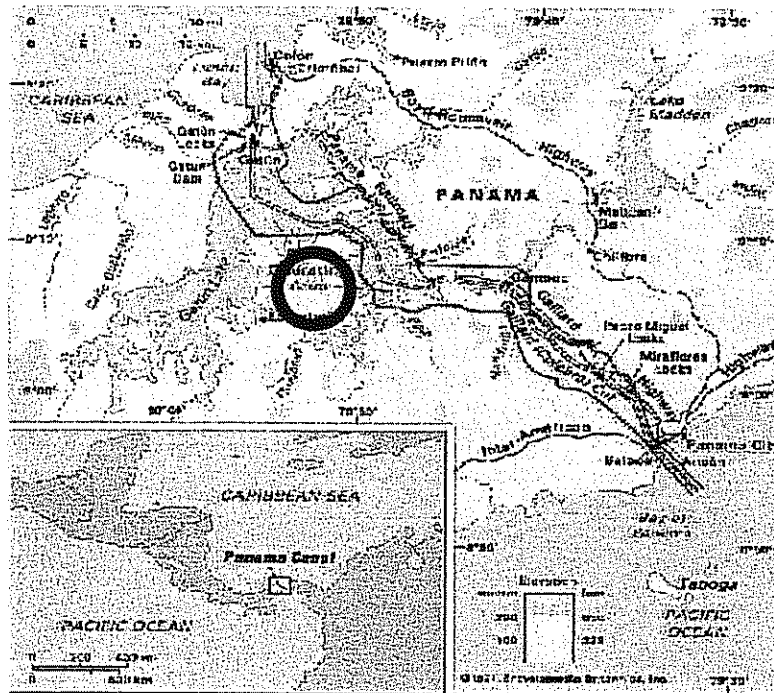


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

La temperatura es uniforme en la región con una media mensual que varía entre 24.6° y 28.5°. La humedad relativa supera el 60% y alcanza valores máximos de junio a noviembre (Ecoforest, 1998).

Los suelos predominantes son del orden de los oxisoles los cuales se caracterizan por su textura arcillosa, de medianamente profundos a profundos, estructura granular y agregados, estables, altamente resistentes a la erosión cuando son cultivados, falta de horizontes bien marcados en el perfil, buena permeabilidad y drenaje interno, color pardo, rojizo y amarillentos.

De acuerdo a la clasificación de Holdridge el área se encuentra ubicada dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Tropical.

3.2 Descripción de la metodología seguida.

La población y área de influencia es dentro del área concesionada, que corresponde al denominado Proyecto Las Pavas, el cual es uno de los tres proyectos de reforestación que la Empresa Ecoforest Panamá desarrolla en la zona. Es ahí donde se encuentran los 16 sitios analizados y que fueron predefinidos en un estudio que se lleva a cabo en la zona.

3.2.1 Información secundaria

Para realizar el presente estudio se tomaron datos que fueron recabados en una primera fase del proyecto de investigación sobre árboles remanentes en el área reforestada.

El estudio consiste de dos partes. La primera fue inventariar los lotes de la plantación. Para ello, se seleccionó aleatoriamente el 10% del área de cada lote. El procedimiento para elegir las áreas fue (Eduardo Montenegro, Com. pers.¹):

- Mediante SIG, medir la distancia perpendicular al eje de las calles a lo largo de la cual la teca está plantada.
- Elegir un número aleatorio a lo largo de este eje. La calle más cercana de este número aleatorio es la primera en ser elegida para el estudio.
- Calcular el área de la calle.
- Repetición de estos pasos tanto como el área total de calles seleccionadas para el estudio que sea menos que el 10% del total del área.

El procedimiento para inventariar las calles seleccionadas para el estudio fue:

- Localizar la calle con GPS.
- Caminar la distancia de la calle recolectando información sobre todos los árboles remanentes que tuvieran el centro de su tronco localizado dentro de un rango de 1.5 m a cada lado del centro de la calle.
- Para cada árbol ≥ 1.0 cm tomar los siguientes datos:
 - o dap
 - o Identificación de especies (incluidas las palmas)
 - o Coordenadas (GPS)
 - o Altura
 - o Información fenológica
 - o Radio del dosel en cuatro puntos cardinales (norte, este, sur, oeste)
 - o Observación de salud (daño de corteza, daño por fuego, etc.)

¹ Montenegro, E. 2000. Inventario de árboles remanentes en Las Pavas, Panamá (correo electrónico). Panamá.

- o Tamaño del bosque del cual es parte.
- Colocar a cada árbol una banda numerada de aluminio para referencia futura.

3.2.1.1 Selección de 16 sitios a analizar.

La segunda parte consistió en seleccionar un subconjunto de árboles remanentes para un estudio más intensivo. Específicamente, instalar algunos experimentos alrededor de los árboles remanentes con el propósito de cuantificar el impacto que estos árboles tienen en el crecimiento de la teca. En un principio se pensó en elegir los sitios de acuerdo a tres categorías:

- a. Experimentos con árboles remanentes solitarios
- b. Experimentos con grupos de 2 – 4 árboles remanentes
- c. Experimentos con grupos de 4 – 6 árboles remanentes

El criterio era seleccionar árboles con DAP mayor o igual a 30 cm, sin embargo, con los datos de la base obtenida se determinó que no era posible establecer los experimentos bajo estos términos. Por lo tanto, se consideraron árboles remanentes con DAP menor a 30 cm (Eduardo Montenegro, Com. pers.²).

Se seleccionaron 16 sitios y de acuerdo a las tres categorías fueron (Cuadro 1):

- a. 13 experimentos con árboles remanentes solitarios
- b. 2 experimentos con grupos de 2 – 4 árboles remanentes
- c. 1 experimento con grupos de más de 4 árboles remanentes

² Montenegro, E. 2001. Sitios con árboles o bosquetes remanentes (entrevista). Panamá.

Cuadro 1. Árboles remanentes seleccionados como experimentos de estudio.

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FAMILIA
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae
Guayacán	<i>Tabebuia guayacán</i>	Bignoniaceae
Guayacán	<i>Tabebuia guayacán</i>	Bignoniaceae
Carbonero	<i>Colubrina glandulosa</i>	Rhamnaceae
<ul style="list-style-type: none"> • Cortezo • Oreja de mula • Marañón 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Apeiba tibourbou</i> • <i>Miconia elata</i> • <i>Anacardium occidentale</i> • <i>Byrsonima spicata</i> • <i>Lonchocarpus sp.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiliceae • Melastomataceae • Anacardiaceae • Malpighiaceae • Leguminosae
Amarillo	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae
<ul style="list-style-type: none"> • Mango • Amarillo 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mangifera indica</i> • <i>Terminalia amazonia</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Anacardiaceae • Combretaceae
Guayacán	<i>Tabebuia guayacán</i>	Bignoniaceae
Palma real	<i>Scheelea zonensis</i>	Palmae
Palma real	<i>Scheelea zonensis</i>	Palmae
Palma real	<i>Scheelea zonensis</i>	Palmae
Palma real	<i>Scheelea zonensis</i>	Palmae
<ul style="list-style-type: none"> • Marañón • Laurel 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Anacardium occidentale</i> • <i>Cordia alliodora</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Anacardiaceae • Boraginaceae
Poropol	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae
Palma real	<i>Scheelea zonensis</i>	Palmae
Algarrobo	<i>Hymenaceae courbaril</i>	Leguminosae

El procedimiento para instalar los 16 experimentos fue el siguiente (Figura 3):

- El centro del experimento fue el centro del árbol o bosque remanente.
- Se midió la altura de la primera rama y la altura total.
- Se obtuvieron las coordenadas geográficas (GPS).

Posteriormente a la obtención de la información anterior se procedió al establecimiento de cuatro sectores en cada experimento, los cuales fueron nombrados A, B, C y D. Se establecieron en forma de cruz tomando los rumbos (NE, SE, NO, SO) de cada uno de

ellos con la ayuda de una brújula. La longitud de cada sector fue de 15 m a partir del límite de la copa. Es decir, que si un árbol remanente tenía 4m, 5m, 7m y 12m de radio en cada sector, la longitud de cada uno de ellos iniciaba a partir de los 4, 5, 7 y 12 m respectivamente (4+15; 5+15; 7+15;12+15).

En cuanto al ancho de cada sector, este fue determinado por el ancho de la copa del árbol remanente. Esto llevo a tomar en algunos casos 3, 4 o más líneas de teca. Así, los sectores contenían exclusivamente líneas de teca. Cada árbol de teca fue identificado mediante una placa metálica numerada y marcada de acuerdo al sector al cual pertenece, A, B, C ó D (A-1, A-2, D-45); además de una cinta de color para identificar la fila en la cual se encuentra. En cada uno de los 16 experimentos se colocaron 4 estacas de PVC (Figura 2) para delimitar los cuatro sectores (15 m) e identificar el número de experimento que corresponde, de 1 a 16 (Figura 2).

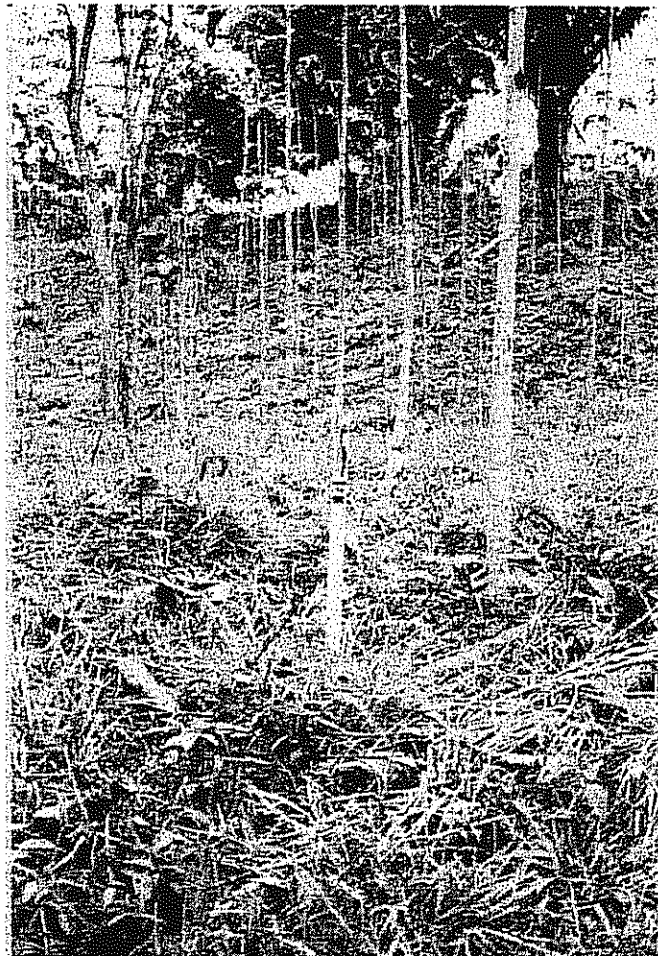


Figura 2. Señalamiento del límite de un sector.

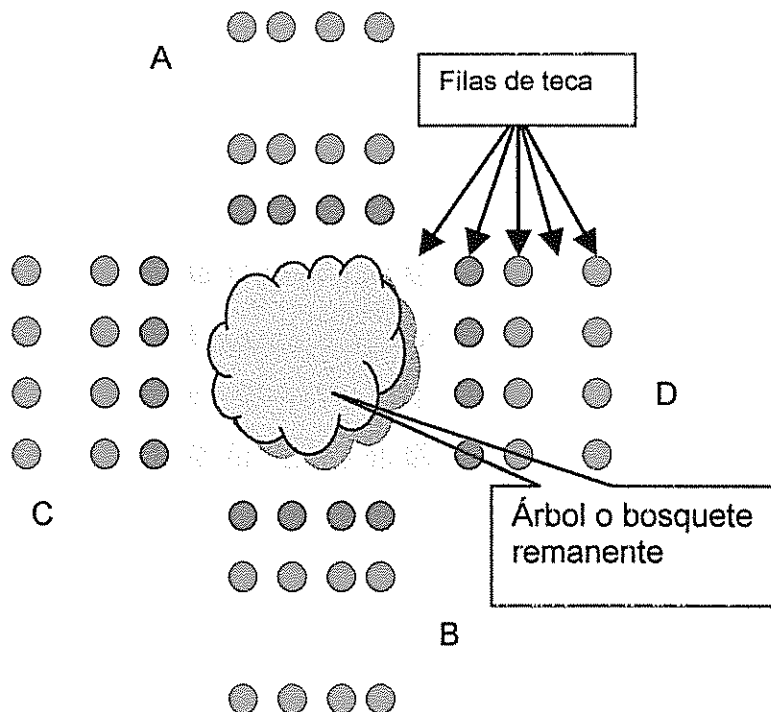


Figura 3. Diseño del experimento

- La siguiente información fue recolectada en cada uno de los 16 experimentos:
 - o Para cada árbol remanente la misma información colectada en la primera fase, el inventario de los árboles remanentes.
 - o La localización, altura y diámetro de los árboles de teca dentro del ancho de sector.
- Cada experimento fue dibujado en papel para ayuda en el futuro de interpretación de los resultados (Anexo 1).

La información generada a partir de los datos proporcionados por la empresa Ecoforest fue.

- Superficie de los lotes de plantación
- Costo de establecimiento de la plantación de teca por lote (hectáreas brutas y netas)
- Costo de mantenimiento de lotes (hectáreas brutas y netas)

3.2.2 Recolección de datos.

Según las variables necesarias para el análisis, se recolectaron los siguientes datos:

- a) Altura y DAP de árboles de teca en cada sector de los experimentos. La medición de estas variables se realizó durante los meses de marzo y abril de 2001 que corresponde a la época seca o verano en Panamá. Dichos datos se almacenaron en una base de datos.
- b) Costo de establecimiento y mantenimiento de la plantación de teca. La obtención de estos datos se logró mediante una revisión de los registros contables de la plantación para determinar su valor por lotes.
- c) Densidad de árboles y bosquetes remanentes. Los datos para esta variable se obtuvieron del inventario realizado de dichos árboles y de los datos de la plantación.

Para la identificación de los posibles beneficios que los árboles remanentes aportan a la plantación se llevaron al cabo entrevistas semiestructuradas a algunos informantes clave.

3.2.3 Análisis de la información

- Se hizo la identificación de las principales características de los árboles remanentes dentro de la plantación de teca mediante revisión bibliográfica y observación directa en campo.
- Para los análisis posteriores, se hicieron diferentes arreglos a los datos recolectados en la fase de campo. Debido a la heterogeneidad de especies seleccionadas y el consiguiente tamaño diferente de copa de los árboles o bosquetes remanentes de los 16 experimentos, se decidió agrupar estos experimentos de acuerdo al tamaño de la copa. Para cada sitio se midió el radio de la copa en cuatro direcciones, en las mismas de los sectores instalados. De las cuatro medidas por cada sitio se obtuvo el radio medio, el cual fue la base para categorizar el tamaño de la copa. El radio medio máximo fue de 6.58 m mientras que el radio medio mínimo fue de 2.28 m. Por diferencia se obtuvo un ámbito de 4.3 que se dividió entre tres. Ello fue porque se consideró que tres categorías de copa serían suficientes para el análisis de la información. De acuerdo a los radios medios de los 16 sitios, las categorías fueron copa

pequeña, copa mediana y copa grande. Así que los sitios quedaron agrupados de acuerdo a lo siguiente: sitios con radio medio entre 2.28 y 3.71 m en Copa 1 (pequeña); con radio medio entre 3.72 y 5.14 m en copa 2 (mediana); y con radio medio entre 5.15 y 6.58 m en Copa 3 (grande). Así se obtuvieron tres diferentes tamaños, que se convirtieron en una variable dummy para el análisis estadístico: Tamaño 1, Tamaño 2 y Tamaño 3 con los respectivos valores de 0, 1 y 2. El menor tamaño de copa corresponde a Tamaño 1 y el mayor tamaño a Tamaño 3.

- Cada sector corresponde a una orientación distinta de los puntos cardinales. Así que se obtuvieron promedios de las mediciones de altura y DAP para cada fila de cada sector.
- Se realizaron análisis de varianza tomando los datos del diseño en dos formas. Primeramente se analizaron simultáneamente los 16 sitios mediante un diseño factorial con dos factores de variación: orientación y tamaño de copa. Posteriormente se hicieron análisis de varianza por tamaño de copa mediante un diseño de bloques al azar.
- Se utilizó un análisis de regresión lineal ($Y_i = \alpha + \beta X_i + \xi_i$) para estudiar la dependencia de una variable de una o más variables adicionales. En este caso se analizó la dependencia de una variable (altura de teca) en una o más variables explicativas (distancia de teca al árbol o bosquete remanente, DAP de teca y tamaño de copa del árbol o bosquete remanente).
- Después de especificar el modelo se obtuvieron estimaciones de los parámetros del modelo a partir de la información disponible. Después de haber obtenido dichas estimaciones se verificó que las estimaciones obtenidas estuvieran de acuerdo con lo que se esperaba verificar (cambios en el crecimiento de teca ocasionados por las variables explicativas, principalmente el tamaño de la copa de los árboles o bosquetes remanentes). De esa forma, si el modelo establecido confirma la teoría o hipótesis que se está probando, se puede proceder a predecir los valores futuros de la variable dependiente con base en valores futuros, conocidos o esperados, para las variables explicativas. El análisis de las variables fue exhaustivo con el objeto de detectar alguna violación de los supuestos de los modelos clásicos, principalmente

multicolinealidad, heterocedasticidad y autocorrelación. Para ello se hizo uso de los tests o pruebas que el software estadístico SAS provee.

