

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL



INFORME DE PRACTICA DE ESPECIALIDAD

ESTUDIO DE LA DINAMICA Y ESTRUCTURA DE DOS BOSQUES SECUNDARIOS  
HÚMEDOS TROPICALES UBICADOS EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA LA SELVA,  
PUERTO VIEJO DE SARAPIQUÍ, HEREDIA, COSTA RICA.

MARLON SALAZAR BLANCO

CARTAGO, 2001.

**ESTUDIO DE LA DINÁMICA Y ESTRUCTURA DE DOS BOSQUES SECUNDARIOS  
HÚMEDOS TROPICALES UBICADOS EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA LA SELVA,  
PUERTO VIEJO DE SARAPIQUI, HEREDIA, COSTA RICA.**

Informe presentado a la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de  
Cota Rica como requisito parcial para optar al título de Bachiller en Ingeniería Forestal.

Miembros del Tribunal

---

Msc. Braulio Vílchez Alvarado  
Profesor Guía

---

Ing. Alvaro Redondo Brenes  
Representante OET

---

Lic. Marvin Castillo Ugalde  
Lector ITCR

# ESTUDIO DE LA DINÁMICA Y ESTRUCTURA DE DOS BOSQUES SECUNDARIOS HÚMEDOS TROPICALES UBICADOS EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA LA SELVA, PUERTO VIEJO DE SARAPIQUI, HEREDIA, COSTA RICA.

Marlon Salazar Blanco<sup>1</sup>

## RESUMEN

El trabajo se desarrolló en la Zona Norte, específicamente en la Estación Biológica La Selva, región de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica, bajo el Estudio de Dinámica Espacial y Temporal de Bosque Secundario, del Proyecto Bosques. El objetivo del mismo fue el análisis de la dinámica y estructura de dos bosques secundarios húmedos tropicales de diferente edad.

Se analizaron tanto la estructura vertical como horizontal de estos sitios. Se evaluó además la cobertura de copas, el estado reproductivo y el incremento diamétrico y de altura total de la masa arbórea mayor ó igual a 10 cm de dap.

Los principales resultados obtenidos fueron que ambos bosques presentaron una típica distribución horizontal, en forma de “J” invertida, además que ambos sitios concentraron el máximo de sus individuos en los estratos medios de altura. El área de copas promedio aumentó conforme se subió en las categorías de altura, así como el tamaño de las copas promedio.

La mayor actividad fenológica (floración y fructificación) se presentó en las categorías medias de altura y a la vez en las categorías bajas diamétricas. Ambos sitios presentaron buenos incrementos diamétricos en comparación con otros sitios, en donde los mayores incrementos se registraron en las categorías medias diamétricas. Los incrementos en altura fueron mayores conforme se avanzó en las categorías de altura.

Se concluyó que estos bosques presentaron la estructura y dinámica propias de los bosques secundarios del trópico húmedo, que afectan tanto la composición horizontal como vertical de estos bosques. Se recomienda hacer estos mismos estudios pero enfocado al manejo forestal de estos bosques.

**Palabras claves:** Bosque Secundario; Ecología; Dinámica; Estructura Vertical; Estructura Horizontal; Estación Biológica La Selva; Costa Rica.

---

<sup>1</sup>Informe de Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, 2001.

# STUDY OF DYNAMICS AND STRUCTURES OF TWO TROPICAL SECONDARY RAINFORESTS LOCATED IN LA SELVA BIOLOGICAL STATION, PUERTO VIEJO OF SARAPIQUÍ, HEREDIA, COSTA RICA.

Marlon Salazar Blanco<sup>2</sup>

## ABSTRACT

This research related to vegetation dynamics, species composition, and ecosystem processes in tropical second-growth forest of Bosques project took place at La Selva Biological Station, Sarapiquí, Heredia in the northern part of Costa Rica. The objective was the analysis of the dynamics and structure of two tropical secondary rainforest of different age.

I analyzed the vertical and horizontal structure of two forests. In addition, I evaluated the crown cover, the phenology, and the diametrical increase and overall height of trees greater than or equal to 10 cm dbh.

My results indicated that both forests presented a typical horizontal distribution, with an inverse J – shaped curve. In addition, my results showed that the maximum number of individuals were in the middle layers of height. The average area of crowns increased in proportion with the increase in the categories of height, as well as with average size of the crowns.

Greater phenological activity (flowering and fruition) occurred in the middle height categories and in the diametrical low categories. Both sites showed good increases in diameter in comparison with other sites in northern Costa Rica, where the majority of increases were registered in the average diametrical categories. The increases in height were primarily seen in the trees in approval advanced categories of height.

My principal conclusion was that these forest presented the same dynamics and structure of secondary forest that have been studied in other parts of the humid tropics, that influenced in the horizontal and vertical composition of these forest. I recommend that future research include similar studies in other forest that can be used to improve the management of these forests.

**Key words:** Secondary Rainforest; Ecology; Vertical Structure; Horizontal Structure; Dynamics; La Selva Biological Station; Costa Rica.

---

<sup>2</sup> Informe de Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, 2001.

**DEDICATORIA**

A Dios y La Virgen

A mi Familia

## **AGRADECIMIENTOS**

A Braulio Vílchez, por confiar en mí para la realización de éste trabajo, por sus consejos y dedicación.

A Ing. Alvaro Redondo, por sus acertados consejos, su apoyo y facilidades para la realización de este trabajo.

A los asistentes del Proyecto Bosques: Jeannette Paniagua, Juan Romero, Carlos Castillo y Marcos Molina, por brindarme su valiosa ayuda en el trabajo de campo.

A todo el personal de La Selva, por la atención brindada durante mi estadía en la Estación.

Al Ing. Marvin Castillo, por tomarse la molestia de leer este trabajo y por sus consejos.

A mis compañeros de generación: Ricardo Badilla, Jorge Leiva, Adrián Delgado, Julio Sánchez, Randall Muñoz, Vivian Chávez, Vinicio Ríos, y Luis Diego Barrantes, así como también a Antonio Orozco, Juan Manuel Millán, Vinicio Zúñiga y Guillermo Durán, por su gran compañerismo, valiosa amistad y por haber sido parte de tantas luchas, alegrías y congojas durante mis estudios en el TEC.

Al personal docente y administrativo de la Escuela de Ingeniería Forestal de Instituto Tecnológico de Costa Rica, por haber sido el pilar de mi formación profesional.

A todos muchas gracias.

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
ABSTRACT.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE GENERAL .....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE ANEXOS .....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS .....	3
GENERAL .....	3
ESPECIFICOS .....	3
MARCO TEORICO.....	4
CONCEPTO DE BOSQUE SECUNDARIO.....	4
ORIGEN DEL BOSQUE SECUNDARIO.....	4
ETAPAS DEL PROCESO DE UNA SUCESION SECUNDARIA.....	5
Primera etapa.....	5
Segunda etapa.....	5
Tercera etapa.....	5
LOS GRUPOS ECOLOGICOS DE LAS ESPECIES FORESTALES.....	6
Heliófitas efímeras.....	6
Heliófitas durables.....	6
Esciófitas parciales.....	6
Esciófitas totales.....	7
CARACTERÍSTICAS DEL BOSQUE SECUNDARIO.....	7
IMPORTANCIA ECOLOGICA Y ECONOMICA DE LOS BOSQUES SECUNDARIOS.....	8
Ecológicos .....	8
Económicos.....	9
ESTRUCTURA DE LOS BOSQUES .....	9
Estructura vertical.....	9
Estructura horizontal.....	10
DINAMICA DE LOS BOSQUES .....	10
FACTORES QUE DETERMINAN EL CRECIMIENTO .....	11