- Se hizo un análisis de correlación con el objetivo de medir la fuerza o grado de asociación lineal entre dos variables: densidad de árboles y bosquetes remanentes y costos de limpieza y mantenimiento de los lotes de la plantación.
- Se obtuvo el VAN/ha y Costo Actualizado de Herrera (2001) para calcular el costo de oportunidad de la superficie cubierta por los árboles y bosquetes remanentes. Los mismos indicadores financieros fueron utilizados para la obtención de la relación beneficio – costo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sitio de Las Pavas presenta una gran cantidad de árboles remanentes de la vegetación previa al establecimiento de la plantación de teca. Dicha vegetación remanente incluye vegetación natural de la zona así como árboles frutales plantados en décadas pasadas. De acuerdo al inventario de estos árboles realizado en 2000, existe una diversidad de familias y especies (Cuadro 2) que hace suponer que el efecto sobre la plantación de teca es variado. Aunque la mayoría de éstos árboles remanentes se presentan aislados, éstos son de distintas formas y tamaños en lo referente a sus copas. Además de la presencia de agrupaciones o bosquetes de estos mismos árboles remanentes, pero en menor proporción.

4.1 El efecto de la sombra sobre la teca

Para determinar si la sombra de los árboles o bosquetes remanentes provoca algún efecto en el crecimiento de los árboles de teca se analizaron las mediciones de altura y DAP obtenidas en 2000 y 2001. La sombra provocada en los árboles de teca por los árboles remanentes tiene un mayor efecto en las primeras filas alrededor de éstos. A continuación se presentan los resultados de acuerdo al tamaño de copa de los árboles o bosquetes remanentes de los 16 sitios analizados.

Cuadro 2. Familias de especies de árboles remanentes en Las Pavas.

FAMILIA	NO. DE ESPECIES
Anacardiaceae	3
Annonaceae	1
Apocynaceae	1
Araliaceae	1
Bignoniaceae	1
Bombacaceae	2
Bombacaceae	1
Boraginaceae	1
Burseraceae	1
Cochlospermaceae	1
Combretaceae	1
Dilleniaceae	1
Euphorbiaceae	1
Flacourtiaceae	1
Lauraceae	1
Lecythidaceae	1
Leguminosae	9
Malpighiaceae	1
Melastomataceae	1
Moraceae	3
Palmae	3
Polygonaceae	1
Rubiaceae	2
Tiliaceae	3
Verbenaceae	1
Total de especies	47
Total de Familias	24
Desconocida	1

4.1.1 Copa tamaño 1

En esta categoría de copa quedaron incluidos ocho sitios (Cuadro 3) cuyo radio medio estaba en el intervalo de 2.28 a 3.71m. Todos estos sitios comprendieron árboles remanentes individuales.

Cuadro 3. Sitios y características de árboles remanentes individuales (copa tamaño 1)

NO. SITIO	ESPECIE	ALTURA	RADIO MEDIO
1	<i>Spondias mombim</i>	8.57	3.54
2	<i>Tabebuia guayacan</i>	7.5	2.28
3	<i>Tabebuia guayacán</i>	11.66	3.69
4	<i>Colubrina glandulosa</i>	11.04	3.68
8	<i>Tabebuia guayacán</i>	7.68	2.78
9	<i>Scheelea zonensis</i>	9.8	3.43
14	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	9.94	2.89
15	<i>Scheelea zonensis</i>	8.28	3.48

4.1.1.1 Efecto en altura

La altura promedio de los árboles de teca en la primera fila inmediata al árbol remanente fue de 3.29 y 4.02 m para 2000 y 2001 respectivamente.

La Figura 4 muestra como se comporta la altura promedio de los árboles de teca en las siguientes líneas. En ella se observa que la primera fila de teca, alrededor del árbol remanente, tiene una altura menor (4.02 m en 2000) que las siguientes dos líneas (4.38 y 4.60 m respectivamente, en 2000), pero esa tendencia se interrumpe y se invierte al grado de que las últimas filas de los sectores, son menores en altura (3.65 m la fila 7 y 3.25 m la fila 8, en 2000) a los árboles de teca de las primeras filas. Esta variación en la tendencia de la altura puede ser debida a otros factores que no tienen que ver con la sombra provocada en las primeras líneas de teca plantada. La altura promedio de los árboles de teca registrada en 2000 y 2001 fue de 3.45 y 4.16 m respectivamente para estos sitios de tamaño de copa 1.

El análisis de varianza realizado para encontrar diferencias significativas en cuanto a la altura de los árboles de teca situados en las diferentes filas alrededor del árbol remanente arrojó los siguientes resultados (Cuadro 4):

Cuadro 4. ANDEVA de altura de árboles de teca en sitios de copa 1

FUENTE DE VARIACIÓN	GL.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR>F
Fila	7	7.13008750	1.01858393	3.49	0.0100
Error	24	6.99969000	0.29153750		

Este análisis a un nivel de significancia de 0.05, indica que existe diferencia significativa entre la altura de los árboles de teca en cada fila alrededor del árbol remanente. La Figura 5 representa la prueba de Tukey realizada para las medias de la variable altura en las filas de teca.

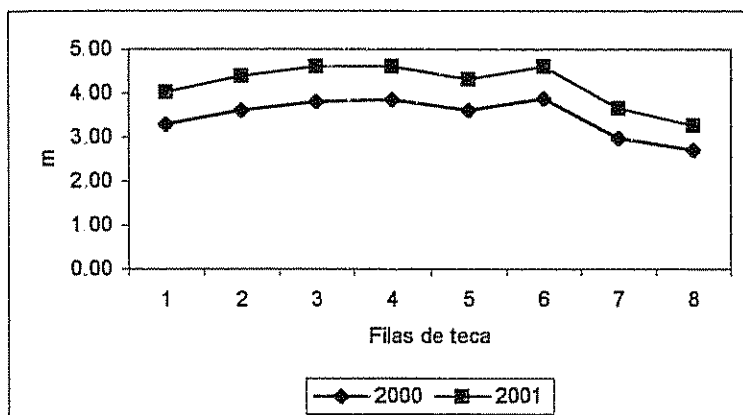


Figura 4. Altura promedio de árboles de teca en sitios de copa tamaño 1

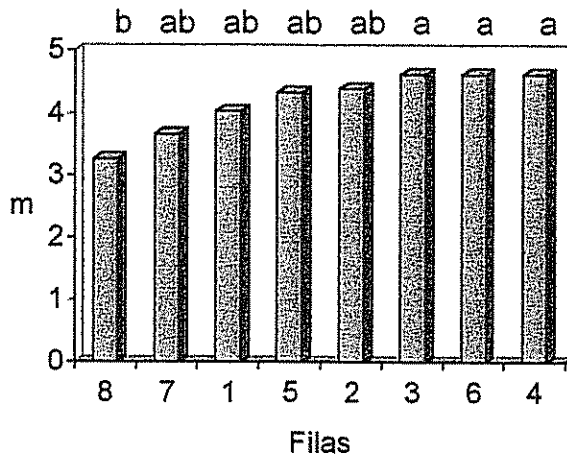


Figura 5. Prueba de medias (Tukey) de altura de árboles de teca en sitios con copa 1

* Medias con la misma letra no son diferentes significativamente.

En cuanto a la orientación (NE, SE, SO, NO) de los sectores, en el Cuadro 5 se presenta la altura promedio de los árboles de teca situados en las primeras filas alrededor de los árboles remanentes para las cuatro orientaciones. Mientras que en la Figura 6 y Figura 7 se muestra el comportamiento general de la altura promedio en las distintas filas de teca del experimento en los sitios correspondientes a este tamaño de copa.

La menor altura registrada en estos sitios en la primera fila fue la del sector con orientación suroeste y la mayor altura fue la orientada hacia el noroeste. La diferencia entre ambas fue de 0.71 y 0.85 m para 2000 y 2001 respectivamente. En las figuras mencionadas se aprecia que los árboles de teca no tienen un patrón continuo de crecimiento debido a la orientación con respecto al árbol remanente. Es decir, no se puede afirmar que en algún sector las filas de teca tengan mayor altura promedio que en las otras sectores. En estos sitios de copa tamaño 1, el sector con la mayor altura promedio fue el orientado hacia el noreste en 2000 y 2001, mientras que el que tuvo menor altura promedio fue el orientado hacia el noroeste, también en 2000 y 2001.

Cuadro 5. Altura media de árboles de teca en la primera fila alrededor de árboles remanentes

ORIENTACIÓN	COPA 1		COPA 2		COPA 3	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
NE	3.22	3.97	3.29	3.52	1.47	1.58
SE	3.25	4.14	3.66	4.03	2.03	2.22
SO	2.99	3.56	3.83	4.28	1.92	2.16
NO	3.70	4.41	3.53	3.93	2.07	2.35

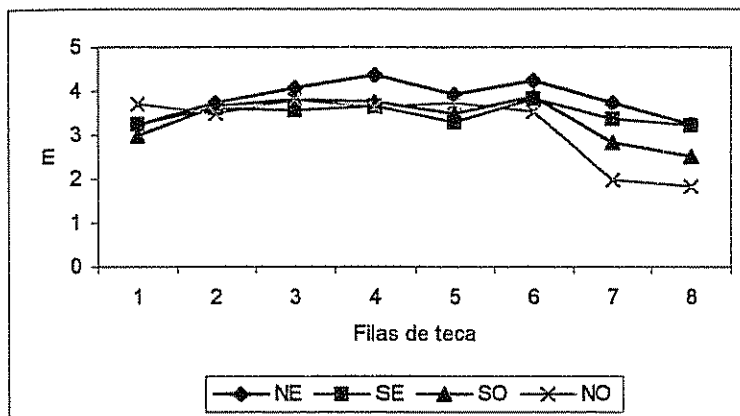


Figura 6. Altura media de teca según orientación para 2000 en copa 1

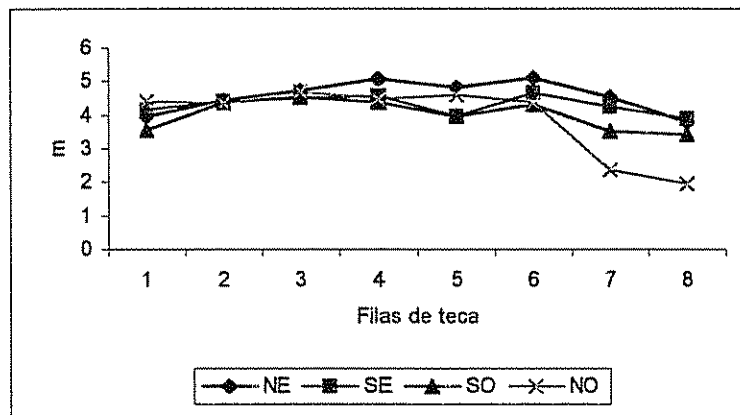


Figura 7. Altura media de teca según orientación para 2001 en copa 1

4.1.1.2 Efecto en DAP

La figura 8 muestra el comportamiento de DAP en 2000 y 2001 de los árboles de teca respecto a la fila en que se encuentran plantados alrededor del árbol remanente. Así

como se observó con la altura, el DAP promedio sigue una tendencia ascendente hasta la fila 4 y luego se vuelve inconstante. Esta inconsistencia de la tendencia es supuesta a otros factores que no tienen que ver con la sombra de los árboles remanentes.

Los resultados del análisis de varianza (Cuadro 6) a un nivel de significancia de 0.05 indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre el DAP de los árboles de teca en cada fila alrededor del árbol remanente. La Figura 9 representa la prueba de Tukey realizada para las medias de la variable DAP en las filas de teca.

Cuadro 6. ANDEVA de DAP de filas de árboles de teca en sitios con copa 1

FUENTE	GL.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR>F
Fila	7	8.84398750	1.26342679	3.74	0.0071
Error	24	8.11450000	0.33810417		

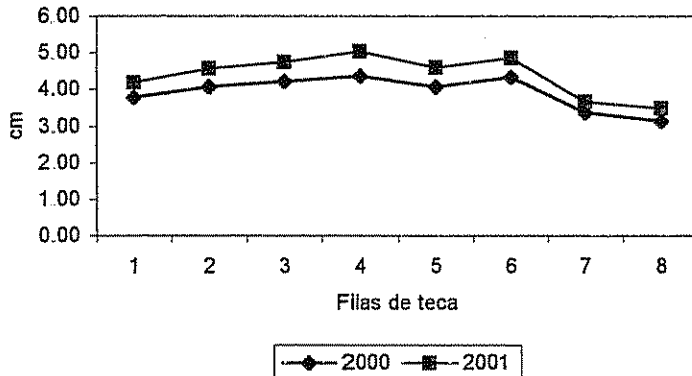


Figura 8. DAP promedio de árboles de teca en sitios de tamaño de copa 1.

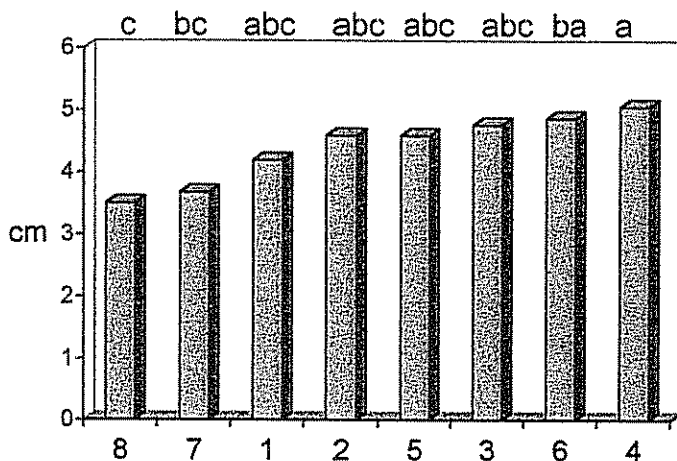


Figura 9. Prueba de medias (Tukey) de DAP de árboles de teca en sitios con copa 1

* Medias con la misma letra no son diferentes significativamente.

El menor DAP promedio ocurrió en el sector SO tanto en 2000 como en 2001, con 3.47 y 3.79 cm, respectivamente. El mayor DAP promedio fue el del sector NO para ambos años, con 4.03 y 4.58 cm respectivamente (Cuadro 7).

Cuadro 7. DAP promedio de árboles de teca en la primera fila alrededor de árboles remanentes.

ORIENTACIÓN	COPA 1		COPA 2		COPA 3	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
NE	3.75	4.17	3.92	4.08	1.42	1.55
SE	3.9	4.21	4.42	4.81	2.18	2.32
SO	3.47	3.79	4.22	4.48	2.38	2.74
NO	4.03	4.58	4.38	4.83	2.53	2.57

4.1.2 Copa tamaño 2

Esta categoría de copa corresponde a los sitios cuyo radio medio estaba en el intervalo de 3.72 y 5.14 m (Cuadro 8). Cinco sitios se encontraron en esta categoría de tamaño de copa.

Cuadro 8. Sitios y características de árboles remanentes con copa tamaño 2

NO. SITIO	ESPECIE	ALTURA	RADIO MEDIO
10	<i>Scheelea zonenesis</i>	11.11	3.95
11	<i>Scheelea zonenesis</i>	11.69	4.63
12	<i>Scheelea zonenesis</i>	11.89	4.70
13	<i>Anacardium occidentale</i>	10.40	4.78
	<i>Cordia alliodora</i>	8.05	
16	<i>Hymenaea courbaril</i>	8.25	4.68

4.1.2.1 Efecto en altura

La altura promedio de los árboles de teca en las primeras filas alrededor de los árboles remanentes en cada sitio fue de 3.58 y 3.94 m para 2000 y 2001, respectivamente.

En la Figura 10 se puede observar como resultó la altura de los árboles de teca de acuerdo a la línea en que se encuentran con respecto al árbol remanente. Es notable que las dos primeras líneas de los sectores presenten menor altura promedio (3.94 m en 2001) que las últimas filas de teca (4.68 y 4.77 m, fila 6 y 7 respectivamente, en 2001). La tendencia de la altura promedio es visiblemente a aumentar conforme las líneas de teca están más alejadas del árbol remanente. La altura promedio de los árboles de teca en esta categoría de tamaño de copa fue de 3.80 m en 2000 y de 4.24 m en 2001.

El análisis de varianza (Cuadro 9) para la altura de los árboles de teca en las filas alrededor de los árboles o bosquetes remanentes muestra que a un nivel de significancia de 0.05 existen diferencias significativas entre la altura de cada fila. La Figura 11 representa la prueba de Tukey realizada para las medias de la variable altura en las filas de teca.

Cuadro 9. ANDEVA de altura de árboles de teca en sitios con copa 2

FUENTE	GL.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR>F
Fila	7	3.80547188	0.54363884	2.33	0.0100
Error	24	5.59927500	0.23330313		
Total	31	9.40474688			

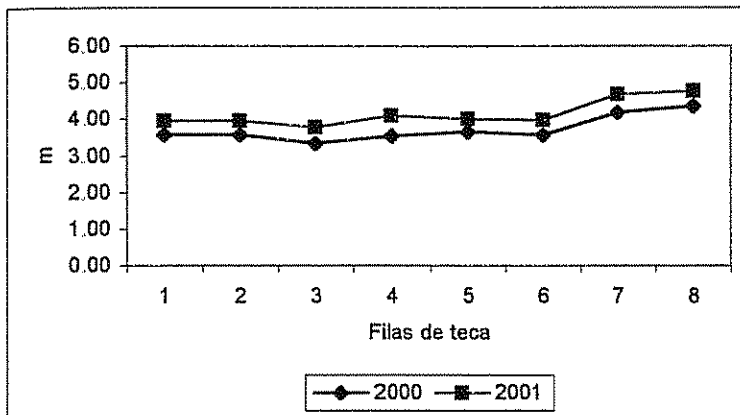


Figura 10. Altura promedio de árboles de teca en sitios de tamaño de copa 2

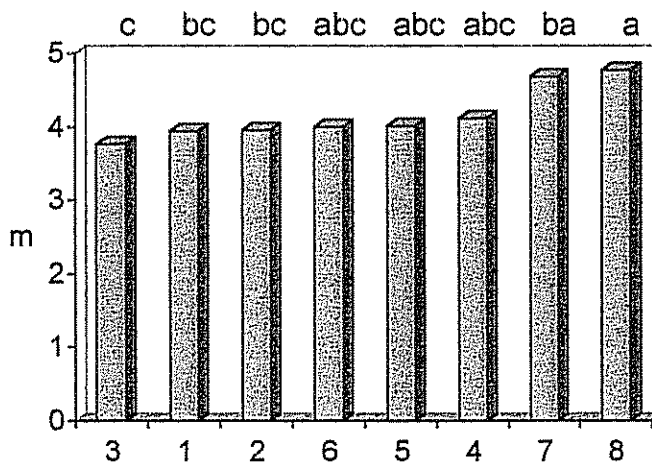


Figura 11. Prueba de medias (Tukey) de altura de árboles de teca en sitios con copa 2

* Medias con la misma letra no son diferentes significativamente.