Competencia.....	11
Radiación solar.....	12
Forma de copa.....	12
Lianas.....	12
El tamaño del árbol.....	13
Otros factores.....	13
FENOLOGIA.....	13
PARCELAS PERMANENTES DE MUESTREO.....	13
METODOLOGÍA.....	15
DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO.....	15
CLIMA, VEGETACIÓN, TOPOGRAFÍA Y SUELOS.....	16
ESTRUCTURA VERTICAL.....	17
ESTRUCTURA HORIZONTAL.....	18
COBERTURA DE COPAS.....	19
ESTADO REPRODUCTIVO.....	19
INCREMENTO DIAMETRICO Y DE LA ALTURA TOTAL.....	19
RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
ESTRUCTURA VERTICAL.....	21
Lindero El Peje.....	21
Lindero Sur.....	24
ESTRUCTURA HORIZONTAL.....	29
Lindero El Peje.....	29
Lindero Sur.....	33
COBERTURA DE COPAS.....	37
Lindero El Peje.....	37
Lindero Sur.....	41
FENOLOGIA.....	45
Lindero El Peje.....	45
Lindero Sur.....	47
INCREMENTO PARA EL DIAMETRO.....	51
Lindero El Peje.....	51
Lindero Sur.....	53
INCREMENTO PARA LA ALTURA.....	56
Lindero El Peje.....	56
Lindero Sur.....	58
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES.....	64
BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS.....	72



## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de las parcelas en análisis, Sarapiquí, Costa Rica. 2001.....	16
Cuadro 2. Distribución vertical según el número de individuos para las 10 especies más abundantes en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001. ....	22
Cuadro 3. Especies más importantes según el número de individuos para los tres estratos presentes en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.....	23
Cuadro 4. Distribución vertical según el número de individuos para las 10 especies más abundantes en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001. ....	26
Cuadro 5. Especies más importantes según el número de individuos para los tres estratos presentes en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001. ....	27
Cuadro 6. Distribución diamétrica según el número de individuos para las 10 especies más abundantes en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.....	31
Cuadro 7. Distribución diamétrica según el número de individuos para las 10 especies más abundantes en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001. ....	35
Cuadro 8. Distribución promedio del área de copas por categorías de altura para las 10 especies más abundantes en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001. ....	37
Cuadro 9. Cobertura de copa para las 10 especies más importantes según su área en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001. ....	39
Cuadro 10. Distribución promedio del tamaño de las copas para las 10 especies más abundantes en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001. ....	40
Cuadro 11. Distribución promedio del área de copas por categorías de altura para las 10 especies más abundantes en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001. ....	41
Cuadro 12. Cobertura de copa para las 10 especies más importantes según su área en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.....	43
Cuadro 13. Distribución promedio del tamaño de las copas para las 10 especies más abundantes en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001. ....	44
Cuadro 14. Distribución del número de individuos por estratos según su estado reproductivo en Lindero El Peje. Agosto-Setiembre del 2001, Sarapiquí.	45
Cuadro 15. Distribución del número de individuos por categorías diamétricas según su estado reproductivo en Lindero El Peje. Agosto-Setiembre del 2001, Sarapiquí. ....	46

Cuadro 16. Estado reproductivo para Lindero El Peje en Agosto y Setiembre del 2001, Sarapiquí, 2001. ....	46
Cuadro 17. Distribución del número de individuos por estratos según su estado reproductivo en Lindero Sur. Agosto-Setiembre del 2001, Sarapiquí.....	47
Cuadro 18. Distribución del número de individuos por categorías diamétricas según su estado reproductivo en Lindero Sur. Agosto-septiembre del 2001, Sarapiquí. ....	48
Cuadro 19. Estado reproductivo para Lindero Sur en Agosto y Septiembre del 2001, Sarapiquí. ....	49
Cuadro 20. Incremento corriente anual (ICA) por categorías diamétricas en Lindero El Peje para los individuos con dap mayor - igual a 10 cm, período 2000-2001, Sarapiquí. ....	51
Cuadro 21. Incremento corriente anual (ICA) para las 10 especies más abundantes en Lindero El Peje, período 2000-2001, Sarapiquí.....	52
Cuadro 22. Incremento corriente anual (ICA) por categorías diamétricas en Lindero Sur para los individuos con dap mayor - igual a 10 cm de, período 2000-2001, Sarapiquí. ....	53
Cuadro 23. Incremento corriente anual (ICA) para las 10 especies más abundantes en Lindero Sur, período 2000-2001, Sarapiquí.....	54
Cuadro 24. Incremento corriente anual (ICA) de la altura total para las diez especies más abundantes en Lindero El Peje, Sarapiquí, período 1999-2001. ....	57
Cuadro 25. Incremento corriente anual (ICA) de la altura total para las diez especies más abundantes en Lindero Sur, Sarapiquí, período 1999-2001. ....	59

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de las parcelas de medición junto con el uso del suelo de La Estación Biológica La Selva.....	15
Figura 2a. Diagrama de la parcela establecida en Lindero El Peje.....	17
Figura 2b. Diagrama de las parcelas establecidas en Lindero Sur.....	17
Figura 3. Distribución vertical de los individuos mayores de 10 cm de dap en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.....	21
Figura 4. Distribución vertical de los individuos mayores de 10 cm de dap en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.....	24
Figura 5. Distribución Horizontal para los individuos mayores a 10 cm de DAP según su abundancia para Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.....	29
Figura 6. Distribución Horizontal para los individuos mayores a 10 cm de DAP según su área basal en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.....	30
Figura 7. Distribución Horizontal para los individuos con dap mayor - igual a 10 cm según su abundancia para Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.....	33
Figura 8. Distribución Horizontal para los individuos mayores a 10 cm de dap según su área basal para Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.....	34
Figura 9. Distribución de las áreas de copa promedio según categorías de altura para las cinco especies con mayor promedio en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.....	37
Figura 10. Distribución de las áreas de copa promedio según categorías de altura para las cinco especies con mayor promedio en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.....	41
Figura 11. Incremento corriente anual para la altura según las clases de altura en Lindero El Peje, Sarapiquí, período 1999-2001.....	56
Figura 12. Incremento corriente anual para la altura según las clases de altura en Lindero Sur, Sarapiquí, período 1999 - 2001.....	58

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies encontradas en ambos sitios con su respectivo código, Sarapiquí, 2001.....	72
Anexo 2. Ingresos y egresos según el área basal para Lindero El Peje en el periodo 2000-2001, Sarapiquí. ....	74
Anexo 3. Ingresos y egresos según el número de individuos por especie para Lindero El Peje en el periodo 2000-2001, Sarapiquí.....	74
Anexo 4. Ingresos y egresos según el área basal para Lindero Sur en el periodo 2000-2001, Sarapiquí. ....	75
Anexo 5. Ingresos y egresos según el número de individuos por especie para Lindero Sur en el periodo 2000-2001, Sarapiquí. ....	76
Anexo 6. Formulario utilizado para la recolección de los datos. ....	77

## INTRODUCCIÓN

Hasta hace algún tiempo se pensaba que los bosques secundarios eran solo lo que quedaba después de que se “aprovechaba” el bosque primario, o incluso habían algunos que decían que eran solo “charrales” grandes que se formaban al abandonar las tierras “inservibles”, por lo que no se les prestaban la atención adecuada. No solo por esos pensamientos, sino por que aún no se hacía notar que los bosques primarios de nuestro país estaban desapareciendo aceleradamente y a la vez los bosques secundarios eran cada vez más comunes en nuestros paisajes.

Las áreas de bosque secundario han aumentado paulatinamente: según la FAO (1996) a nivel mundial las áreas de bosque secundario representan más de 532 millones de hectáreas, lo que corresponde a más del 32 % de la cobertura forestal en su totalidad (ECO, 1997; citado por Redondo, 1998). Para América Latina la FAO reportó que para 1996 la cobertura vegetal de los bosques secundarios comprendió 165 millones de hectáreas. Weaver (1995) y Sips *et al*, (1996) afirmaron que si se suman a estos el área estimada de bosques residuales (170 millones de hectáreas) se tendría entonces 335 millones de hectáreas de bosque intervenido por actividades humanas.

Sin duda alguna, los bosques primarios fueron los principales perjudicados con estas actividades. En la actualidad, de estos bosques quedan menos de 200 000 hectáreas productivas en nuestro país (Müller y Solís, 1992). Las áreas fuera de los Parques Nacionales en su mayoría se encuentran en manos privadas y, en los últimos 50 años, han sufrido un fuerte proceso de deforestación (Carvajal, 2000).

Se estima que en Costa Rica las áreas de bosque secundario aumentan a razón de 25 000 a 30 000 hectáreas por año (Tortós, 1996; citado por Solís, 2000). Actualmente se cuenta con más de 400 000 hectáreas de bosque secundario en todo el país (Quirós, 1999), de las cuales 40 000 se hayan en las Zona Norte (Solís, 2000). Esto ha llevado a que se observe ahora más que nunca el valor que tiene este recurso.

El bosque secundario brinda diferentes beneficios tangibles entre los cuales se tienen: recuperación de suelos degradados, madera, protección de aguas y de fauna, fijación de carbono, recreación, entre otros (Quirós, 1999). Los bosques secundarios representan un enorme potencial para el desarrollo del sector forestal costarricense. Su potencial se deriva no solo de su abundancia respecto a otros ecosistemas forestales, sino además de su importancia como proveedores de bienes y servicios ambientales para la sociedad. Por lo tanto, caracterizar estos bosques y conocer como la industria forestal se relaciona con este recurso, son aspectos claves a tomar en cuenta al momento de proponer opciones de manejo productivo (Berti, 2000).

Es por esto que se hace importante no solo más estudios sobre estos bosques, sino investigación que permita aprovechar adecuadamente este tipo de recurso,

para así tratar de reducir la presión tan enorme que se ejerce hoy en día sobre los bosque primarios. Además, son urgentes para ayudar a cuantificar el recurso existente y de esa manera poder aportar un poco de información a la ya generada, para que de esa manera poder crear una conciencia mayor en la comunidad en general y sobre todo a los propietarios de este tipo de bosque. De esta forma se podrá dar el valor real a este tipo de cobertura y la importancia como recurso forestal existente y en aumento (Redondo, 1998).

La finalidad de este trabajo es el de estudiar la dinámica y estructura forestal, evaluando las estructuras horizontales y verticales, así como las coberturas de copa, estados reproductivos e incrementos diamétricos y de altura total de dos bosques húmedos tropicales secundarios ubicados en la Estación Biológica La Selva, Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. El trabajo fue financiado por Andrew W. Mellon Foundation, con la cooperación del Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Universidad de Connecticut, la Universidad de Virginia y la Organización para Estudios Tropicales (OET), dentro del Estudio de la Dinámica Espacial y Temporal del Bosque Secundario del Proyecto Bosques, Estación Biológica La Selva.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL:**

Analizar la estructura y dinámica de dos bosques secundarios húmedos tropicales de la Región Huetar Norte ubicados en la Estación Biológica La Selva, Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica.

### **ESPECIFICOS:**

1. Analizar la estructura vertical de las especies arbóreas con diámetros mayores o iguales a 10 cm.
2. Analizar la estructura horizontal de las especies arbóreas con diámetros mayores o iguales a 10 cm.
3. Evaluar la cobertura de copas de la masa forestal de especies mayores o iguales a 10 cm de diámetro.
4. Evaluar el estado reproductivo de las especies de la masa forestal con diámetros mayores o igual a 10 cm.
5. Evaluar el incremento en diámetro y altura total de la masa arbórea con diámetro mayor o igual a 10 cm.

## **MARCO TEORICO**

### **CONCEPTO DE BOSQUE SECUNDARIO.**

El concepto de bosque secundario abarca todos los estadios de una sucesión, desde el bosque inicial, que se forma en una superficie abierta natural o provocada por el hombre, hasta el estado de bosque clímax (Lamprecht, 1990). Finegan (1997), citado por Morales (1998) lo definió como una vegetación leñosa que se desarrolla en terrenos abandonados, después de que el bosque original ha sido destruido por la actividad humana.

Valerio y Salas (1997), lo definieron como el producto de una sucesión secundaria, esto es, que se origina sobre un suelo que fue desarrollado previamente, por ejemplo donde antes hubo un bosque primario que fue eliminado por acción del hombre. Sánchez (1990), citado por Quirós (1999), mencionó que la sucesión secundaria está representada por aquella vegetación que se produce después de la eliminación natural o humana de la masa arbórea original.

Para efectos de nuestra legislación en el decreto ejecutivo N° 27998-MINAE, se definió a el bosque secundario como “la tierra con vegetación leñosa de carácter sucesional secundaria que se desarrolla una vez que la vegetación original ha sido eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales, con una superficie mínima de 0.5 hectáreas, y con una densidad no menor a 500 árboles por hectárea de todas las especies, con diámetro mínimo a la altura del pecho de 5 cm. Se incluye también las tierras de bosque secundario inmediatamente después de aprovechadas bajo el sistema de corta de regeneración (La Gaceta, 1999).

### **ORIGEN DEL BOSQUE SECUNDARIO.**

Fedlmeier (1996) y Spittler (1996); citados por Quirós (1999) afirmaron que los bosques secundarios se han originado principalmente por la ausencia o reducción de incentivos estatales hacia el sector ganadero y agrícola, produciéndose así un abandono de áreas dedicadas a estas actividades. Otras razones del abandono son además la degradación del suelo por compactación, la erosión y la pérdida de fertilidad (Quirós, 1999).

Morales (1998), afirmó que el origen principal de estos bosques se derivó del abandono de terrenos dedicados anteriormente a otras actividades alternativas de uso de la tierra. Mencionó que estos terrenos seguirán regenerándose como bosque secundario, siempre y cuando el propietario esté convencido de que la permanencia de éste es más atractiva, desde un punto de vista económico y social, que otros usos alternativos del suelo.



## **ETAPAS DEL PROCESO DE UNA SUCESION SECUNDARIA.**

El proceso dinámico de colonización de especies en sitios abandonados se realiza paulatinamente en varias etapas. Las primeras etapas de la sucesión se han resumido en un modelo general, el cual describe la sucesión que se desarrolle sobre sitios que únicamente fueron talados o en tierras agrícolas no degradadas o aisladas de fuentes semilleras (Finegan, 1992). En sitios degradados o aislados de fuentes semilleras el panorama puede variar significativamente. El proceso de sucesión secundaria involucra tres etapas de desarrollo, los cuales han sido propuestos por diferentes autores y que consisten en:

### **Primera etapa:**

De 2 a 3 años después del abandono. El sitio es invadido principalmente por especies herbáceas pioneras como bejucos y arbustos. Simultáneamente se están estableciendo especies de otros grupos ecológicos (Finegan, 1992; Guillén, 1993). A esta primera etapa comúnmente se le denomina charral. Al inicio dominan las especies sin valor comercial, de crecimiento muy rápido y de vida relativamente corta como: *Cecropia* sp, *Croton* sp y *Ochroma* sp (COSEFORMA, 1998).