Los resultados en cuanto a la orientación (NE, SE, SO, NO) de los sectores, se presentan en el Cuadro 5 las alturas promedio de los árboles de teca situados en las primeras filas alrededor de los árboles remanentes para cada sector. Mientras que en la Figura 12 y Figura 13 se muestra la tendencia que presenta la altura promedio en las distintas filas de teca del experimento en los sitios correspondientes al tamaño de copa 2.

La altura promedio menor de la primera fila fue registrada en el sector orientado hacia el noreste mientras que la altura promedio mayor se obtuvo en el de orientación hacia el suroeste. La diferencia entre ambas alturas promedio fue de 0.54 y 3.52 m para 2000 y 2001, respectivamente. En estos sitios de copa 2 ocurrió lo mismo que en los sitios con copa 1 en cuanto a que no existe un patrón en la altura promedio de acuerdo a la orientación. Las alturas promedio mayores por fila de teca no se obtuvieron en un determinado sector, sino que cada fila tuvo su altura media mayor en distintos sectores. En general, la menor altura promedio se registró en el sector suroeste, igual que los sitios de copa 1; y la mayor altura promedio fue del sector noroeste.

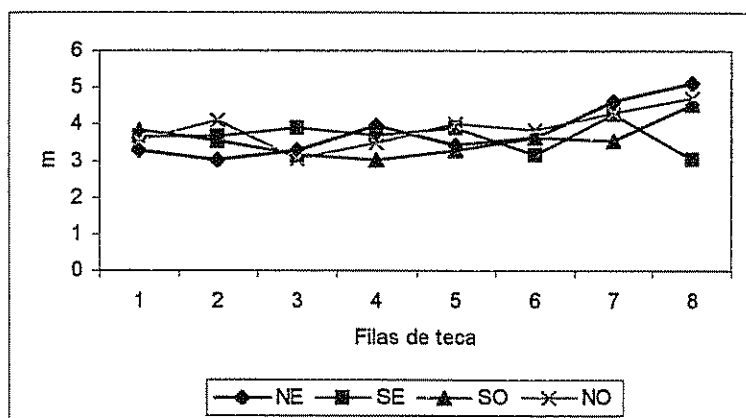


Figura 12. Altura media de teca según orientación para 2000 en copa 2

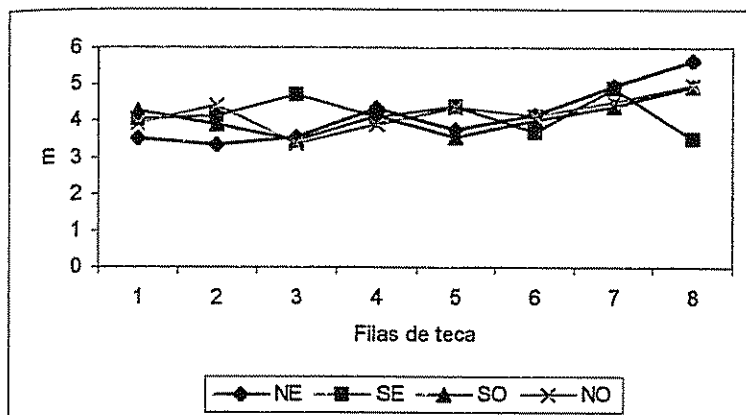


Figura 13. Altura media de teca según orientación para 2001 en copa 2

4.1.2.2 Efecto en DAP

El DAP promedio de los árboles de teca situados en esta categoría de tamaño de copa muestra un comportamiento más o menos similar hasta la sexta fila con respecto a los árboles o bosquetes remanentes. En la Figura 14 se observa esta tendencia del DAP de los árboles de teca en 2000 y 2001 respecto a la fila en que se encuentran plantados alrededor del árbol remanente.

El análisis de varianza (Cuadro 10) sobre el DAP de los árboles de teca en cada fila alrededor de los árboles o bosquetes remanentes muestra que existen diferencias significativas a un nivel de significancia de 0.05. La Figura 15 representa la prueba de Tukey realizada para las medias de la variable DAP en las filas de teca.

Cuadro 10. ANDEVA de DAP de árboles de teca en sitios con copa 2

FUENTE	GL.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR>F
Fila	7	2.02494687	0.28927813	1.78	0.0100
Error	24	3.90092500	0.16253854		

En el Cuadro 7 se aprecia el DAP promedio de los árboles de teca situados en la primera fila alrededor del árbol remanente de acuerdo a su orientación (NE, SE, SO, NO). El menor DAP promedio ocurrió en el sector NE en 2000 y 2001, con 3.92 y 4.08

cm, respectivamente. El mayor DAP promedio fue el del sector SE en 2000 con 4.42 cm y el del sector NO en 2001 con 4.83 cm.

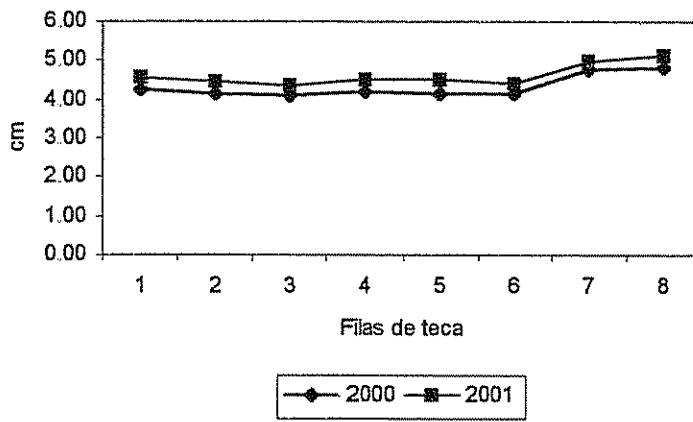


Figura 14. DAP promedio de árboles de teca en sitios de tamaño de copa 2

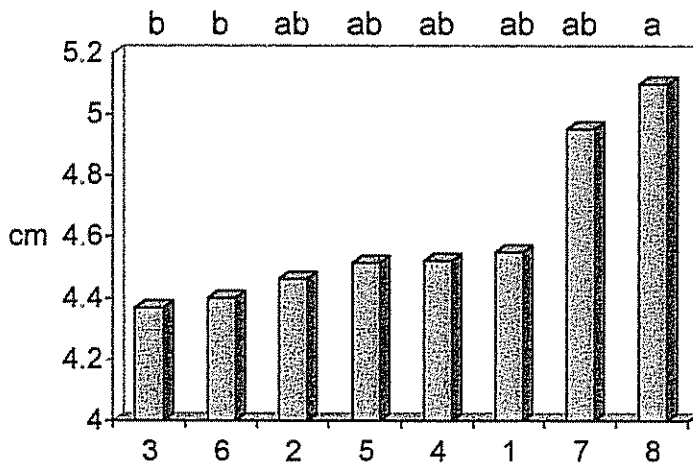


Figura 15. Prueba de medias (Tukey) de DAP de árboles de teca en sitios con copa 2
 * Medias con la misma letra no son diferentes significativamente.

4.1.3 Copa tamaño 3

Esta categoría de copa representa a aquellos tres sitios (Cuadro 11) con la copa de mayor tamaño de entre los 16 sitios estudiados. Estos sitios correspondientes tenían un radio medio comprendido entre 5.15 y 6.58 m.

Cuadro 11. Sitios y características de árboles remanentes con copa tamaño 3

NO. SITIO	ESPECIE	ALTURA	RADIO MEDIO
5	<i>Anacardium occidentale</i>	4.27	6.58
	<i>Apeiba tibourbou</i>	8.97	
	<i>Byrsonima spicata</i>	7.47	
	<i>Lonchocarpus sp.</i>	3	
	<i>Miconia elata</i>	6.6	
	<i>Miconia elata</i>	6.24	
6	<i>Terminalia amazonia</i>	12.5	5.76
7	<i>Mangifera indica</i>	7.17	5.94
	<i>Terminalia amazonia</i>	12.1	

4.1.3.1 Efecto en altura

La altura promedio de los árboles de teca en las primeras filas inmediatas al árbol o árboles remanentes fue de 1.87 y 3.85 m para 2000 y 2001, respectivamente.

La Figura 16 muestra la variación de la altura de los árboles de teca en las diferentes filas alrededor de los árboles remanentes. Es clara la tendencia de la altura promedio a aumentar mientras las filas de teca se encuentran más alejadas del árbol remanente. Se observa que la altura media de los árboles de teca en las dos primeras filas (2.07 y 2.32 m en 2001) es menor a la altura media de las siguientes filas de teca, todas más de 3 m. En esta categoría la altura promedio de los árboles de teca fue de 2.78 y 3.20 m para 2000 y 2001 respectivamente.

El análisis de varianza (Cuadro 12) sobre la altura de los árboles de teca en las diferentes filas alrededor de los árboles o bosquetes remanentes muestra diferencias estadísticamente significativas a un nivel de significancia de 0.05 sobre la altura que tiene la teca con relación a la fila donde se encuentren plantadas. La Figura 17 representa la prueba de Tukey realizada para las medias de la variable altura en las filas de teca.

Cuadro 12. ANDEVA de altura de árboles de teca en sitios con copa 3

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR>F
Fila	7	10.26175000	1.46596429	7.58	<.0001
Error	24	4.64245000	0.19343542		

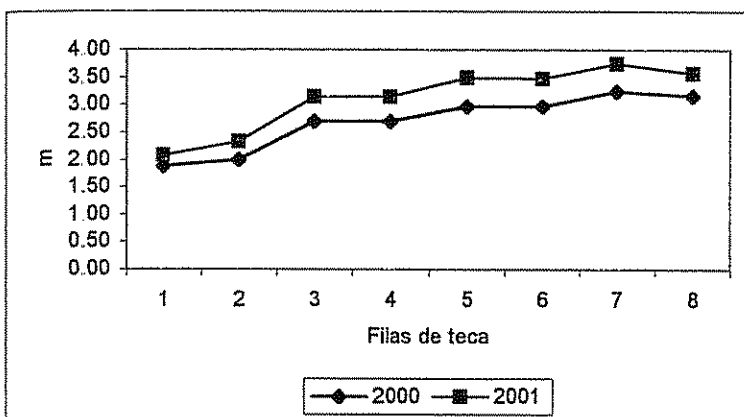


Figura 16. Altura promedio de árboles de teca en sitios con tamaño de copa 3

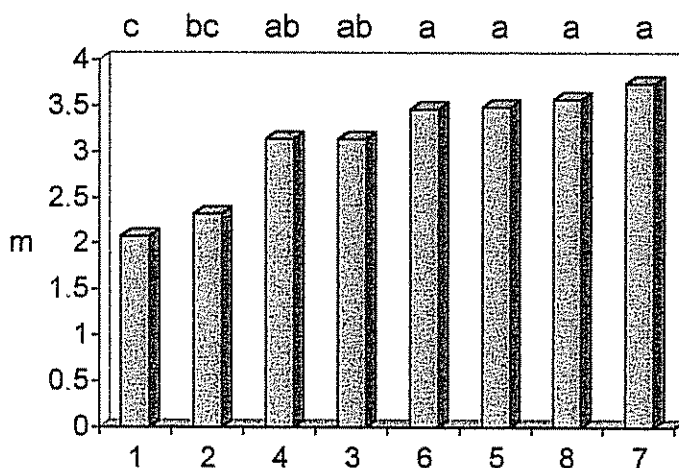


Figura 17. Prueba de medias (Tukey) de altura de árboles de teca en sitios con copa 3

* Medias con la misma letra no son diferentes significativamente.

En cuanto a la orientación de los sectores, en el Cuadro 5 se presenta la altura promedio de los árboles de teaca situados en las primeras filas alrededor de los árboles remanentes de acuerdo con la orientación de cada sector (NE, SE, SO, NO). En la Figura 18 y Figura 19 se muestra la variación que presenta la altura promedio en las distintas filas de teaca del experimento en los sitios correspondientes al tamaño de copa 3. Tal como sucedió en los sitios de copa 1 y sitios de copa 2, no es posible decir que en determinada orientación la altura promedio sea predominantemente mayor que en los sectores con otras orientaciones.

El sector que registró la menor altura promedio en la primera fila alrededor del árbol remanente fue el de orientación noreste, así como ocurrió con los sitios de copa 2. Mientras que el sector que contó con la mayor altura promedio en la primera fila fue el de orientación noroeste, así como sucedió con los sitios de copa 1. La diferencia entre ambas fue de 0.6 y 0.77 m en 2000 y 2001 respectivamente. En general, tomando en cuenta todas las líneas de cada sector, resultó que el que tuvo la menor altura promedio fue el de orientación noreste y el de mayor altura promedio fue el de orientación noroeste.

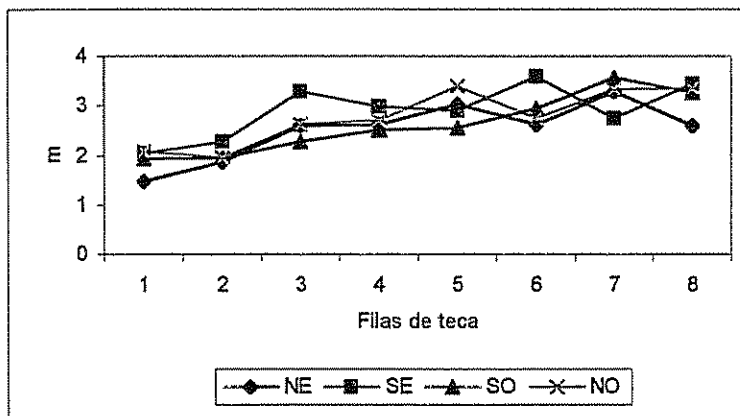


Figura 18. Altura media de teaca según orientación para 2000 en copa 3

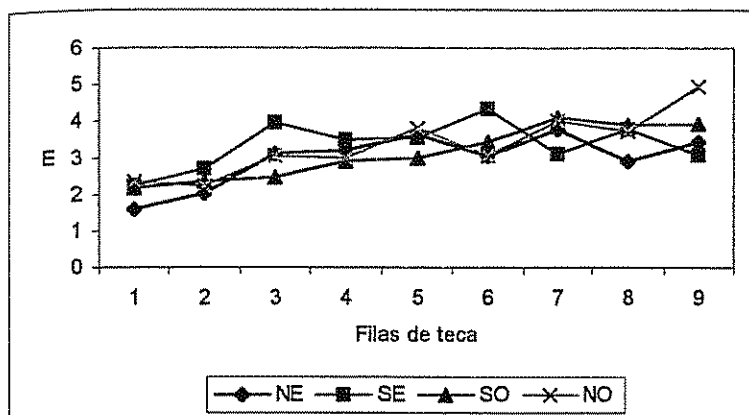


Figura 19. Altura media de teca según orientación para 2001 en copa 3

4.1.3.2 Efecto en DAP

El efecto de la sombra en los árboles de teca es más evidente en estos sitios con la categoría de copa 3. La tendencia mostrada por el DAP es evidentemente ascendente mientras más lejos se encuentren los árboles de teca respecto al árbol o bosquete remanente. La figura 20 muestra el comportamiento de DAP en 2000 y 2001 de los árboles de teca respecto a la fila en que se encuentran plantados alrededor del árbol remanente o bosquete.

El Cuadro 13 presenta los resultados del análisis de varianza para el DAP de los árboles de teca en cada fila alrededor de los árboles o bosquetes remanentes. Se muestra que a un nivel de significancia de 0.05 existe diferencia estadísticamente significativa en las filas acerca del DAP de los árboles de teca. La Figura 21 representa la prueba de Tukey realizada para las medias de la variable DAP en las filas de teca.

Cuadro 13. ANDEVA de DAP de árboles de teca en sitios con copa 3

FUENTE	GL.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR>F
Fila	7	9.78179687	1.39739955	9.23	<.0001
Error	24	3.63257500	0.15135729		

En el Cuadro 7 se aprecia el DAP promedio de los árboles de teca situados en la primera fila alrededor del árbol remanente de acuerdo a su orientación (NE, SE, SO,

NO). El menor DAP promedio ocurrió en el sector NE tanto en 2000 como en 2001, con 1.42 y 1.55 cm, respectivamente. El mayor DAP promedio fue el del sector NO en 2000 con 2.38 cm y el del sector SO en 2001 con 2.74 cm.

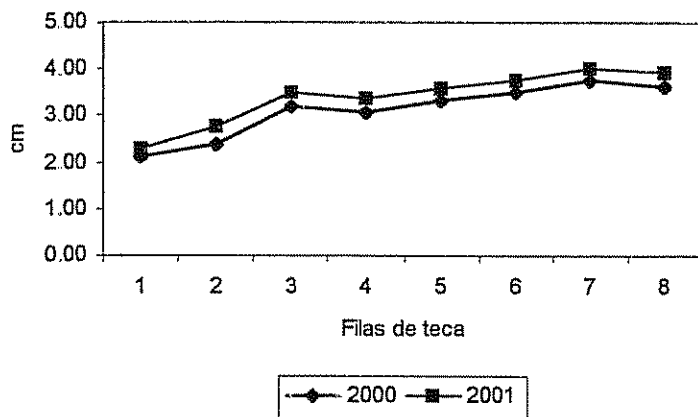


Figura 20. DAP promedio de árboles de teca en sitios de tamaño de copa 3

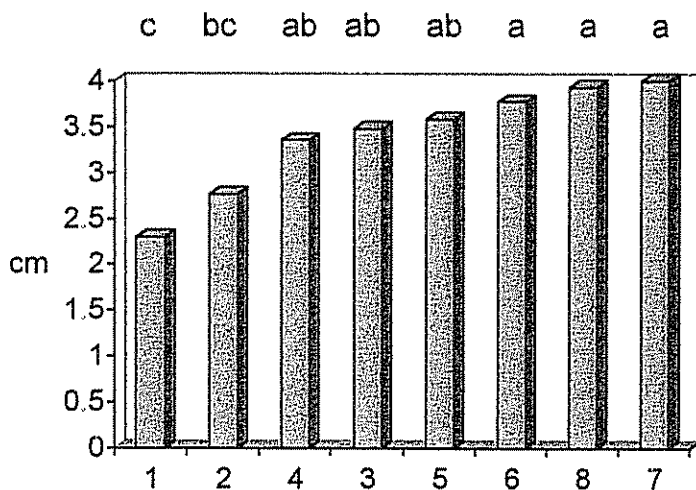


Figura 21. Prueba de medias (Tukey) de DAP de árboles de teca en sitios con copa 3

* Medias con la misma letra no son diferentes significativamente.