### **Segunda etapa:**

De los 2-3 hasta los 12-15 años. En esta etapa declina la presencia de las especies herbáceas y se destacan los árboles de especies heliófitas efímeras. Estas especies arbóreas son de una amplia distribución natural, como ocurre con *Ochroma lagopus* y *Cecropia* sp; éstas especies son intolerantes a la sombra, con madera poco densa, consideradas no comerciales y están acompañadas de un crecimiento de lianas. Forman un bosque de estructura simple y con ausencia de diámetros grandes en las primeras etapas de la sucesión (Finegan y Sabogal, 1988; Guillén, 1993).

Las especies pioneras crecen rápido y la sombra generada suprime el crecimiento de las hierbas, bejucos y arbustos. Con excepción de algunas especies de rápido crecimiento, en esta etapa, la mayoría de las especies comerciales siguen creciendo bajo la sombra de las pioneras (COSEFORMA, 1998).

### **Tercera etapa:**

Se da a partir de los 12-15 años. Declinan los individuos de especies heliófitas efímeras y sobresalen los individuos de especies heliófitas durables que incluyen las especies maderables, formando un rodal compuesto por pocas especies comparado con el bosque primario (Finegan y Sabogal, 1988; Finegan, 1992).

Los árboles de crecimiento rápido como *Vochysia ferruginea* o *Laetia procera*, alcanzan diámetros mayores de 40 cm entre 20 – 30 años. Al mismo tiempo, otras especies valiosas (esciófitas) como *Minquartia guianensis*, *Brosimum alicastrum*,

*Carapa guianensis* y *Callophylum brasiliensis*, crecen más lentamente bajo su sombra (COSERFORMA, 1998).

## **LOS GRUPOS ECOLOGICOS DE LAS ESPECIES FORESTALES.**

Dado que las especies tienen diferentes estrategias de regeneración, donde la luz juega el papel más importante, es necesario agrupar a las especies forestales de acuerdo con sus requerimientos de luz (Manta, 1988). Así, Finegan *et al* (1993) identifica cuatro grupos ecológicos en los bosques de Sarapiquí, Costa Rica:

### **Heliófitas efímeras:**

Especies que requieren un alto grado de luz para regenerarse, crecer y desarrollarse; su vida es comparativamente corta (de 20 ó 30 años) (Finegan *et al*, 1993). Alcanzan la edad reproductiva a los 2 ó 4 años, fructifican continuamente y el tamaño de la semilla es relativamente pequeño. La gran eficiencia en la diseminación (aves, murciélagos y aire) de las semillas hace que se puedan encontrar en el bosque primario donde no hay árboles reproductivos de ese grupo. La altura máxima de esos árboles es de no más de 20 a 25 metros, la estructura de la población llega a ser coetánea en un claro determinado. Algunos ejemplos de esas especies son: *Cecropia* sp, *Croton killipianus*, *Heliocarpus* sp, *Ochroma lagopus*, *Trema* sp (Finegan *et al*, 1993; Manta, 1988).

### **Heliófitas durables:**

Especies que también requieren de luz para crecer y reproducirse, pueden establecerse bajo el dosel arbóreo pero requieren necesariamente de claros, aunque pequeños, que lleguen al piso del bosque para crecer (Finegan *et al*, 1993; Manta, 1988). Estas especies son comunes en el bosque primario y algunas de ellas pueden dominar la fase madura del bosque primario. Los árboles alcanzan la edad reproductiva aproximadamente entre los 5 y 15 años, fructifican anualmente en épocas definidas siendo el tamaño de la cosecha variable (el tamaño de la semilla va de pequeño a mediano). Alcanzan alturas aproximadas de 30 a 40 metros, la estructura de la población llega a ser coetánea en un sitio determinado. Algunas especies pertenecientes a este grupo son: *Apeiba membranacea*, *Cedrela odorata*, *Goethalsia meiantha*, *Simarouba amara*, *Swietenia macrophylla*, *Vochysia ferruginea*, etc. (Finegan *et al*, 1993; Manta, 1988).

### **Esciófitas parciales:**

Especies que toleran la sombra en las primeras etapas de su desarrollo (Finegan *et al*, 1993), cuyas plántulas se establecen y crecen bajo dosel; pero que exigen de luz directa para pasar de la etapa de fuste joven a fuste maduro. Tienen épocas poco predecibles de fructificación con cosechas irregulares, abarcando desde grandes cosechas hasta períodos de poca producción; el tamaño de la semilla varía de mediana a grande por lo que la estructura de la población abarca todas

las clases de edad constituyendo un rodal discetáneo en un sitio determinado, compuesto de árboles de maderas duras de crecimiento lento. Estos llegan a tener alturas de aproximadamente 30 a 45 metros y excepcionalmente 60 metros. Especies como *Virola sebifera*, *Pentaclethra macroloba*, *Carapa guianensis* son parte del grupo (Finegan *et al*, 1993; Manta, 1988).

### **Esciófitas totales:**

Especies que toleran la sombra en todas las etapas de su desarrollo, cuyas plántulas se establecen y crecen bajo sombra. Muchas especies crecen lentamente a la sombra, mientras que, otras no crecen, pero pueden sobrevivir en un estado de supresión. Especies como *Minquartia guianensis*, *Licania trianda*, *Theobroma* sp, forman este grupo (Finegan *et al*, 1993; Manta, 1988).

### **CARACTERÍSTICAS DEL BOSQUE SECUNDARIO.**

Lamprecht (1990) afirmó que los bosques secundarios se caracterizan por:

- Tener estructuras más simples.
- Poseer menor cantidad de especies que los bosques primarios
- Ser más homogéneos en edad y dimensiones.

El incremento diamétrico es considerable en los primeros estadíos, pero decrece con el avance del desarrollo y a largo plazo, se aproxima a los valores del bosque primario y la lucha intensiva por luz y espacio conduce al desarrollo de fustes encorvados en muchos árboles (Lamprecht, 1990).

Otra característica importante que las especies de estos bosques producen grandes cantidades de semillas, con elevados porcentajes de germinación y de viabilidad bajo condiciones marginales inclusive, esto se debe a que en su mayoría son especies heliófitas (Viquez, 1995). También es un ecosistema tan dinámico por la abundancia de energía disponible que los individuos menos capacitados para competir son eliminados rápidamente ( Viquez, 1995).

Este mismo autor sostiene además que:

- Las especies heliófitas de los bosque secundarios dependen mayormente de la luz solar, de la humedad del suelo y de los gases atmosféricos para producir biomasa, por lo que no requieren de suelos óptimos ni de prácticas de fertilización para obtener una producción adecuada.
- Las especies de bosque secundario invierten la mayor parte de su energía en desarrollarse a la brevedad para reproducirse en el menor

tiempo posible. Además de la obtención de significativos volúmenes de madera en períodos cortos de 10 a 15 años.

- Las especies del bosque secundario dependen mayormente del viento o de muy pocas especies de animales – abejas, murciélagos o aves – para polinizarse o dispersar sus frutos y semillas y no dependen de poblaciones de animales reducidas o en vías de extinción para obtener cosechas de semillas que permitan la reiteración de las poblaciones.
- La incidencia de plagas y enfermedades en las especies del bosque secundario es casi nula y no llega a afectar a poblaciones en su totalidad.
- Las especies de bosque secundario poseen maderas con características anatómicas y físicas semejantes entre sí; son por lo general suaves, de colores claros, livianas, fáciles de trabajar y de un costo medio en el mercado.

### **IMPORTANCIA ECOLOGICA Y ECONOMICA DE LOS BOSQUES SECUNDARIOS.**

Algunos autores (Budowski, 1963; Gómez – Pompa, 1976; Ewel, 1980; citados por Carvajal, 2000) estimaron que la importancia ya sea económica o ecológica de los bosques secundarios radica en los siguientes aspectos.

#### **Ecológicos**

- Recuperación de la productividad del sitio (reservorio de materia orgánica y nutrientes en el suelo para fines de producción agrícola).
- Reducción de poblaciones de malezas y pestes.
- Regulación de flujos de agua.
- Reducción de la erosión del suelo y protección contra el viento.
- Mantenimiento de la biodiversidad.
- Acumulación de carbono.
- Contribuir a reducir la presión sobre los bosques primarios.
- Servir como ecosistema para el establecimiento de las especies de plantas y animales que requieren de condiciones de bosque alto.

## **Económicos**

- Frutos comestibles.
- Plantas alimenticias, medicinales, estimulantes, alucinógenas, productoras de veneno, etc.
- Materiales para construcción rural y cercas.
- Combustible (leña, carbón).
- Madera de valor.
- Carne silvestre.
- Madera para uso industrial.

## **ESTRUCTURA DE LOS BOSQUES**

### **Estructura vertical.**

La estructura vertical es la distribución de los organismos a lo alto del perfil de los bosques (Valerio y Salas, 1997). Esta estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones micro ambientales presentes en las diferentes alturas del perfil. Estas diferencias en el micro ambiente permiten que especies con diferentes requerimientos de energía se ubiquen en los niveles que mejor satisfagan sus necesidades (CATIE, 2001).

Según Bourgeron (1983), citado por Valerio y Salas (1997) los factores climáticos de mayor importancia en la determinación de estos micro ambientes son:

- Radiación.
- Temperatura.
- Viento.
- Humedad relativa.
- Evapotranspiración.
- Concentración de CO<sub>2</sub>.

El entendimiento de la estructura vertical y la composición del bosque a diferentes niveles sobre el suelo es muy importante para saber cómo manipular el crecimiento y la composición florística del bosque (CATIE, 2001).

Una manera fácil de explicar este tipo de estructura es la clasificación que hace IUFRO (Leibundgut, 1958; citado por Lamprecht, 1990), en la que se distinguen tres estratos o pisos:

- Piso superior: altura mayor a  $2 / 3$  de la altura superior del vuelo.
- Piso medio: entre  $2 / 3$  y  $1 / 3$  de la altura superior del vuelo.
- Piso inferior: altura menor a  $1 / 3$  de la altura superior del vuelo.

### **Estructura horizontal.**

Se entiende por estructura horizontal al arreglo espacial de los organismos, en este caso árboles. Este arreglo no es aleatorio, pero sigue modelos complejos que lo hacen ver como tal. En los bosques este fenómeno es reflejado en la distribución de los individuos y el área basal por clase de diámetro (Valerio y Salas, 1997).

Esta estructura es el resultado de la respuesta de las plantas al ambiente y a las limitaciones y amenazas que esta presenta. Las características del suelo y del clima, así como las estrategias de las especies y los efectos de disturbios sobre la dinámica del bosque determinan la estructura horizontal del bosque (CATIE, 2001).

La distribución horizontal se asemeja a una “J” invertida, donde existe una gran concentración de individuos jóvenes en las categorías diamétricas bajas y a la vez poco individuos en las categorías superiores. Este comportamiento es típico de los bosques tropicales húmedos. Lamprecht (1990) afirmó que las reservas de árboles pequeños son en todo momento lo suficientemente abundantes como para sustituir a los árboles grandes que mueren, en este sentido, el rendimiento sostenido natural es obviamente asegurado.

### **DINAMICA DE LOS BOSQUES**

El crecimiento de un árbol es su aumento de tamaño en el tiempo. Se puede expresar en términos del diámetro, altura, área basal o volumen. A la magnitud del crecimiento se denomina incremento (CATIE, 2001).

Para poder analizar el crecimiento del bosque como un todo y de los árboles individuales, deben analizarse las características del medio y las de los individuos. Se debe tener presente que el crecimiento total es la suma del crecimiento de los individuos, el efecto de las características genéticas como la especie, el vigor (su capacidad intrínseca para aprovechar los recursos disponibles), la etapa de desarrollo de los árboles (edad), el sitio (disponibilidad de agua, minerales, luz, y temperatura) y el manejo (referido a competencia) (Valerio y Salas, 1997).

Valerio y Salas (1997), afirmaron además que el crecimiento es el producto de dos fuerzas opuestas: por un lado está el anabolismo que se constituye en el proceso de síntesis (fotosíntesis) y por otra parte el catabolismo (respiración).

## FACTORES QUE DETERMINAN EL CRECIMIENTO

### Competencia.

Competencia es una interacción entre los individuos que comparten el uso de un recurso de disponibilidad limitada, conduciendo a una reducción del crecimiento, la reproducción y a la supervivencia de los individuos que compiten (Siteo, 1992).

Para que haya competencia es necesario que los recursos sean escasos. Así, en una sucesión forestal, no se verificará competencia durante el período inicial y se considera que esta se inicia cuando las copas y probablemente los sistemas radiculares de las plantas comienzan a traslaparse (Finegan, 1993). Además de influir en la composición específica del bosque, la competencia influye sobre el árbol individual, en cuanto a su crecimiento (Siteo, 1992).

Ortíz (1989) estableció que la densidad es una medida del estado de competencia entre los árboles, la cual depende de la biomasa que se encuentra creciendo en el bosque (número de árboles, tamaño de los mismos, y su distribución). La densidad es una característica dinámica que varía según los patrones de ingreso, mortalidad y el tiempo de desarrollo.

En la primera etapa de desarrollo del rodal coetáneo, el árbol pequeño es un individuo aislado que compete con hierbas. Aun así, el crecimiento es variable, debido en gran medida, a la variación genética. A esta etapa se le puede llamar etapa de establecimiento. La competencia con otros árboles comienza cuando sus sistemas radiculares y copas se traslapen y depende de la velocidad de crecimiento y de la densidad de los árboles. Iniciada la competencia, las diferencias de tamaño entre los árboles establecen una jerarquía de competitividad. Posteriormente, pasado un tiempo, comienza la mortalidad, que es siempre de los árboles más pequeños. El aumento de tamaño de los sobrevivientes en relación con la decadencia de la densidad debido a la mortalidad procede de acuerdo con la ley de autorraleo. A esta segunda etapa se le puede denominar etapa de competencia y raleo (Finegan, 1993).

Las heliófitas durables que dominan la tercera etapa de las sucesiones, al inicio pasan varios años bajo la sombra de las heliófitas efímeras; para luego asumir dominancia. A este lapso de desarrollo de las heliófitas durables se le llama etapa de tolerancia (Cabrelli, 1992).

Al incrementarse la cantidad de biomasa en el bosque, la competencia por agua, iones minerales y principalmente por luz se incrementa. Cuando los árboles empiezan a competir, disminuyen su crecimiento diametral e incrementan su crecimiento en altura. Si la competencia continúa aumentando, sobreviene la muerte progresiva de aquellos individuos que no están en capacidad de competir, lo cual significa una pérdida de volumen aprovechable desde un punto de vista muy forestal y comercial (Ortíz, 1989).

En la fase de competencia y raleo del desarrollo de los bosques coetáneos densos, el tamaño del árbol es la variable más importante de la determinación de su crecimiento; entre más grande el árbol, mayor es su crecimiento (Finegan, 1993).

### **Radiación solar.**

En los bosques húmedos, la competencia entre los árboles individuales adyacentes, se toma principalmente como función de la intensidad relativa de la iluminación solar sobre las copas. Se estima que un aumento de incidencia solar en la copa de cada árbol, significaría un aumento en la tasa de crecimiento (Hutchinson, 1993).