4.1.4 Comprobación de primera hipótesis

La hipótesis planteada suponía que los árboles de teca que estuvieran plantados en las filas inmediatas al árbol o bosqueque remanente o bajo la copa tendrían menor altura y

DAP que aquellos árboles de teca que estuvieran a mayor distancia. Según la categorización por tamaño de copa, permitió comparar los árboles de teca que reciben menos sombra con los que reciben más sombra.

El resultado del análisis de varianza a un nivel de significancia de 0.05 (Cuadro 14), indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las alturas promedio de los árboles de teca con relación a la fila donde se encuentren plantados alrededor del árbol y bosquete remanente; así mismo, muestra diferencia estadísticamente significativa entre la altura promedio con relación al tamaño de copa del árbol o bosquete remanente alrededor del cual se encuentren. Se puede observar que no existe diferencia significativa de la altura de los árboles de teca en cuanto a la orientación (NE, SE, SO, NO) en que estén plantados con respecto al árbol o bosquete remanente. Las Figuras 22 y 23 representan la prueba de Tukey realizada para las medias de la variable altura de los árboles de teca con relación al tamaño de copa de los árboles o bosquetes remanentes; y filas, respectivamente.

Cuadro 14. ANDEVA de altura de árboles de teca

F.V.	GL.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR>F
Orientación (NE, SE, SO, NO)	3	0.95197780	0.31732593	1.34	0.2671
Tamaño de copa	2	23.57342148	11.78671074	49.94	<.0001
Fila	7	5.00280514	0.71468645	3.03	0.0078
Copa*fila	14	16.19664622	1.15690330	4.90	<.0001
Error	69	62.00999004			

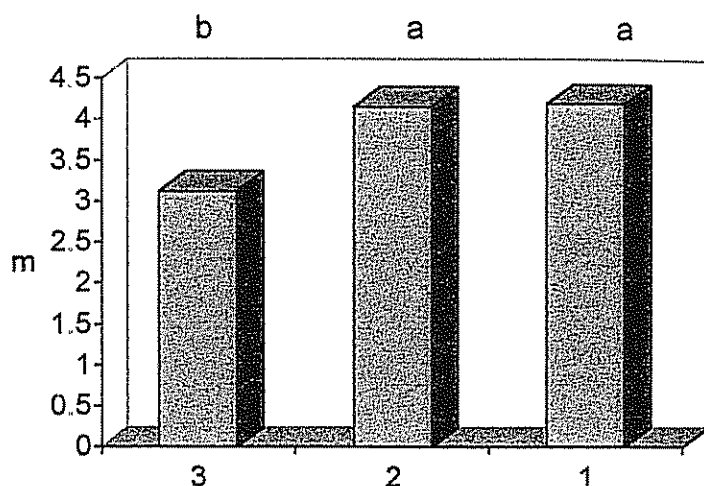


Figura 22. Prueba de medias (Tukey) de altura de árboles de teca en relación a los tres distintos tamaños de copa de árboles o bosquetes remanentes

* Medias con la misma letra no son diferentes significativamente

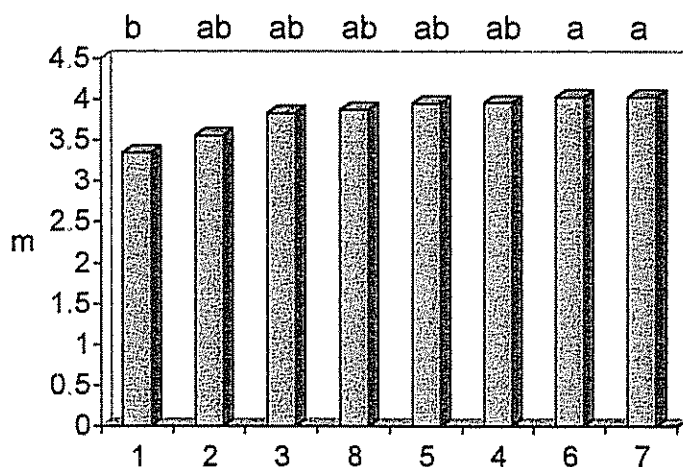


Figura 23. Prueba de medias (Tukey) de altura de árboles de teca en relación a las filas donde se encuentran plantados respecto al árbol o bosquete remanente

* Medias con la misma letra no son diferentes significativamente.

En el caso del DAP, el Cuadro 15 muestra el resultado del análisis de varianza a un nivel de significancia de 0.05. Indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre el DAP promedio de los árboles de teca con relación a la fila donde se encuentre plantados alrededor del árbol o bosquete remanente. También se muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre el DAP promedio con

relación al tamaño de copa del árbol o bosquete remanente alrededor del cual se encuentren. Así mismo, se puede observar que no existe diferencia significativa del DAP de los árboles de teca en cuanto a la orientación (NE, SE, SO, NO) en que estén plantados con respecto al árbol o bosquete remanente. Las Figuras 24 y 25 representan la prueba de Tukey realizada para las medias de la variable DAP de los árboles de teca con relación al tamaño de copa de los árboles y bosquetes remanentes; y con relación a las filas de plantación, respectivamente.

Cuadro 15. ANDEVA de DAP de árboles de teca

F.V.	GL.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR>F
Orientación (NE, SE, SO, NO)	3	1.06325417	0.35441806	1.68	0.1800
Tamaño de copa	2	26.80196458	13.40098229	63.4	<.0001
Fila	7	4.08507917	0.58358274	2.76	0.0137
Copa*fila	14	16.56565208	1.18326086	5.6	<.0001
Error	69	14.58474583			

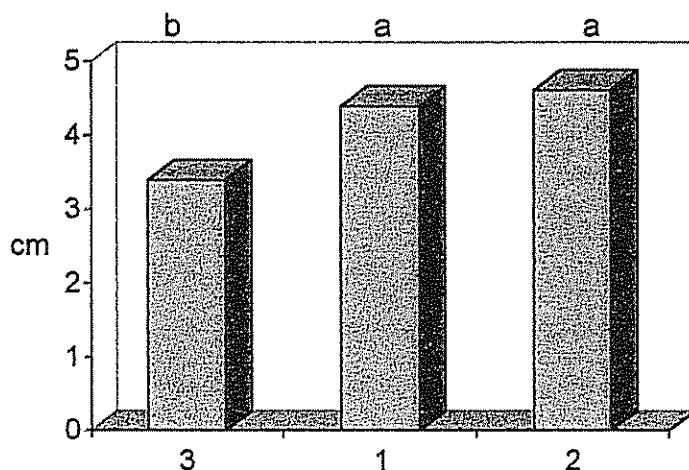


Figura 24. Prueba de medias (Tukey) de DAP de árboles de teca en relación a los tres distintos tamaños de copa de árboles o bosquetes remanentes

* Medias con la misma letra no son diferentes significativamente.

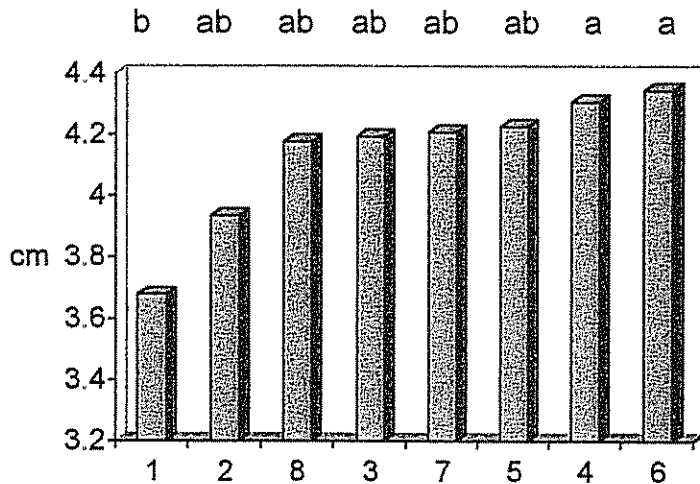


Figura 25. Prueba de medias (Tukey) de DAP de árboles de teca en relación a las filas donde se encuentran plantadas respecto al árbol o bosqueque remanente

* Medias con la misma letra no son diferentes significativamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos es posible notar las diferencias existentes en la altura y DAP promedio de los árboles de teca en los 16 sitios analizados. Los sitios de tamaño de copa 1 son los que presentaron de manera más irregular la altura y DAP promedio de las filas de teca con respecto a su distancia del árbol o árboles remanentes. Por el contrario, los sitios de tamaño de copa 2 y 3 presentaron una tendencia a que mientras más lejos estuviera la fila de teca del árbol remanente, la altura y DAP promedio eran mayores. En los sitios de estos dos tamaños de copa, es clara la influencia de la sombra sobre la teca, aún más en los de tamaño de copa 3, como se observa en la prueba de medias. Se afirma así la hipótesis de que los árboles de teca son de menor altura y DAP mientras más cerca se encuentren del árbol o bosqueque remanente. Pero además, tiene que ver con la especie y el tamaño de la copa del árbol remanente. Ya que en sitios como los de copa 1, la influencia de la copa y su respectiva sombra deja de sentirse o no se siente en las primeras filas de teca que rodean al árbol remanente. Y en sitios como los de tamaño de copa 3 se ve como el efecto de la sombra se prolonga más allá de las primeras filas de teca que rodean al árbol o árboles remanentes.

La altura promedio de la primera filas de teca inmediata al árbol remanente es útil para demostrar el efecto de la sombra en la teca. Los datos de 2000 hacen ver que la menor

altura promedio en las primeras filas de teca correspondió a los sitios de copa 3, la cual fue de 1.87 m. Mientras que la mayor altura promedio se registró en los sitios de copa 2 y fue de 3.57 m. Es grande la diferencia entre estos dos alturas (1.70 m) y este hecho se repitió para 2001. Según los datos de 2001 la menor altura promedio en las primeras filas se presentó en los sitios de copa 3 y la mayor en los sitios de copa 1. Las medidas fueron 2.07 y 4.02 respectivamente y su diferencia fue de 1.95 m.

En cuanto a DAP, en 200 el menor DAP promedio en las primeras filas se registró en los sitios de copa 3 y fue de 2.13 cm, mientras que el mayor DAP promedio fue de 4.23 en sitios de copa 2 y la diferencia entre ambas fue de 2.1 cm. En 2001 el menor DAP promedio registrado también correspondió a sitios de copa 3 con 2.29 cm y el mayor DAP promedio fue para los árboles de teca situados en sitios de copa 2 con 4.55 cm. La diferencia se acrecentó y fue de 2.26 cm.

Según los resultados, en general, los árboles de teca de los sitios de copa 3 son menores en altura y DAP que los árboles de teca de los otros dos sitios, de copa 1 y 2 (Figura 26 y Figura 27). Esto indica la influencia del mayor tamaño de copa en el crecimiento de la teca en altura y DAP. Hace suponer que aquellos árboles de teca plantados cerca de árboles o bosquetes remanentes con gran copa, tendrán un crecimiento más lento que aquellos plantados cerca de árboles o bosquetes remanentes con copas menores o en pleno campo, sin ninguna interferencia en la captación de luz.

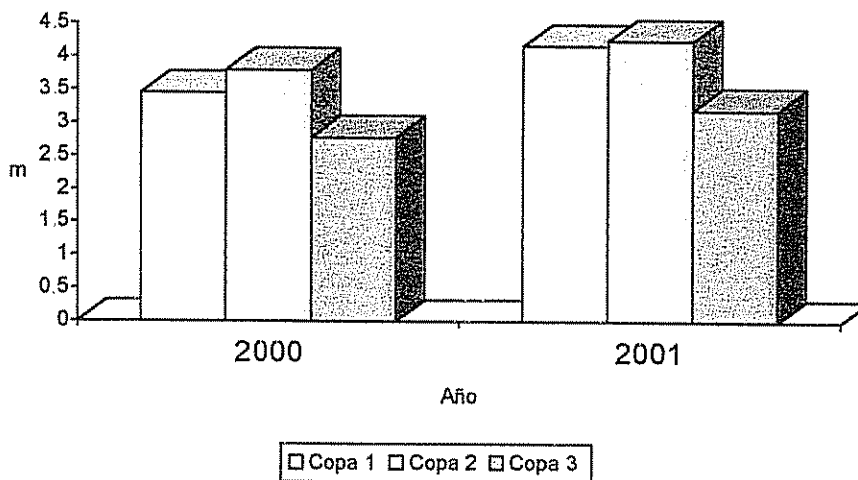


Figura 26. Altura promedio de árboles de teca en todas las experimentos según tamaño de copa de los árboles y bosquetes remanentes

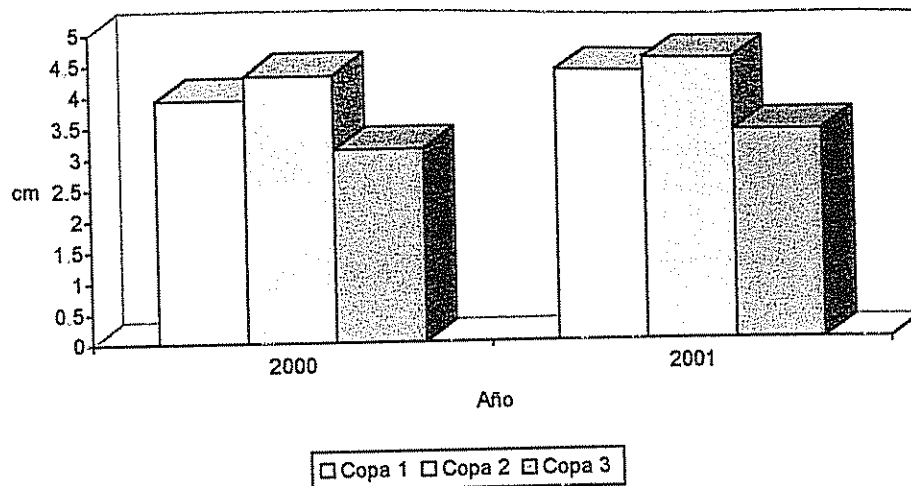


Figura 27. DAP promedio de árboles de teca en todas las experimentos según tamaño de copa de los árboles y bosquetes remanentes

Respecto a la orientación (NE, SE, SO, NO) se demostró que no guarda ningún patrón que indique en que rumbo la teca está creciendo más que en otra dirección. Las Figuras 28 y 29 muestran la altura promedio en cada sector por tipo de tamaño de copa. A pesar de que es notable la ausencia de una orientación que sobresaliera sobre las demás por contener mayores alturas de teca, es posible observar que en los sitios de copa 3, todas los sectores poseen altura promedio inferior a todas las demás en los otros sitios de copa 1 y 2.

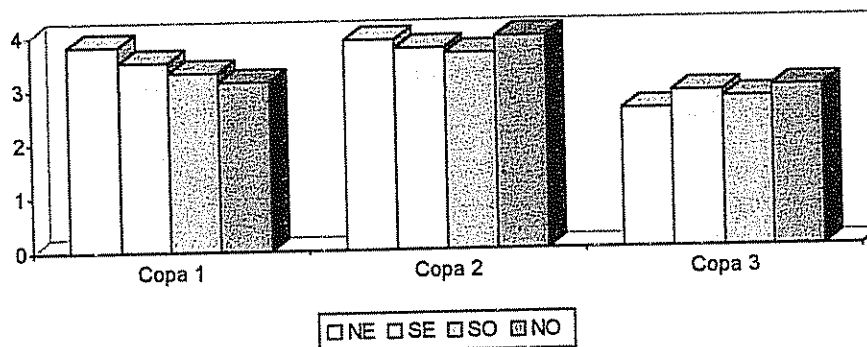


Figura 28. Altura media de árboles de teca según orientación para 2000

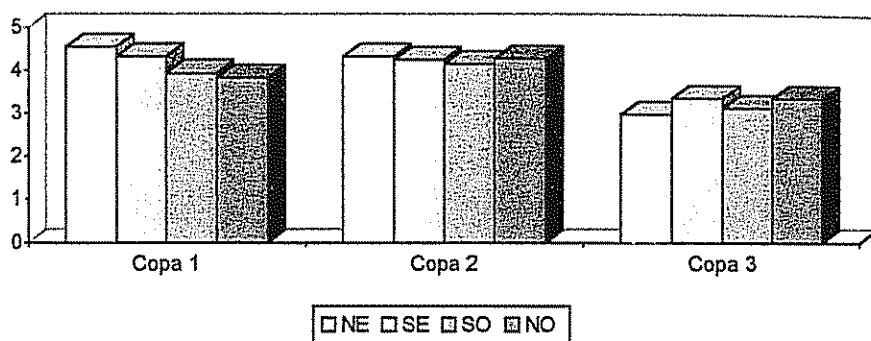


Figura 29. Altura media de árboles de teca según orientación para 2001

El modelo de altura (y) de los árboles de teca muestra una tendencia lineal creciente. Con una R^2 de 0.9099 a una probabilidad de $f > 0.0001$ plantea la función:

$$y = 0.07388 + 0.85162 (\text{DAP}) - 0.07544 (\text{tamaño de copa}) + 0.22277 (\text{tiempo}) + 0.01904 (\text{fila}) + \xi_i$$

Esto representa que conforme vaya en aumento el tamaño de la copa, la altura de los árboles de teca plantados disminuirá 0.07 cm y aumenta con la fila mientras más lejos esté del árbol o bosquete remanente. Para este caso, el tamaño de copa está representado por una variable dummy, la cual toma valores de 0 para copa tamaño 1, 1 para copa tamaño 2 y 2 para copa tamaño 3. Así que cada 1.42 m de radio medio de árboles o bosquetes remanentes se tomará como un nuevo tamaño de copa.