La radiación solar varía de intensidad y duración en posición horizontal y vertical dentro del bosque. Las especies forestales, dependiendo del grupo ecológico a que pertenecen (esciófitas o heliófitas), tienen diferentes requerimientos de luz para su regeneración y establecimiento (Siteo, 1992).

### **Forma de copa.**

La fotosíntesis es la fuente básica de carbohidratos que conforman el fuste, es importante evaluar el área fotosintética de los árboles. En la práctica, esta estimación se hace tomando en consideración la especie y el tamaño del árbol. Dawkins (1963) desarrolló una escala de evaluación de forma (o de calidad) de copa y se encuentra descrita en Synnott (1979). El principio radica en que cuanto más frondosa sea la copa mayor crecimiento tendrá. Así la escala presenta niveles desde copa perfecta hasta copa muy pobre (Siteo, 1992). Varios autores afirmaron la existencia de correlación entre forma de copa y el crecimiento diamétrico de los árboles forestales (Synnott, 1979; Alder, 1980)

### **Lianas.**

La cobertura de copas por lianas o la competencia de hojas del árbol con las de lianas puede reducir considerablemente el crecimiento del árbol (Siteo, 1992). Clark y Clark (1990) citados por Siteo (1992) y Redondo (1998) hicieron un estudio de los efectos de lianas y epífitas leñosas en La Selva. Concluyeron que hay una correlación negativa entre éstas y el crecimiento diamétrico. Estos autores discuten que las lianas pueden no influir en el crecimiento si estas se encuentran en la parte inferior de la copa.

Las lianas en la copa parecen ejercer su efecto, más que todo, a través de la reducción de la iluminación del área fotosintética. Por otro lado, las lianas, cuando están presentes en el fuste, pueden afectar los trabajos de medición y contribuir para aumentar el error de medición, especialmente en árboles de grandes diámetros que muchas veces tienen que ser medidos a alturas poco accesibles (Siteo, 1992).



## **El tamaño del árbol.**

El crecimiento de un organismo es función directa de su tamaño. Partiendo del principio de que el crecimiento de un organismo es la diferencia entre la síntesis y la degradación de sus materiales constituyentes y estas funciones son directamente proporcionales a su tamaño, es lógico deducir la afirmación anterior (Sitoe, 1992).

La competencia tiene una correlación fuerte con el diámetro pues la capacidad competitiva de un árbol de 10 cm de diámetro a la altura del pecho, será mucho menor que la de un árbol de la misma especie, pero con 50 cm de diámetro a la altura del pecho (Sitoe, 1992).

## **Otros factores.**

Además de los factores indicados anteriormente como influyentes del crecimiento, se indican los factores de clima como las principales causas de variación periódica del crecimiento, tomando en consideración que estos tienen una periodicidad diurna y anual. La temperatura, la precipitación, las horas de brillo solar, la humedad relativa, analizados con periodicidad anual muestran correlaciones fuertes y significativas con el incremento diamétrico (Sitoe, 1992).

## **FENOLOGIA**

La fenología es una rama importante de la ecología que estudia las causas y las manifestaciones fisionómicas de los fenómenos de floración, fructificación, caída del follaje, brotación, ramificación, etc., en las plantas (Fournier, 1976a).

El conocimiento fenológico es de suma importancia en la comprensión de la compleja dinámica de los ecosistemas forestales (Fournier, 1976b). Este tipo de información no solo permite explicar muchas de las reacciones de las plantas a su medio ambiente climático y edáfico ( Fournier, 1969, Fournier y Salas, 1966), sino que también es importante en el estudio de las relaciones entre plantas y los animales de una comunidad biótica y sus vecinas ( Frankie *et al*, 1974). También son importantes para el aprovechamiento racional de comunidades forestales, tan diversas en estructura y composición florística (Ortiz y Fournier, 1983).

## **PARCELAS PERMANENTES DE MUESTREO**

Quirós (1997) citado por Carvajal (2000) mencionó que las parcelas permanentes de muestreo son unidades de área establecidas que sirven para registrar y controlar diversos parámetros a lo largo del tiempo, básicamente son utilizadas en proyectos con fines de investigación y experimentación, en los cuales se requiere de una serie de mediciones para obtener resultados confiables.

Este sistema sirve para establecer el número de sitios monitoreados en la forma de parcelas permanentes. Sirve para realizar estudios de fenología y

productividad, determinar el estado de desarrollo y cambios sucesionales. Además tiene muchas otras aplicaciones potenciales.

En comunidades forestales puede ser usado para valorar cada uno de los árboles medidos para un análisis inicial del estado de la estructura del bosque. En esta vía el grado de crecimiento, mortalidad y ausencia de crecimiento (en forma de una nueva regeneración) puede ser evaluado (Carvajal, 2000).

## METODOLOGÍA

### DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO.

El trabajo se llevó a cabo en la Región Huetar Norte, en Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Los sitios a estudiar forman parte del Proyecto Dinámica de la Vegetación, Composición de Especies y los Procesos de Reciclaje en el Ecosistema Bosque Secundario Tropical, conocido como Proyecto Bosques. Específicamente se trabajó en las áreas de Lindero El Peje y Lindero Sur, en la Estación Biológica La Selva, la cual pertenece a la Organización para Estudios Tropicales (OET). La investigación se efectuó con el financiamiento de Andrew W. Mellon Foundation y la cooperación del Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Universidad de Connecticut, la Universidad de Virginia y la Organización para Estudios Tropicales.

En la Figura 1 se presenta la ubicación de los 2 sitios de estudios y en el Cuadro 1 una descripción de las principales características del mismo.

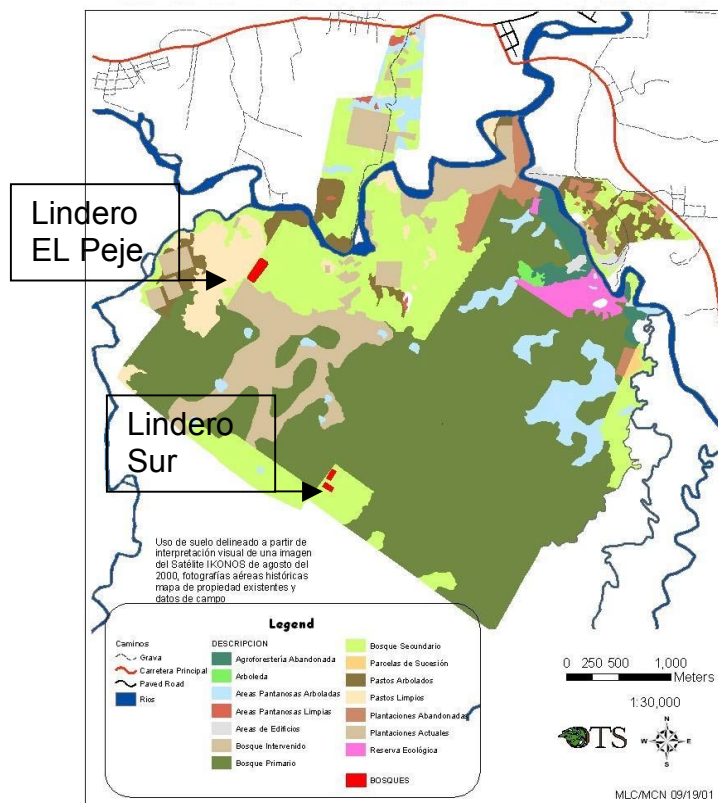


Figura 1. Localización de las parcelas de medición junto con el uso del suelo de La Estación Biológica La Selva.

Fuente: Sistemas de Información Geográfica de La Selva. Estación Biológica La Selva. 2001.