El modelo de DAP (y) de los árboles de teca tiene una tendencia lineal creciente. Se plantea la siguiente función con una R^2 de 0.8972 a una probabilidad de $f > 0.0001$:

$$y = 0.51065 + 1.0034 (\text{altura}) - 0.01023 (\text{tamaño de copa}) + 0.1724 (\text{tiempo}) + 0.00955 (\text{fila}) + \xi_i$$

Esto representa que a mayor tamaño de copa, el DAP tendería a disminuir 0.01 cm y que mientras más alejado se encuentren los árboles de teca de los árboles o bosquetes remanentes, el DAP tendería a aumentar.

Con estos modelos se comprueba la hipótesis expresada anteriormente. Los árboles de teca crecen cada vez cada año, pero si el tamaño de copa aumenta, el ritmo de crecimiento de la teca disminuirá. Es notable la diferencia de la altura media en las primeras filas de los sitios de copa 3 con los otros sitios de copa 1 y 2. Para 2000 sólo una sector de sitios de copa 1 presentó altura media menor a 3 m, mientras que en ese

mismo año, los sitios de copa 3 el sector con mayor altura media fue apenas de 2.07 m. Asimismo, se puede observar que mientras más lejos se encuentre la fila con árboles de teca del árbol remanente, la altura y DAP serán mayor que los que estén más cerca.

4.2 La relación de los costos con la presencia de árboles y bosquetes remanentes

Los árboles o bosquetes remanentes están dispersos por los terrenos de la plantación de manera irregular. Cada lote de teca plantada contiene distinta área con vegetación remanente a orillas de quebradas o fuera de ellas de forma aislada.

Se analizaron 20 lotes de la plantación (Cuadro 15), para los cuales se recolectó información sobre su superficie total, superficie de reforestación comercial y superficie de protección o de vegetación remanente para conservación. La diferencia en las cifras del cuadro se debe a que no están incluidas otras superficies, en Anexo 2 se presenta toda la información proporcionada por la empresa. En reforestación comercial se incluye la superficie de teca plantada así como de especies nativas plantadas con fines comerciales. El área de protección corresponde a la superficie que existe en cada lote de vegetación remanente.

Cuadro 16. Lotes de teca analizados en Las Pavas

LOTE	SUPERFICIE TOTAL	REFORESTACIÓN COMERCIAL	ÁREA DE PROTECCIÓN
1	50.4	29	20.9
2	28.2	21	6.3
3	28.4	26	1.4
4	34.8	25.3	7.4
5	47.6	27.4	16.8
6	35.5	25.3	7.5
7	31.5	20	9.5
8	32.1	27.2	1.8
9	20.4	12.3	6.3
10	33.6	27.5	6.1
11	28.3	20	8.3
12	49.6	40.7	7.5
13	33.7	27.4	4.1
14	20.1	20.1	0
15	43.7	39.4	1.7
16	25.8	25.8	0
18	42.8	36.9	3.4
19	70.6	29.6	18.5
201	36	35.3	0.7
202	30.2	27.8	2.4
Total	723.3	544	130.6

4.2.1 Costo total y árboles y bosquetes remanentes

Debido a que la variable costo total se refería a todos los costos realizados en cada lote sin diferenciar en que superficie (teca o superficie sin teca) se habían efectuado, se obtuvo primeramente el resultado de la correlación entre las variables costos totales y superficie sin teca. Así, se encontró que existe una correlación positiva pero no significativa, a un nivel de 0.05, entre ambas variables. El coeficiente de correlación de Pearson fue 0.07320 y $Pr > F$ fue 0.7591. Por lo tanto, se aprecia la no significancia y el bajo grado de correlación.

El Cuadro 16 contiene los coeficientes de correlación de Pearson de los distintos análisis de correlación realizados, a un nivel de significancia de 0.05, entre la variable costos totales y las distintas áreas de cada lote.

Cuadro 17. Resultados de correlaciones con la variable costo total

VARIABLES	COEFICIENTE	PR>F
Costo total / Área de conservación	0.15596	0.5114
Costo total / Área de protección	0.07320	0.7591
Costo total / Superficie de teca	0.72564	0.0003
Costo total / Superficie de reforestación comercial	0.73261	0.0002
Costo total / Superficie total por lote	0.59307	0.0058

El análisis de correlación realizado con las demás variables permite establecer con cual de ellas es que la variable costo total por lote está más relacionada. Con todas hubo correlación positiva, pero no con todas hubo significancia. Las únicas variables con cuya correlación fue significativa fue superficie de teca y superficie de reforestación comercial. Los coeficientes (Pearson) de 0.72564 y 0.73261 indican que existe un considerable grado de asociación entre las variables.

Con estos resultados es posible decir que lo que más influye en los costos totales por lotes es la proporción utilizada en las áreas de teca plantada y por ende, en la de reforestación comercial. Es decir, los costos no tienen que ver significativamente con la presencia de los árboles o bosquetes remanentes en los lotes plantados de teca como la hipótesis planteaba o con alguna otra superficie que no sea teca. La Figura 30 muestra que los lotes donde hubieron mayores costos no son los mismos donde hay mayor o menor área de árboles remanentes. Sino que los costos fluctúan debido a otros factores como presencia de *Sacharum spontaneum*, pendientes, quebradas, etc.

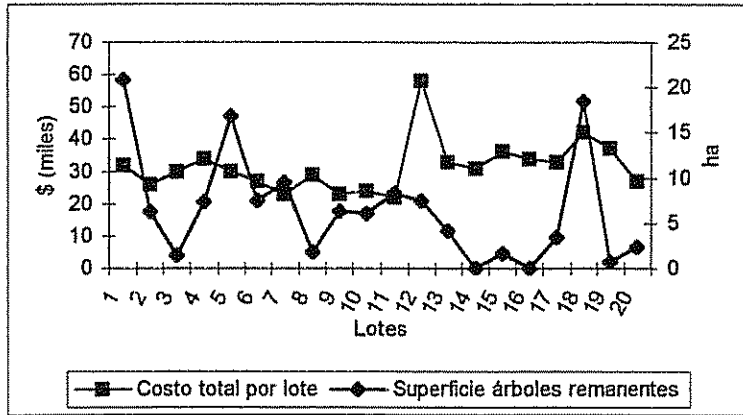


Figura 30. Comparación de los valores de las variables costo total por lote y superficie de árboles remanentes.

Al tomar la proporción de árboles y bosquetes remanentes por lotes y hacer el análisis de correlación con la variable costo total por lotes sucedió que el coeficiente de correlación de Pearson fue -0.24095 y $Pr>F$ fue 0.3061 . Así, no hubo significancia, a una nivel de 0.05 , en la correlación, pero el signo de este coeficiente significaría que a mayor densidad de árboles remanentes, los costos tenderían a ser menores.

4.2.2 Costo de teca y árboles y bosquetes remanentes

Los resultados del análisis de correlación entre la variable estimada como costo de teca y las distintas superficies en cada lote se presentan en el Cuadro 17.

Cuadro 18. Resultados de las correlaciones con la variable costo de teca

VARIABLES	COEFICIENTE	PR>F
Costo de teca / Área de conservación	0.15596	0.5114
Costo de teca / Área de protección	0.07320	0.7591
Costo de teca / Superficie de teca	0.72564	0.0003
Costo de teca / Superficie de reforestación comercial	0.73261	0.0002
Costo de teca / Superficie total por lote	0.59307	0.0058

Las únicas correlaciones significantes ocurrieron con las variables superficie total por lote, superficie de teca, y por ende, superficie de reforestación comercial. Se aprecia que la correlación entre la variable costo de teca y las otras superficies en los lotes, que no se refieren a reforestación comercial, no es significativa. Es decir, no se puede afirmar que la presencia de árboles y bosquetes remanentes en los lotes tiene una influencia significativa en los costos de manejo de la plantación de teca.

La correlación entre las variables costo por hectárea de teca y superficie de teca plantada fue significativa: coeficiente de correlación de Pearson, -0.50325 y $Pr > F$ 0.0237 . Esto es que a mayor superficie plantada de teca, los costos por hectárea de teca serán menores.

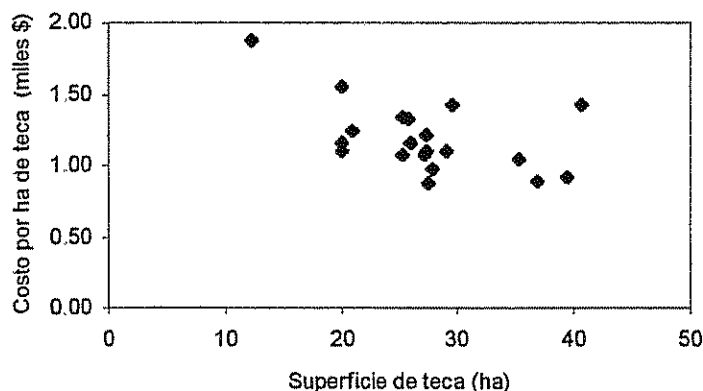


Figura 31. Dispersión de las variables costo por ha de teca y superficie de teca plantada

El modelo de Costo total (Y) con R^2 de 0.6266 y $Pr > F$ de 0.0100 cuya función es:

$$Y = 6.51089 + 0.63327 (\text{superficie total de lote}) + 0.63327 (\text{reforestación comercial}) + 0.96076 (\text{superficie de teca}) - 0.65841 (\text{área de protección}) - 1.58349 (\text{área de conservación}) + \xi_i$$

El modelo de Costo total de teca plantea la siguiente función con R^2 de 0.6266 y $Pr > F$ de 0.01:

$$Y = 5.46915 + 0.53195 (\text{superficie total de lote}) + 0.4947 (\text{reforestación comercial}) + 0.80704 (\text{superficie de teca}) - 0.55307 (\text{área de protección}) - 1.33013 (\text{área de conservación}) + \xi_i$$

En ambos casos hubo significancia estadística a un nivel de 0.05 y se aprecia el signo negativo en la relación de las variables costo total y costo de teca con las variables área de protección y área de conservación. El signo positivo de ambas variables de costos relacionadas con esas mismas áreas complementa la anterior observación. Es decir, si el área de conservación y protección se disminuyera, el área de teca aumentaría y con esto los costos y viceversa.

Por lo tanto, no se acepta la segunda hipótesis de que a mayor densidad o proporción de árboles y bosquetes remanentes, los costos serían mayores en los lotes como se había supuesto. Esta suposición surgió del hecho de que un lote que contara con alta densidad de árboles remanentes, sería más costoso que aquel que tuviera baja densidad de estos árboles debido a que habrían más costos por obstáculos a las labores de limpieza y mantenimiento. Pero los resultados de los análisis no demuestran esto. Ello puede ser explicado por la razón de que en la empresa no se diferencian estos costos por las distintas áreas en cada lote.

4.2.2 Costo de oportunidad de los árboles remanentes

Los árboles y bosquetes remanentes que no se encuentran en orillas de quebradas o del Lago Gatún ocupan un espacio que de una u otra manera podría estar ocupado por teca. Según el inventario de árboles remanentes en Las Pavas e información proporcionada por la empresa, de los 20 lotes analizados solamente en dos no se cuenta con vegetación remanente, al menos no cuantificada. La proporción promedio de árboles remanentes en los 20 lotes fue de 16.79%. La mayor proporción fue de 41.47% y la menor de 0%.

En el inventario de árboles remanentes se encontraron tres especies principales de árboles frutales con potencial de comercialización en la zona de la plantación: *Anacardium occidentale*, *Mangifera indica* y *Byrsonima crassifolia*, de los cuales se encontraron 79, 36 y 8 árboles respectivamente. De acuerdo a la información recolectada sobre precios de estos tres especies frutales se obtuvo que la comercialización del producto de un árbol de cada especie podría ser \$20.67 dólares para *Anacardium occidentale*, \$320 dólares para *Mangifera indica* y \$64 dólares para

Byrsonima crassifolia (Ovial Corcho, Com. pers.³). Así, la venta de fruta de estas tres especies podría ser de \$13,348.46 dólares anuales.

Algunas de las otras especies no frutales de árboles remanentes son maderables y otras no tienen un valor comercial conocido o establecido, pero sí poseen un uso conocido. En información recolectada con pobladores locales se supo que el principal uso que tienen esas especies es proveer materiales para la construcción de casas y cercas, así como para leña. Aguilar y Condit (s.f.) reportaron los mismos usos, además de usos medicinales, elaboración de instrumentos o herramientas y otros enseres.

De Herrera (2001) se obtuvieron los indicadores financieros para calcular el costo de oportunidad de acuerdo con la proporción de los árboles remanentes en los 20 lotes analizados. Con VAN/ha de \$8,556.33 y Costo Actualizado de \$6,521.40 se pudieron calcular dos costos de oportunidad diferentes. Uno incluye beneficios por la posible venta de fruta, además de la proporción de la superficie ocupada por los árboles remanentes; y el otro sólo contempla la proporción de árboles remanentes por lote. En el Cuadro 17 se presentan ambos costos de oportunidad para los 20 lotes.

En el Cuadro 18 se muestra el VAN/ha proyectado para todo el período para cada lote, así como el VAN/ha anual. Este indicador financiero fue calculado en base a la proporción de árboles remanentes en cada lote. Se puede decir, que se acerca lo más posible al VAN real del sistema de la plantación. Es decir, toma en cuenta que no es una plantación pura, sino que se contempla la superficie que ocupan los árboles y bosquetes remanentes. Con este mismo criterio se calculó la relación beneficio – costo, la cual resultó de 2.31.

El VAN/ha proporcionado por Herrera se refiere a lotes de plantación pura de teca, mientras que el VAN/ha calculado al tomar en cuenta la superficie de árboles y bosquetes remanentes es más bajo que el primer indicador. La disminución de este indicador financiero se refleja también en el costo de oportunidad por mantener los árboles y bosquetes remanentes.

³ Corcho, O. 2001. Precios de producción de árboles frutales en Las Pavas (entrevista). Panamá.

Cuadro 19. Costos de oportunidad de árboles remanentes en los 20 lotes de teca plantada en Las Pavas.

LOTE	COSTO DE OPORTUNIDAD	COSTO DE OPORTUNIDAD (INCLUYE VENTA DE FRUTA)
1	178827.30	165478.84
2	53904.88	40556.42
3	11978.86	-1369.60
4	63316.84	49968.38
5	143746.34	130397.88
6	64172.48	50824.02
7	81285.14	67936.68
8	15401.39	2052.93
9	53904.88	40556.42
10	52193.61	38845.15
11	71017.54	57669.08
12	64172.48	50824.02
13	35080.95	21732.49
14	0.00	-13348.46
15	14545.76	1197.30
16	0.00	-13348.46
18	29091.52	15743.06
19	158292.11	144943.65
201	5989.43	-7359.03
202	20535.19	7186.73
Total	1117456.70	850487.50

Los usos y beneficios de los árboles remanentes en esta plantación están por el momento limitados. La población local no puede tener acceso a ellos, excepto en algunas ocasiones a recolectar fruta. La empresa no comercializa la fruta producida y no tiene planes para hacerlo en un futuro cercano. Visto de esta manera el costo de oportunidad se acerca a cero debido a que es muy poco probable que la empresa cambie la superficie de árboles y bosquetes remanentes a teca plantada. En la realidad, la superficie de los árboles y bosquetes remanentes podría reducirse. Para ello sería necesario hacer una solicitud a la autoridad competente y si fuera factible, se

tendría que pagar una cuota de \$7.50 dólares por cada árbol a cortar (Gilberto Martínez, Com. pers.⁴).

De hecho, la vegetación remanente es referida por la empresa como áreas de protección y le otorga una notoriedad con respecto a las demás plantaciones de la zona, que son más plantaciones puras, ya que representa un valor agregado aún no cuantificado.

Cuadro 20. VAN/ha neta aprovechable para todo el periodo y anual por lote

LOTE	VAN/HA	VAN/HA ANUAL
1	4923.29	196.93
2	6371.74	254.87
3	7833.26	313.33
4	6220.55	248.82
5	4925.28	197.01
6	6097.89	243.92
7	5432.59	217.30
8	7250.22	290.01
9	5158.96	206.36
10	7002.95	280.12
11	6046.88	241.88
12	7021.02	280.84
13	6956.78	278.27
14	8556.33	342.25
15	7714.40	308.58
16	8556.33	342.25
18	7376.84	295.07
19	3587.36	143.49
201	8389.96	335.60
202	7876.36	315.05

⁴ Martínez, G. 2001. Vegetación remanente (entrevista). Panamá.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La sombra de los árboles y bosquetes remanentes de vegetación produce una disminución en las variables altura y DAP de los árboles de teca en la plantación, por lo tanto, en el crecimiento de éstos. Sin embargo, no se puede generalizar este impacto negativo a todos los árboles remanentes. El tamaño de copa influye en la reducción de altura y DAP de la teca: 25% y 26%, respectivamente, en la teca alrededor de copas grandes con respecto a la teca alrededor de copas pequeñas.
- El mayor impacto en el crecimiento se ha visto en los árboles de teca alrededor de árboles o bosquetes remanentes con copas grandes: 44% y 42% de reducción en altura y DAP, respectivamente, para la teca situada en la primera fila alrededor de la vegetación remanente con respecto a las filas más alejadas. Así, mientras mayor sea la copa, el impacto tendrá alcance en más filas de la plantación de teca que rodeen al árbol remanente.
- El incremento o decrecimiento de los costos de limpieza y mantenimiento de cada lote no tiene que ver con la presencia de los árboles y bosquetes remanentes. Sino a un conjunto de factores que podrían incluir la topografía del terreno y presencia de malezas como *Sacharum spontaneum* y a los costos relacionados con los trabajos de la plantación de teca.
- Es posible la obtención de beneficios financieros de los árboles remanentes, caso específico el de los árboles frutales.
- A pesar de que la mayoría de los lotes de la plantación no son puros de teca, la relación beneficio – costo es positiva, 2.31. Demuestra que un sistema de plantación no puro puede ser rentable. Sin embargo, por mantener los árboles remanentes la empresa deja de percibir cierta cantidad de dinero por hectárea (costo de oportunidad).

5.2 Recomendaciones

- Controlar, mediante podas, el tamaño de las copas de los árboles remanentes donde el efecto de la sombra sobre la teca sea significativo.
- Establecer un valor financiero para los árboles remanentes frutales y no frutales dentro de una plantación y determinar una disposición de pago por su conservación en base a su valor de existencia.
- Establecer una estrategia de comercialización o aprovechamiento del producto de los árboles frutales.
- Fomentar la conservación de la vegetación remanente en las plantaciones forestales en la Cuenca del Canal de Panamá para protección del ambiente y biodiversidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S y Condit R. S.f. Uso de árboles nativos por una comunidad de campesinos en Panamá. Panamá, PA. Centro de Ciencias Forestales del Trópico/Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. 18 p + cuadros.
- ANCON (Asociación Nacional para la conservación de la Naturaleza, PA). 1995. Evaluación Ecológica de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Panamá, PA. 98 p.
- Briscoe, C. 1995. Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote. Turrialba, CR, CATIE. 44 p.
- Camino, R de y Budowski, G. 1998. Impactos ambientales de las plantaciones forestales y medidas correctivas de carácter silvicultural. Revista Forestal Centroamericana no. 22:6-12.
- Chand Basha, S; Mohanan, C; Sankar, S. eds. 1997. Teak. Kerala, IN. Kerala Forest Department y Kerala Forest Research Institute. 274 p.
- Chaves, E y Fonseca, W. 1991. Teca (*Tectona grandis*): especie de árbol de uso múltiple en América. Serie Técnica no. 179. Turrialba, CR, CATIE. 47 p.
- Cornelius, J. 1994. Nativas versus exóticas: ¿una distinción de importancia en la selección de especies? Revista Forestal Centroamericana no. 3:11-15.
- Ecoforest, PA. 1998. Proyecto de reforestación para las tierras de la fase II sector oeste del Canal de Panamá. Panamá, PA. 21 p.
- Gracia Taylor, G de. 2000. Evaluación inicial del aporte de la reforestación a la economía y desarrollo de las comunidades de la cuenca del Canal de Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 77 p.
- Guevara, S; Laborde, J y Sánchez, G. 1998. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy? Selbyana 19 (1): 34-43.
- Gujarati, DN. 1993. Econometría. 2 ed. México, Mc Graw Hill. 597 p.
- Harrington, CA. 1999. Forests planted for ecosystems restoration or conservation. New Forests no. 17:175-190.
- Harvey, CA y Haber, WA. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. Agroforestry Systems no. 44: 37-68.

- Heckadon Moreno, S; Ibañez, D; Condit, R. eds. 1999. La cuenca del Canal: deforestación, contaminación y urbanización. Panamá, Proyecto Monitoreo de la Cuenca del Canal. 120 p.
- Herrera Durán, JL. 2001. Análisis de crecimiento de procedencias y rentabilidad financiera de *Tectona grandis* L.f. en la zona oeste del Canal de Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 85 p.
- Jordan, CF y Farnworth, EG. 1982. Natural vs. Plantation forest: A case study of land reclamation strategies for the humid tropics. *Environmental Management* 6(6):485-492.
- Lamb, D. 1997. Restauración de la biodiversidad mediante plantaciones. *Actualidad Forestal Tropical* 5(2):3-5.
- McCullough, RB. 1999. Four common myths about plantation forestry. *New Forest* no. 17:111-118.
- Palencia Pineda, IY. 2000. Problemas socioeconómicos y ambientales asociados a la paja canalera (*Saccharum spontaneum*) en la cuenca del canal de Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 81 p.
- Pandey, D y Brown, C. 2000. La teca: una visión global. *Unasylva* 5 (201):3-13.
- Prebble, C. 1997. Plantaciones forestales: un camino en perspectiva. *Actualidad Forestal Tropical* 5(2):1.
- Proyecto Monitoreo de la Cuenca del Canal. 1999. La cuenca del canal: deforestación, urbanización y contaminación. Editado por Heckadon, S; Ibañez, R; Condit, R. Sumario Ejecutivo del Informe Final. Panamá, PA. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. 120 p.
- Reis, MS. 1997. Plantaciones forestales industriales en los trópicos de América Latina. *Actualidad Forestal Tropical* 5(2):8-9.
- Teaknet. 1999. Site, Technology and Productivity of Teak Plantations. Penang, MY. 14 p.
- Williams-Linera, G; Sosa, V y Platas, T. 1995. The fate of epiphytic orchids after fragmentation of a mexican cloud forest. *Selbyana* 16(1):36-40.