Cuadro 1. Descripción de las parcelas en análisis, Sarapiquí, Costa Rica. 2001.

Sitio	Edad en el 2001	Uso previo del suelo	Topografía*	Matriz del paisaje
Lindero El Peje	24	Pastos para ganado.	Sectores quebrados y otros planos.	Adyacente a bosque primario.
Lindero Sur	16	Pastos para ganado.	Quebrada, con algunos sectores con pendientes de 0 grados.	Adyacente a bosque primario.

Fuente: Proyecto Bosques, 2001.

\*Redondo, 1998.

Lindero El Peje se trabajó en una parcela de 50 x 200 metros, mientras que en Lindero Sur en dos parcelas de 50 x 100 metros cada una, con una distancia entre las mismas de 50 metros. Las tres parcelas a la vez estaban divididas en subparcelas de 10 x 10 metros (Figura 2a y 2b). Los árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayores o iguales a 10 cm ya estaban también ubicados e identificados dentro de estas parcela.

### **CLIMA, VEGETACIÓN, TOPOGRAFÍA Y SUELOS**

Según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (1978), Lindero Sur pertenece a la Zona de Vida Bosque muy Húmedo Tropical, y El Peje a Bosque muy Húmedo Premontano transición a Basal (Tosi, 1969). Sanford *et al* (1994) reportaron que la Estación Biológica la Selva recibe una precipitación media anual de 3962 mm., donde Marzo es el mes más seco y los picos de precipitación se presentan de Junio a Julio y de Noviembre a Diciembre. También reportó que la temperatura media anual es de 25.8 °C.

En cuanto a la topografía, La Estación Biológica La Selva se encuentra entre los 20 y 130 msnm. Los suelos presentes en ambos sitios son Ultisoles, específicamente Typic Tropohumults, los cuales se caracterizan por ser suelos que han estado muy expuestos al clima, con acumulación de arcillas en el horizonte B, muy ácidos pero ricos en materia orgánica y la mayoría de ellos bien drenados (Sollins *et al*, 1994; Parker, 1994).

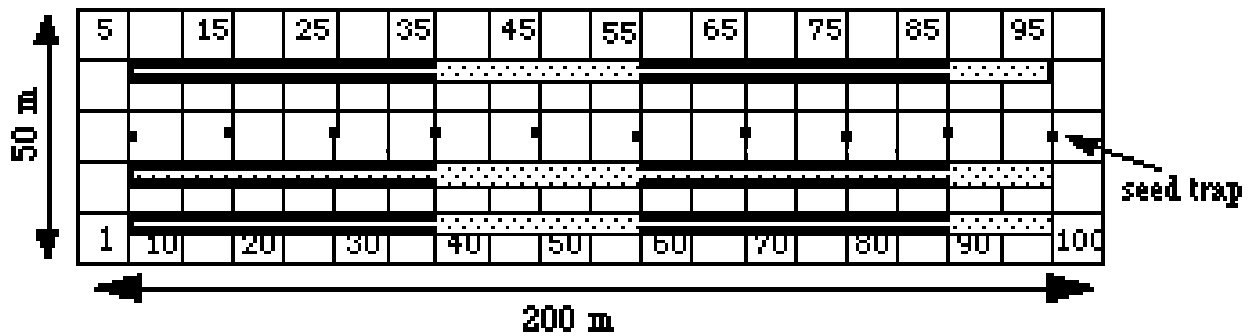


Figura 2a. Diagrama de la parcela establecida en Lindero El Peje.  
Fuente: Proyecto Bosques, 2001.

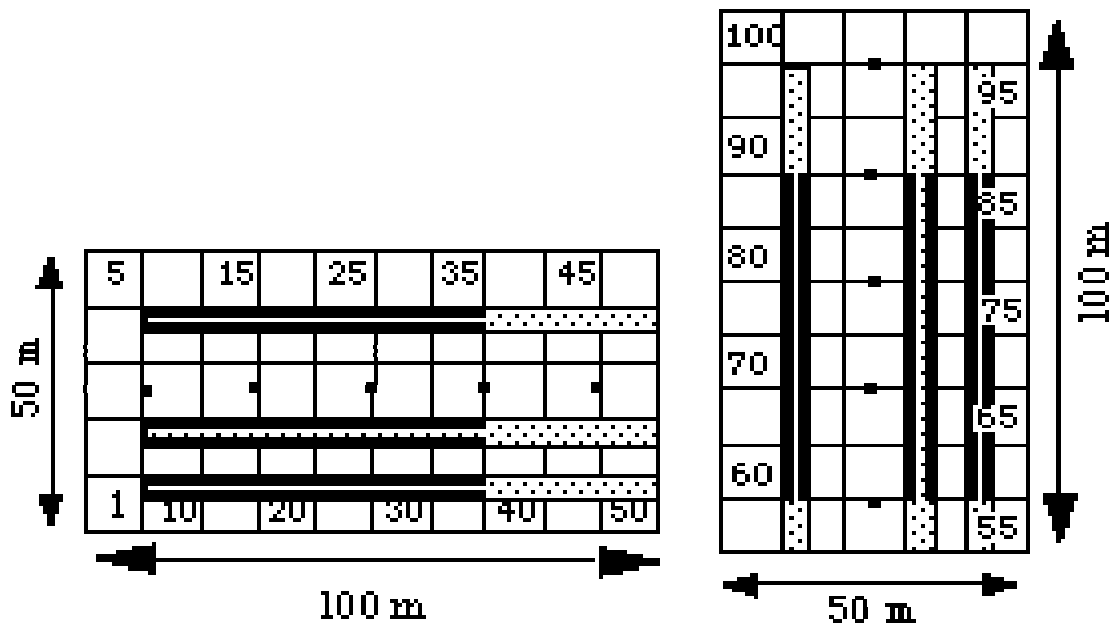


Figura 2b. Diagrama de las parcelas establecidas en Lindero Sur.  
Fuente: Proyecto Bosques, 2001.

La anotación de la especie a la que pertenecía el individuo medido se realizó mediante una clave, la cual consistía en anotar las tres primeras letras del nombre del género y las tres primeras del nombre de la especie (ver anexo 6). El código de la especie estaba compuesto por el número del sitio, el número de la subparcela y el número del individuo.

### ESTRUCTURA VERTICAL

Se tomaron las alturas tanto totales como a la altura donde empieza la copa (hasta donde nace la primera rama gruesa de la copa). La medición se realizó con un hipsómetro electrónico (*Laser Technology*). El procedimiento fue el siguiente: se necesitaba que el árbol a ser medido pudiera vérsese su base, su parte más alta de la copa y la parte donde nacía la rama más baja que empieza a formar la copa. Se colocó al frente del fuste un reflector de bicicleta ("ojo de gato"), el hipsómetro

se montaba en un trípode y se nivelaba, luego se apuntaba al reflector para que midiera la distancia horizontal que había del instrumento al árbol a ser medido, luego se tomaba una medición apuntándose a la base del árbol, después se medía a la base de la primera rama de la copa y por conversión trigonométrica se obtenía la altura entre esos dos puntos y por último se hacía lo mismo para sacar la altura total del individuo, apuntándose el láser a la parte más alta de la copa de este. Los datos se tomaron en metros. Para efectos de minimizar el error en la toma de las alturas se hicieron dos mediciones por individuo, para luego promediarlas.