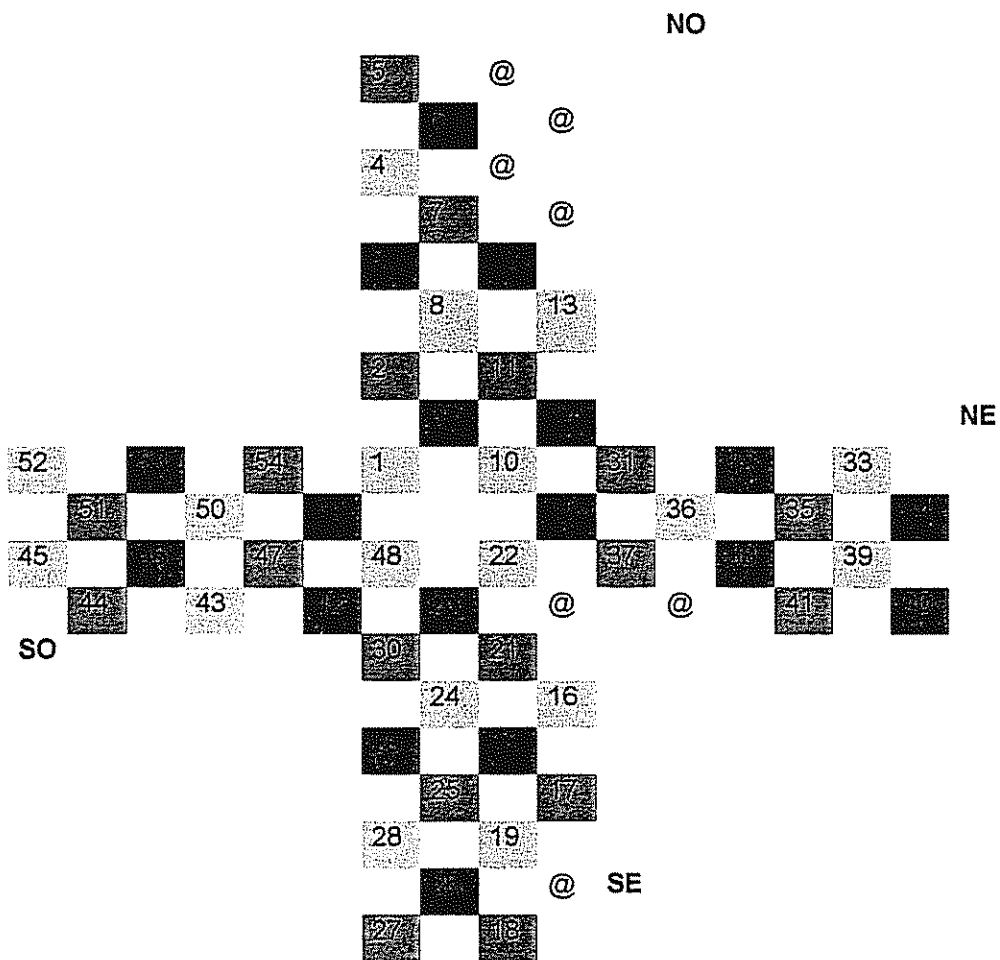
7. ANEXOS

ANEXO 1. Croquis de 16 sitios analizados

Experimento 1. *Spondias mobim* (Jobo) Anacardiaceae

Radio medio 3.54 m

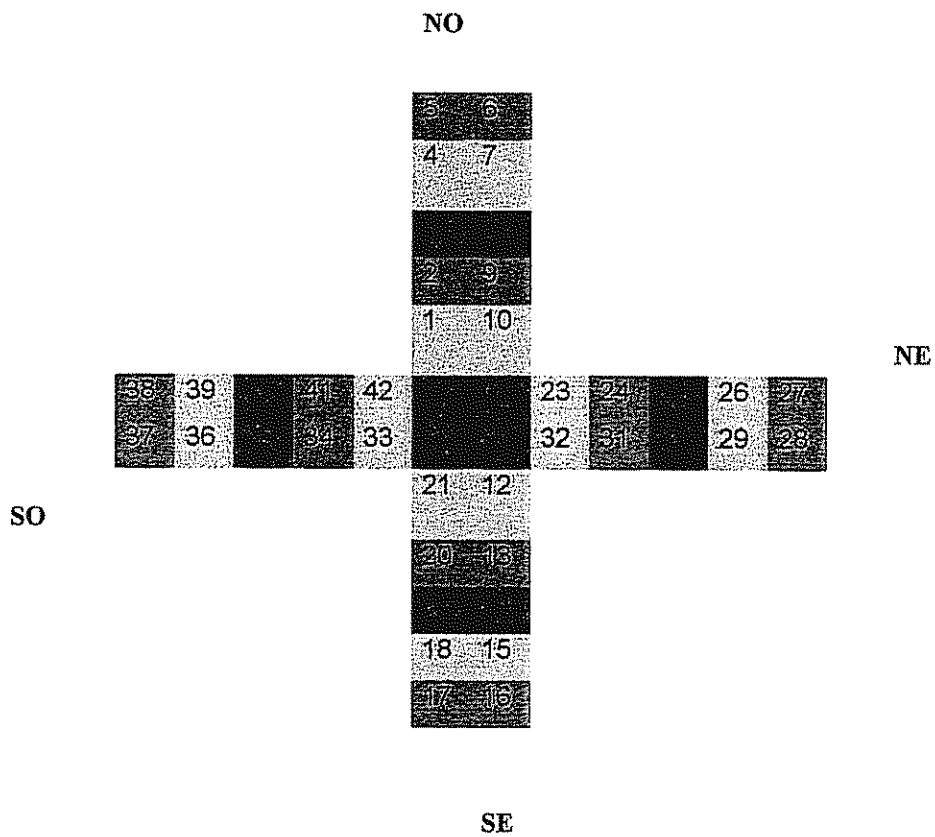
Lote 4



Experimento 2. *Tabebuia guayacan* (Guayacán) Bignoniaceae

Radio medio: 2.28 m

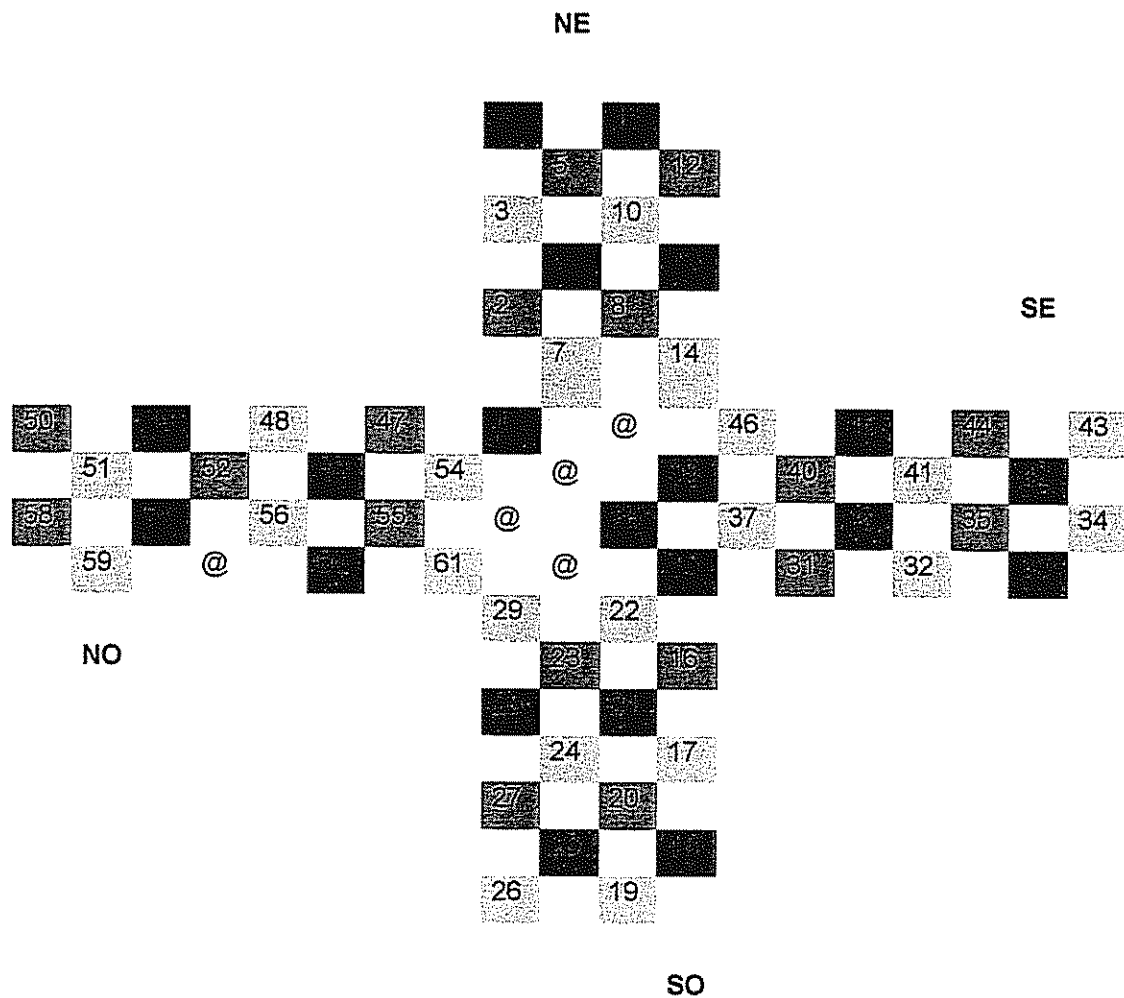
Lote 4



Experimento 3. *Tabebuia guayacan* (Guayacán) Bignoniaceae

Radio medio: 3.69 m

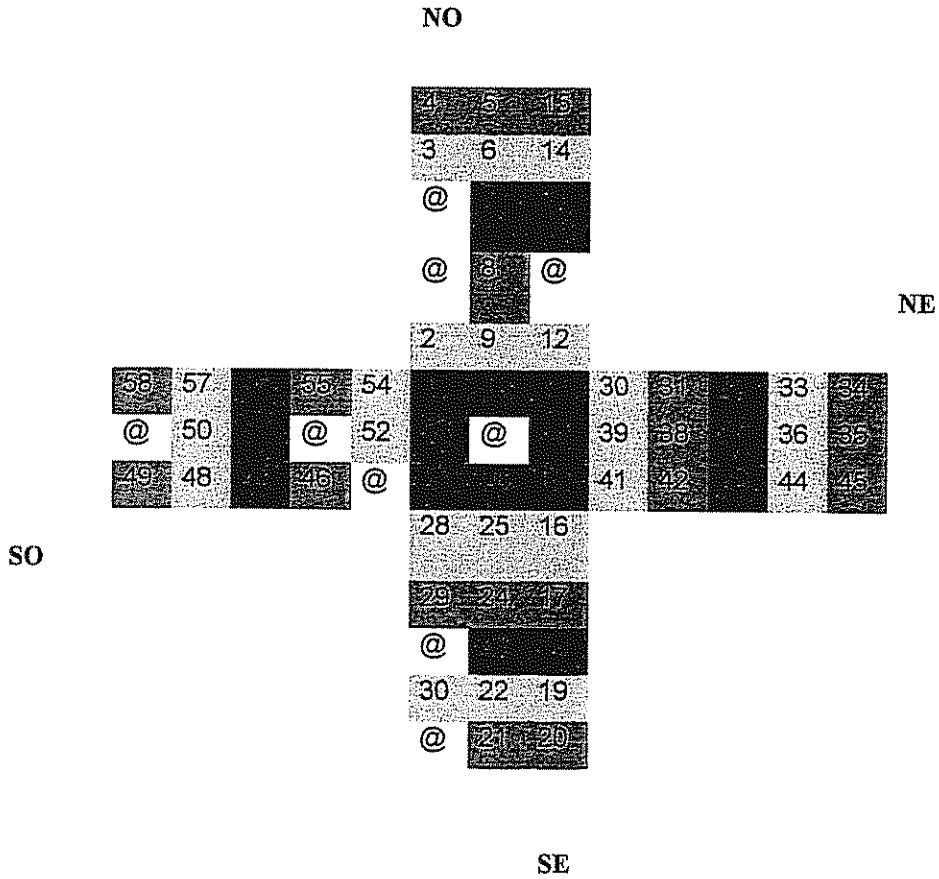
Lote 7



Experimento 4. *Colubrina glandulosa* (Carbonero) Rhamnaceae

Radio medio: 3.68 m

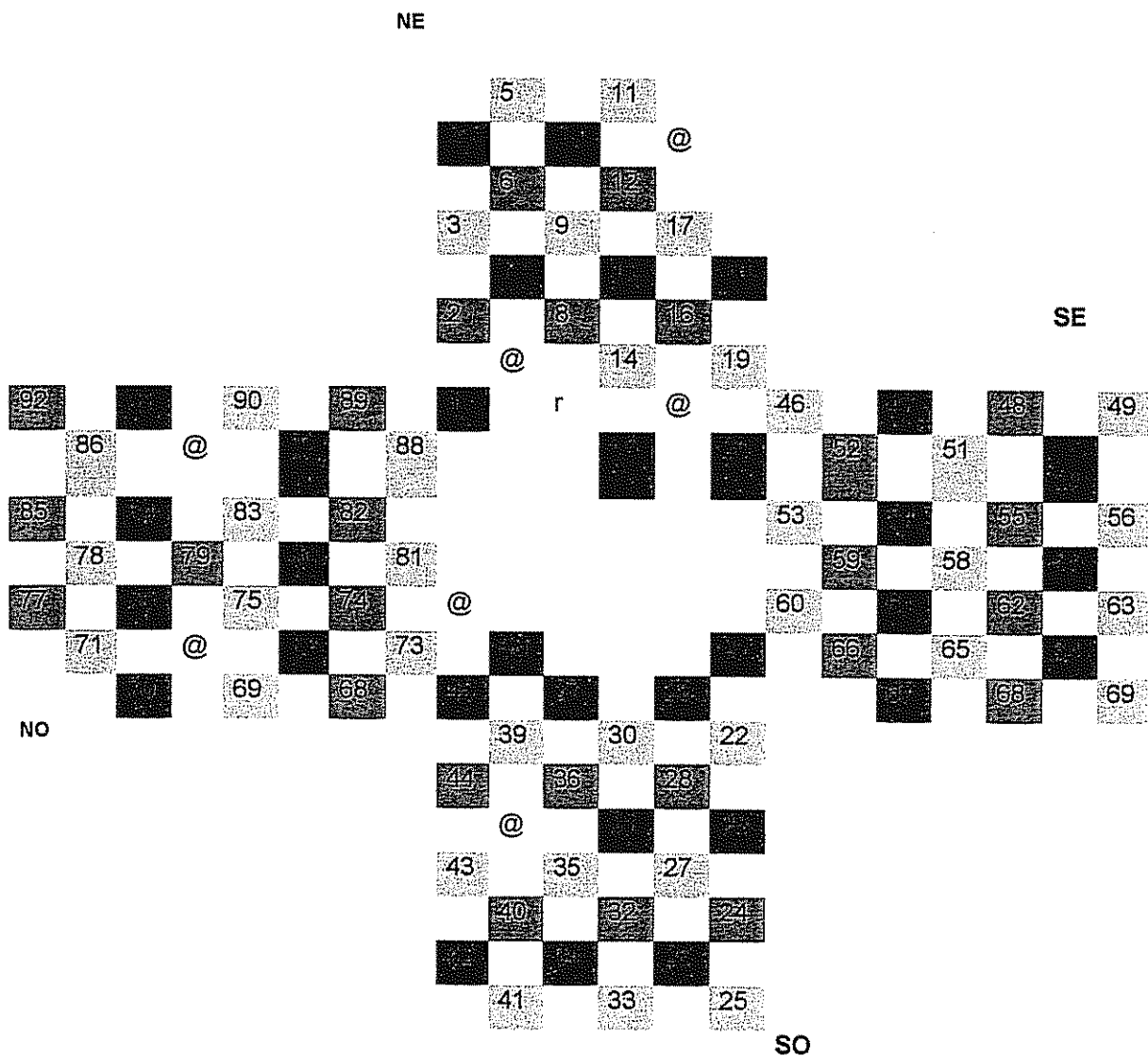
Lote 9



Experimento 5. *Apeiba tibourbou* (Cortezo) Tiliaceae; *Miconia argentea* (Papelillo) Melastomataceae; *Anacardium occidentale* (Marañón) Anacardiaceae; *Byrsonima spicata* (Nancillo) Malpighiaceae; *Lonchocarpus latifolia* (Zorro) Leguminosae

Radio medio: 6.58 m

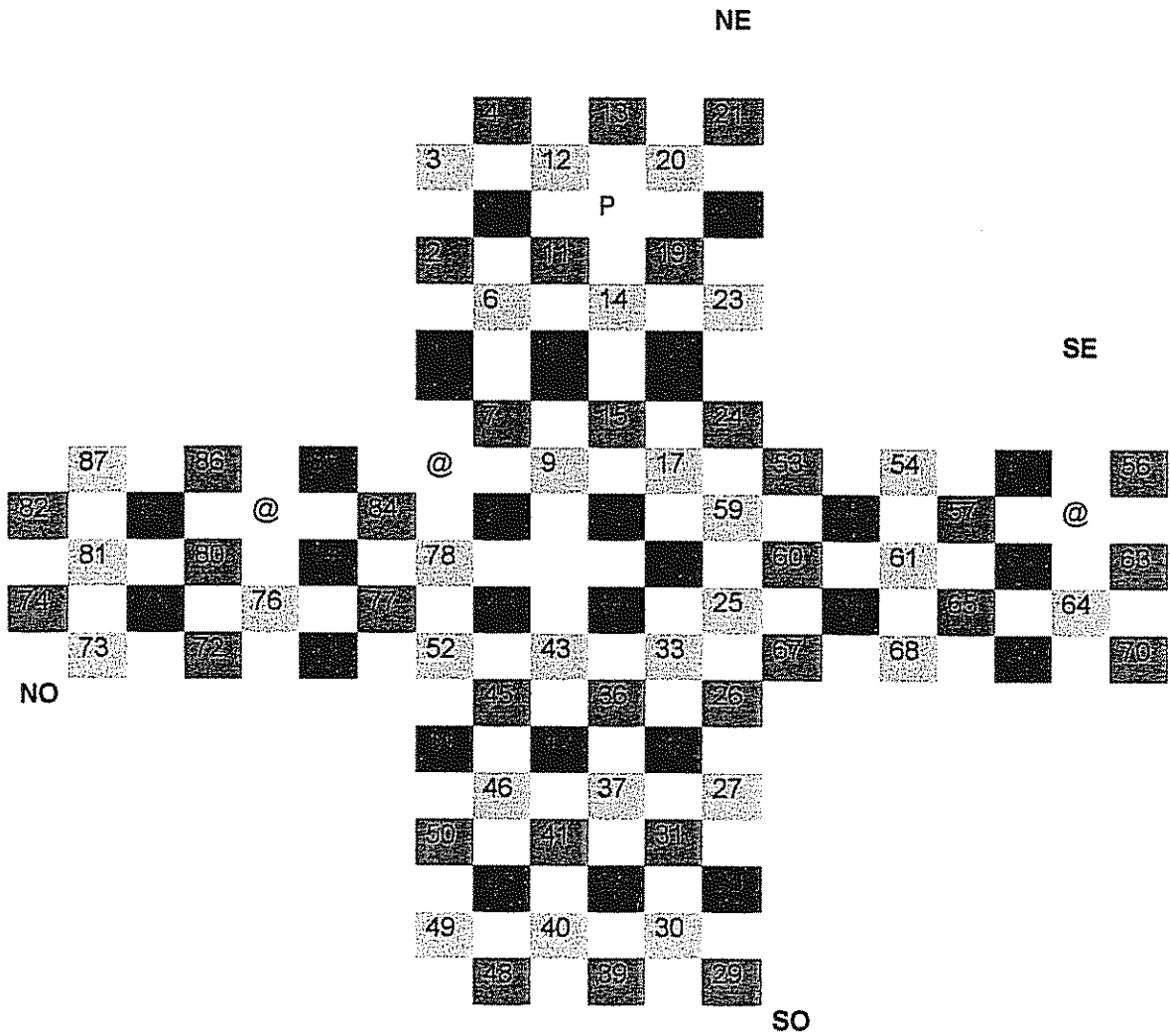
Lote 5



Experimento 6. *Terminalia amazonia* (Amarillo) Combretaceae

Radio Medio: 5.76 m

Lote 4

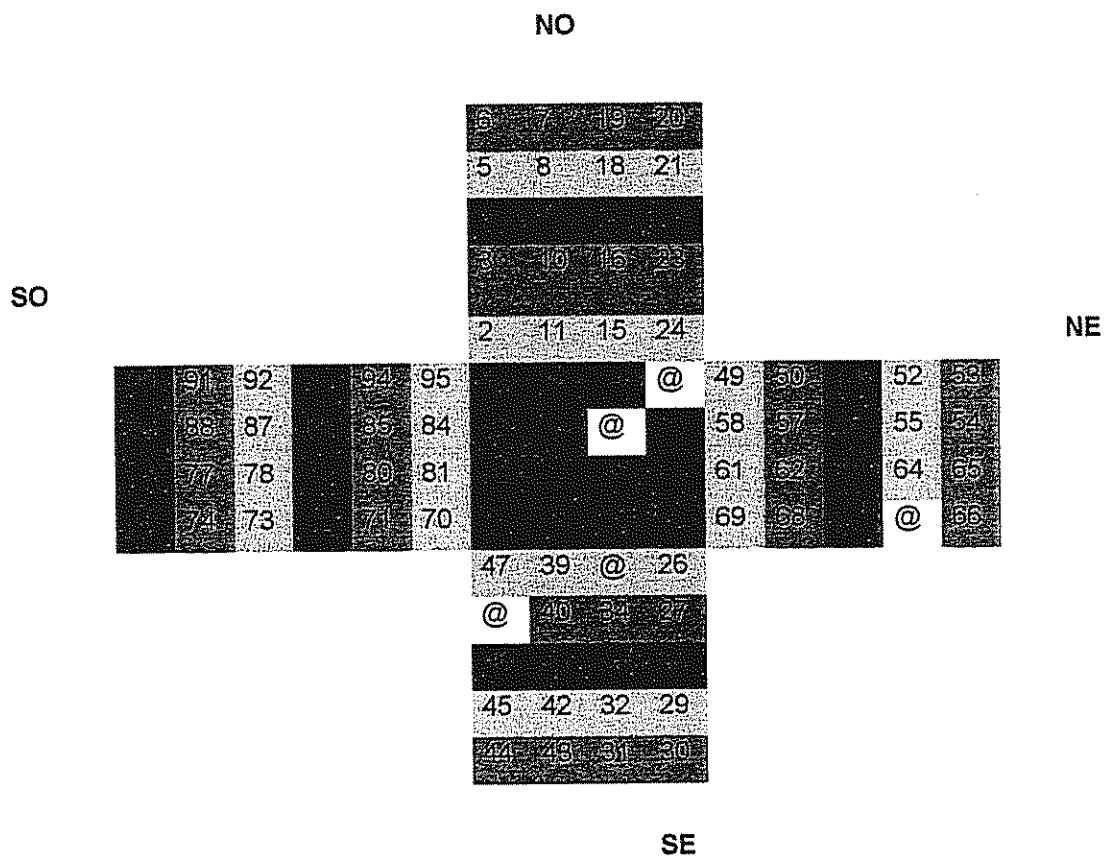


Experimento 7 *Magnifera indica* (Mango) Anacardiaceae

Terminalia amazonia (Amarillo) Combretaceae

Radio medio: 5.94 m

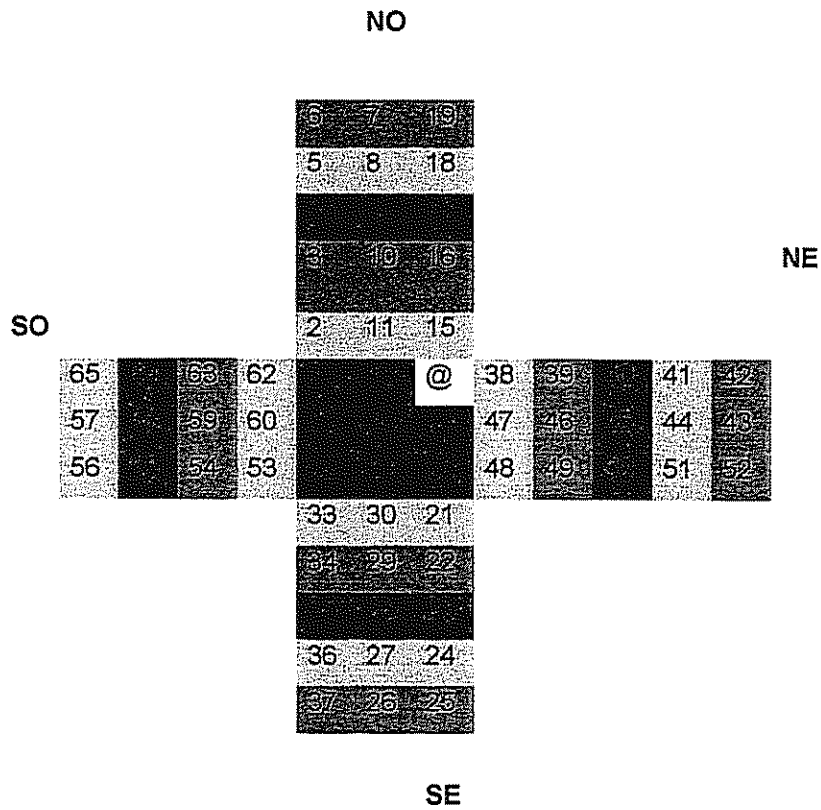
Lote 4



Experimento 8 *Tabebuia guayacan* (Guayacan) Bignoniaceae

Radio medio: 2.78 m

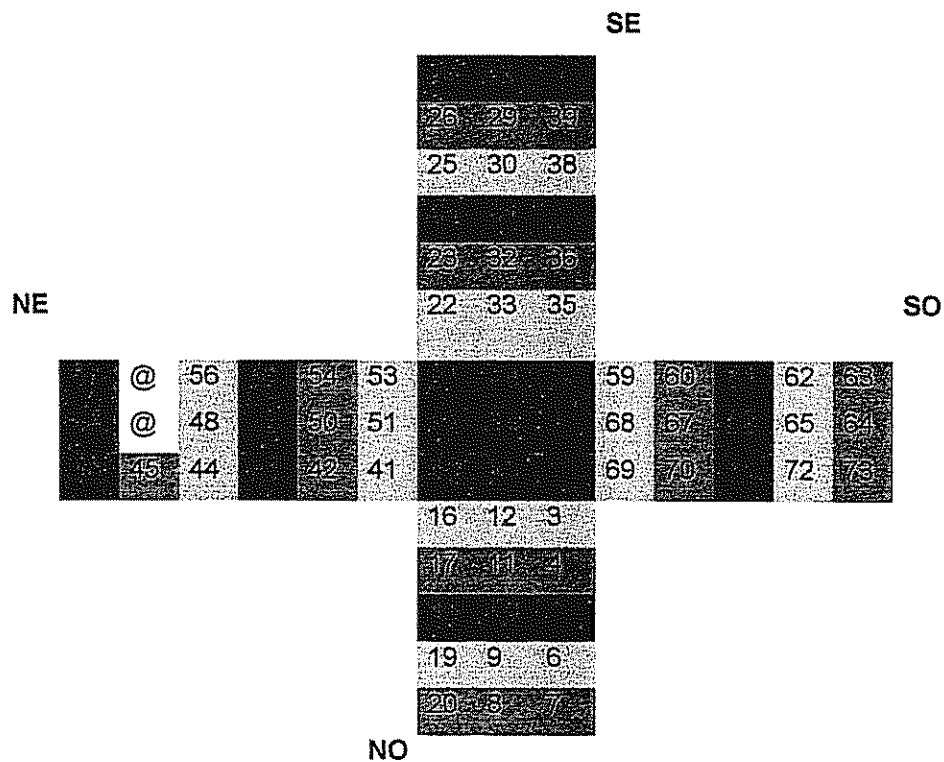
Lote 4



Experimento 9 *Scheeflera zonensis* (Palma Real) Palmae

Radio medio: 3.43 m

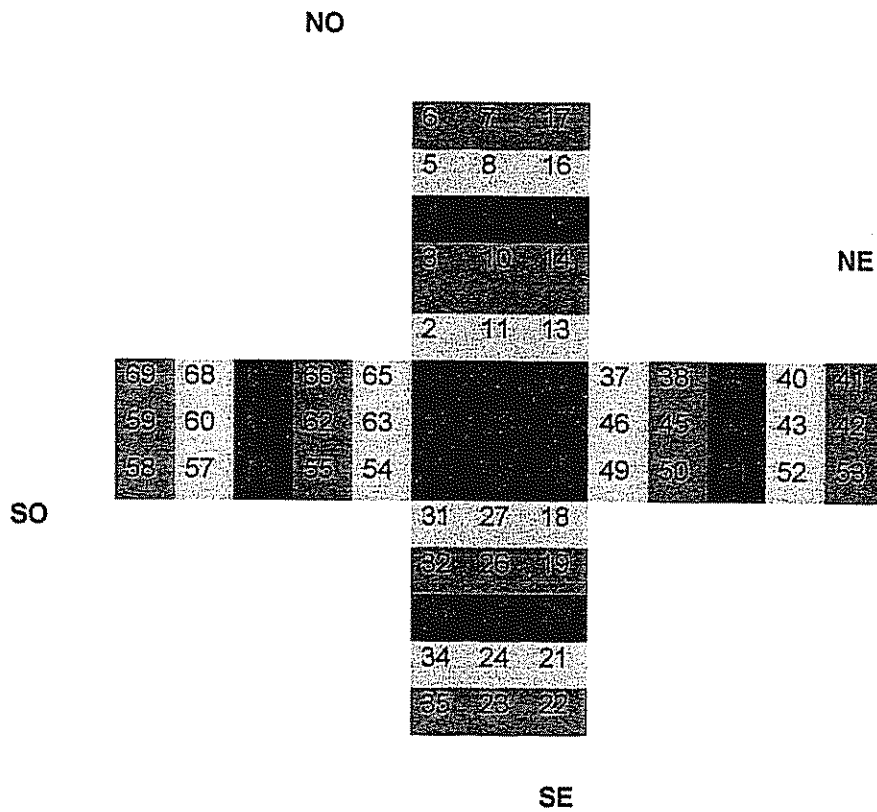
Lote 1



Experimento 10 Schefflera zonensis (Palma Real) Palmae

Radio medio: 3.95

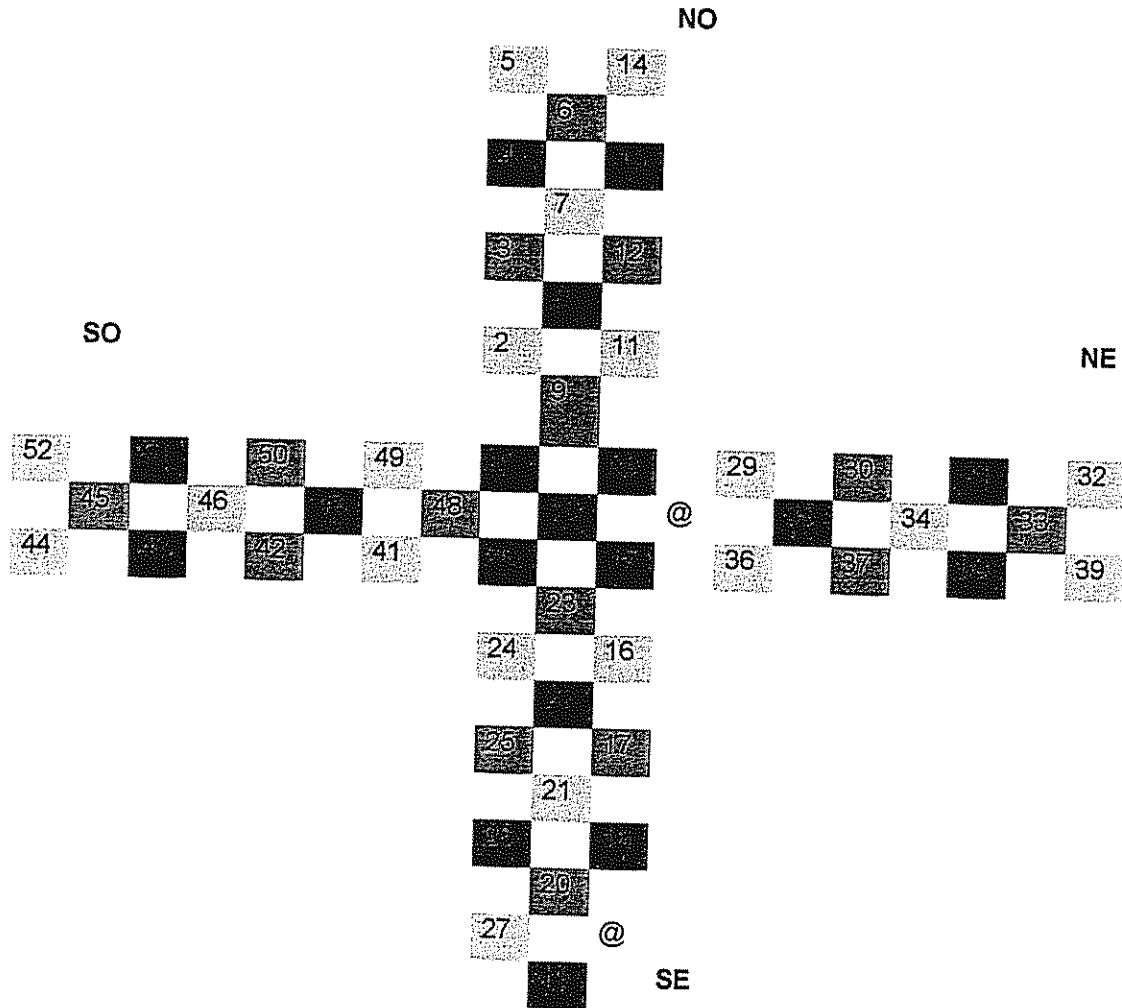
Lote 7



Experimento 11 *Scheeflera zonensis* (Palma Real) Palmae

Radio medio: 4.63 m

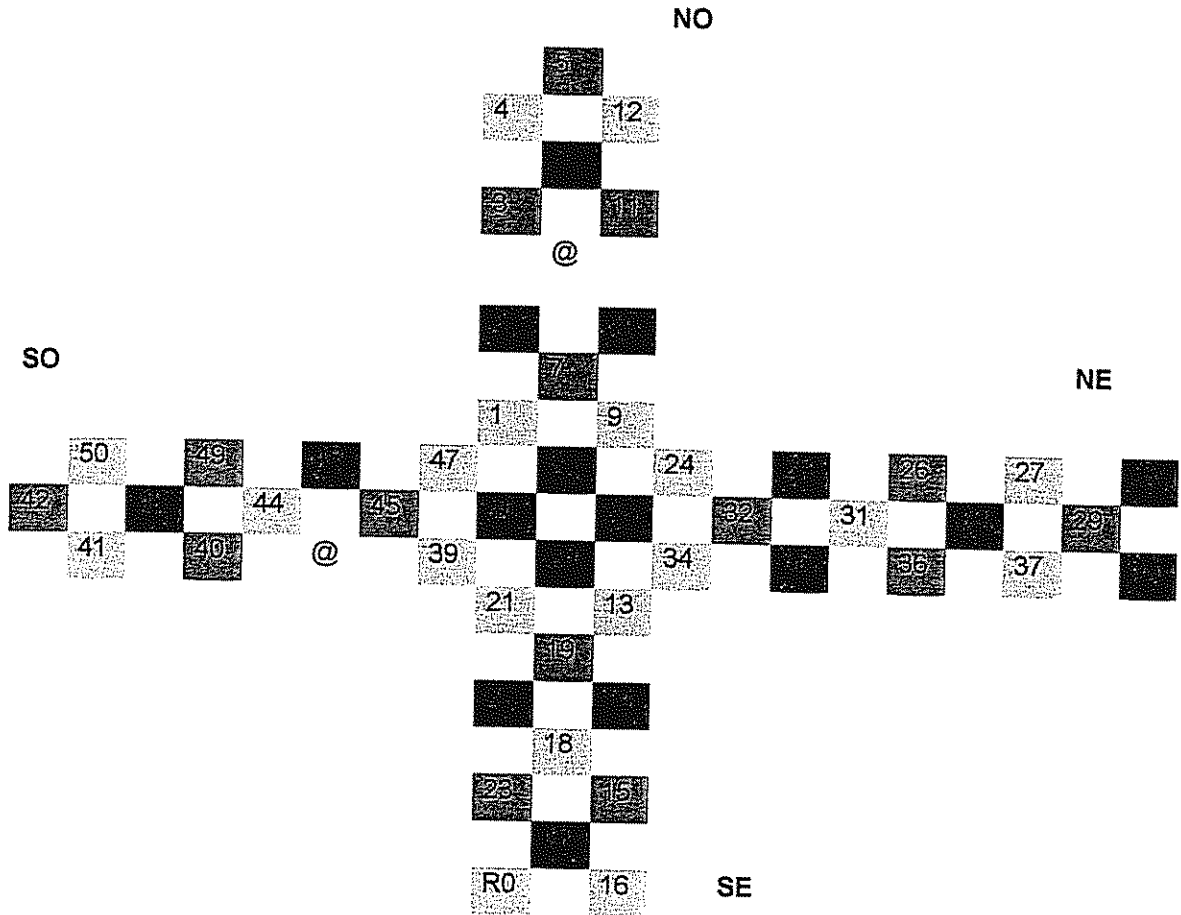
Lote 3



Experimento 12 Scheeflera zonensis (Palma Real) Palmae

Radio medio: 4.7 m

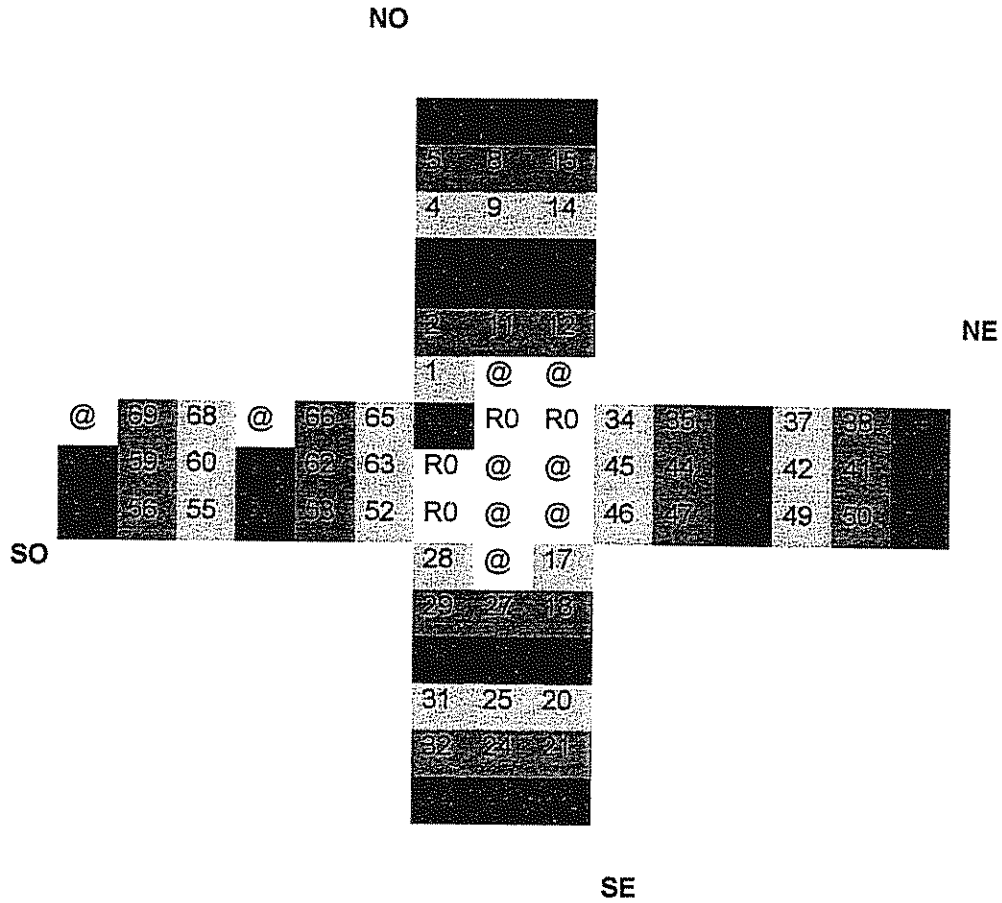
Lote 5



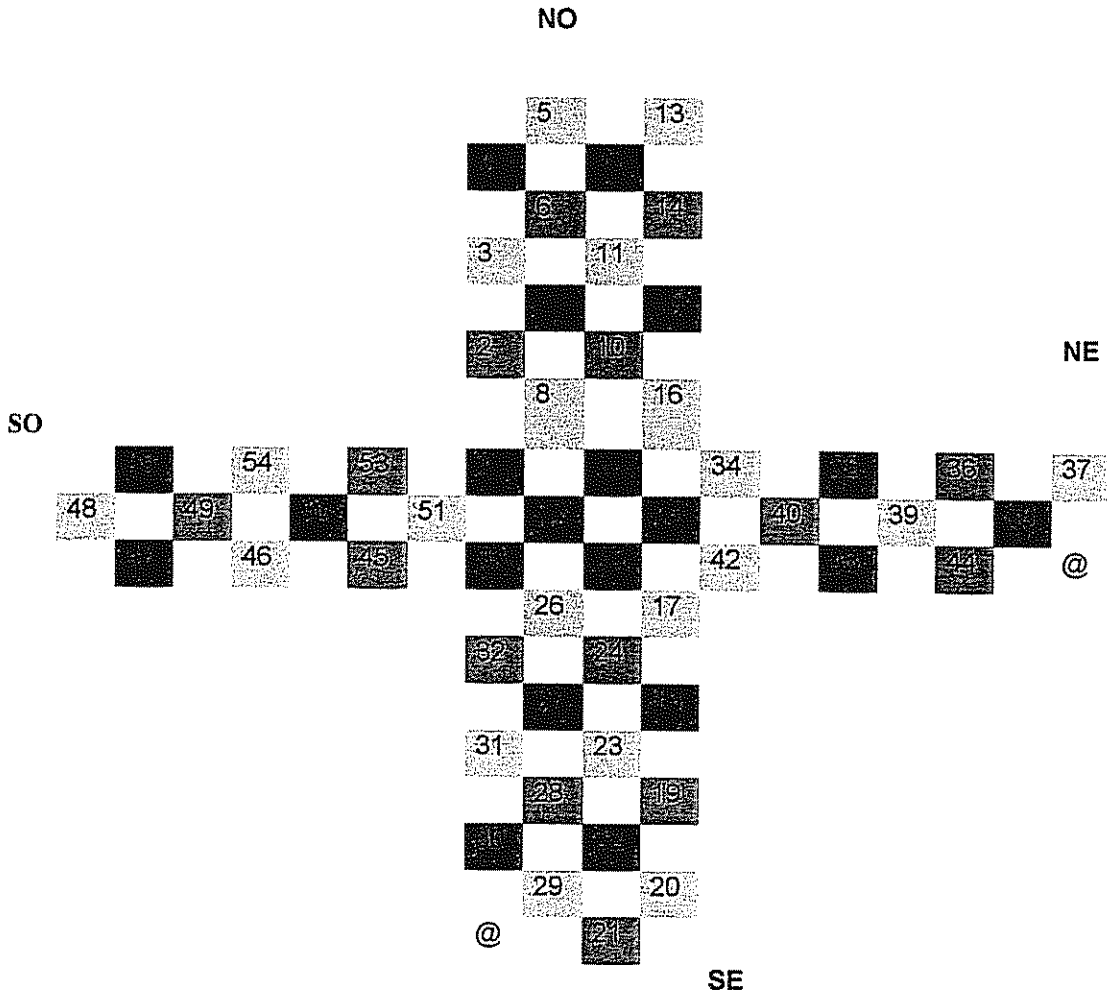
Experimento 13 *Anacardium occidentale* (Marañon) Anacardiaceae
Cordia alliodora (Laurel) Boraginaceae

Radio medio: 4.78 m

Lote 5



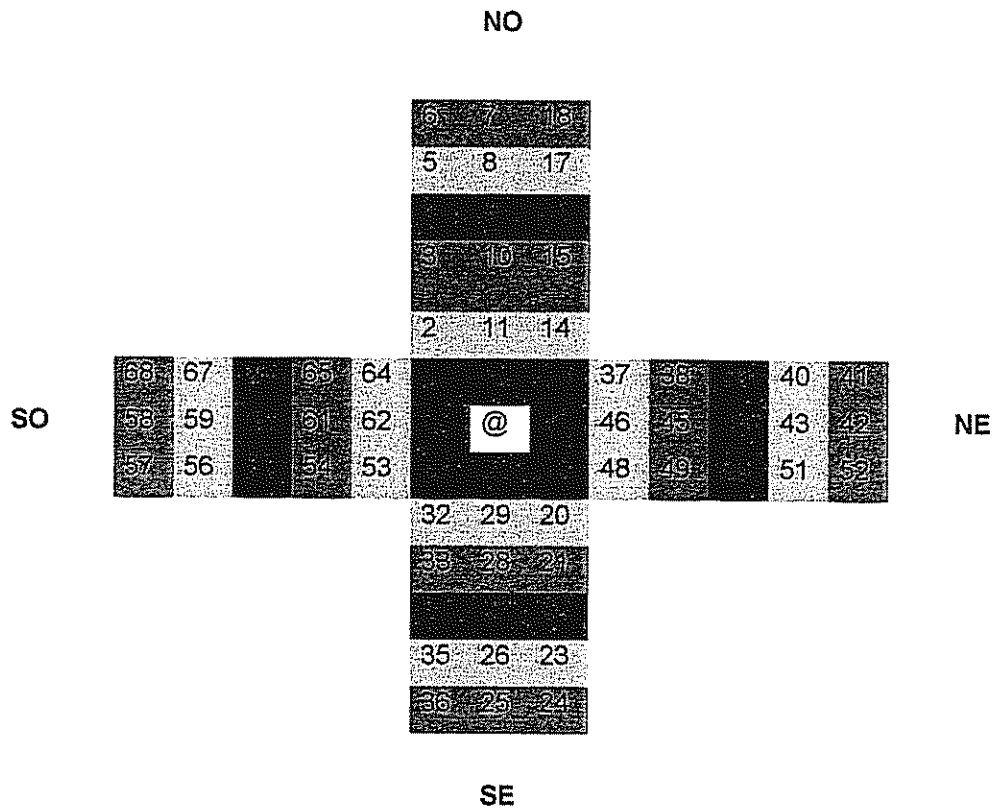
Experimento 14 *Cochlospermum vitifolium* (Poropoli) Cochlospermaceae
 Radio medio: 2.89 m
 Lote 9



Experimento 15 *Schefflera zonensis* (Palma Real) Palmae

Radio medio: 3.48 m

Lote 8



ANEXO 2. Lotes analizados de Las Pavas

Lote	REFORESTACIÓN COMERCIAL			REFORESTACIÓN DE CONSERVACIÓN			ÁREA DE PROTECCIÓN	TOTAL LOTE
	Teca neta	Nativa neta	Total	Quebradas	P. Experimental	Total		
1	29		29	0.5		0.5	20.9	50.4
2	21		21	0.7	0.2	0.9	6.3	28.2
3	24	2	26	1		1	1.4	28.4
4	25.3		25.3	2.1		2.1	7.4	34.8
5	27.4		27.4	3.4		3.4	16.8	47.6
6	25.3		25.3	2.7		2.7	7.5	35.5
7	20		20	2		2	9.5	31.5
8	27.2		27.2	3.1		3.1	1.8	32.1
9	12.3		12.3	1.8		1.8	6.3	20.4
10	20.5	7	27.5				6.1	33.6
11	20		20				8.3	28.3
12	36.4	4.3	40.7	1.4		1.4	7.5	49.6
13	27.4		27.4	2.2		2.2	4.1	33.7
14	20.1		20.1					20.1
15	36.8	2.6	39.4	2.6		2.6	1.7	43.7
16	25.8		25.8					25.8
18	34.3	2.6	36.9	2.5		2.5	3.4	42.8
19	26.5	3.1	29.6	3.2		3.2	18.5	70.6
201	31.9	3.4	35.3				0.7	36
202	24.7	3.1	27.8				2.4	30.2