Estos datos luego fueron analizados por especie en una hoja electrónica de Excel, en donde se analizó el tamaño de estratos en cada sitio, se decidió analizar su estructura vertical en tres estratos: superior, medio e inferior. Los estratos se definieron según lo propuesto por IUFRO (Leibundgut, 1958; citado por Lamprecht, 1990). Para los sitios en estudio se determinó de la siguiente manera:

Lindero El Peje:

Estrato superior: de 25, 25 a 37, 86 metros.  
Estrato medio: de 12, 63 a 25,24 metros.  
Estrato inferior: de 0 a 12, 62 metros.

Lindero Sur:

Estrato superior: de 27, 70 a 41, 54 metros.  
Estrato medio: de 13, 85 a 27, 69 metros.  
Estrto inferior: de 0 a 13, 84 metros.

Además se determinó la distribución vertical total del bosque y para las especies más abundantes por sitio, según el número de individuos y por categorías de alturas de 5 metros.

## **ESTRUCTURA HORIZONTAL**

Para el análisis de la estructura horizontal se midió el dap (diámetro a la altura del pecho = 1.30 m.) de todos los individuos con dap mayor - igual a 10 cm. La medición del dap se realizó con una cinta diamétrica y los datos se anotaron en centímetros, cuando hubo presencia de gambas, abultamientos u otros tipos de deformaciones a esa altura, la medición se realizó 100 cm más arriba; para el caso de bifurcaciones a esa altura, se midieron los fustes existentes de forma separada.

Los datos luego fueron procesados en una hoja electrónica de Excel. Se distribuyeron los individuos evaluados por clases diamétricas, en amplitudes de 10 cm y por sitio, según el número de individuos y el área basal. Se realizó lo mismo para las especies más abundantes encontradas en esos sitios.

## **COBERTURA DE COPAS**

Se determinó el diámetro de copas. La medición se realizó con una cinta métrica de 30 m. de largo. Se tomaron dos mediciones por individuo, una perpendicular a la otra, esto para efectos de mejor representatividad del diámetro de la copa. Los datos se anotaron en metros.

Los datos tomados fueron procesados por especie en una hoja electrónica de Excel. Se determinó cuánta área de copa cubre cada especie en los dos sitios en medición y cuánta hay en total en cada sitio. Se determinó también el tamaño de las copas promedio por especies, para esto se calculó la diferencia entre las alturas totales y las alturas hasta la base de las copas (o nacimiento de la primera rama de la copa) y se hizo en base a sus respectivas categorías de alturas. Lo mismo se hizo para el área de copa promedio por sitio.

## **ESTADO REPRODUCTIVO**

Para cada individuo evaluado se determinó si presentaba flor, fruto o ambos, para los individuos altos se contó con la ayuda de unos binoculares para realizar la observación.

Los datos fueron procesados por especie. Se determinó que especies presentaban flor y fruto o ambos, y la época de reproducción de las especies evaluadas en los dos sitios. La evaluación se hizo por estratos y categorías diamétricas.

## **INCREMENTO DIAMETRICO Y DE LA ALTURA TOTAL**

Para el incremento diamétrico, los datos tomados se procesaron en una hoja electrónica de Excel, y se ordenaron por especie. Estos nuevos datos de dap se compararon con los tomados en junio del año 2000 para así determinar el incremento corriente anual (ICA) por especie. Se analizó el incremento según la distribución diamétrica general para cada sitio y por especie. Se determinó además el ICA para las especies más abundantes en cada sitio, utilizándose la siguiente fórmula (tomado de Redondo, 1998; adaptado por el investigador):

$$\text{ICA}(d) = (df - di) / t$$

Donde:

ICA(d) = incremento corriente anual para el diámetro (cm).

di = diámetro al inicio del período (2000).

df = diámetro al final del período (2001).

t = tiempo entre ambas mediciones (años).

Las parcelas fueron medidas en el mismo período en el año 2000, por lo que se considera que t = 1.

Para el incremento en la altura total se tomaron los datos obtenidos en el año 1999, y con los datos de altura total tomados en esta investigación se realizó el cálculo de incremento para la altura de la siguiente manera:

$$\text{ICA}(h) = (h_f - h_i) / t$$

Donde:

ICA(h) = incremento corriente anual para la altura total (m).

$h_i$  = altura total al inicio del período (1999).

$h_f$  = altura total al final del período (2001).

$t$  = tiempo entre ambas mediciones (años)

Al igual que en el cálculo para el incremento diamétrico, las alturas totales fueron medidas durante el mismo período en el año de 1999, por lo que se considera que  $t = 2$ .

Los cálculos del incremento de la altura total se realizaron por individuo, y con estos resultados se analizó el ICA según las clases de altura y para las diez especies más abundantes por sitio, con sus respectivas desviaciones estándar.



## RESULTADOS Y DISCUSION

### ESTRUCTURA VERTICAL

Se presenta a continuación el análisis de la estructura vertical de dos bosques secundarios ubicados en la Zona Norte de Costa Rica.

#### Lindero El Peje

La Figura 3 presenta la distribución vertical de todos los individuos mayores o iguales a 10 cm de dap encontrados en Lindero El Peje.

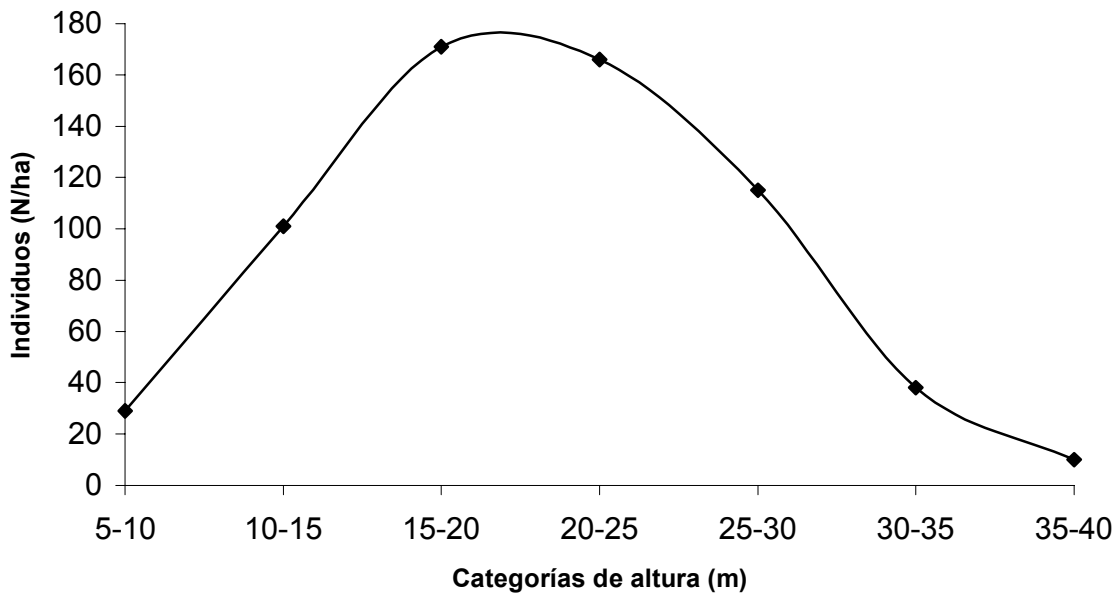


Figura 3. Distribución vertical de los individuos mayores de 10 cm de dap en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.

En la Figura 3 se puede observar que conforme se avanzó en las categorías hay un aumento pronunciado del número de individuos, hasta alcanzar el punto más alto en la categoría de los 15 a los 20 metros de altura, luego hubo un descenso hasta la última categoría (35-40 metros). La tendencia general fue a formarse una figura similar a una campana de Gauss, la mayor concentración de individuos estuvo en las categorías medias y en las categorías extremas hay menos individuos. La altura del dosel en este bosque se encuentra entre los 35 y 40 metros de altura, mientras que la altura del sotobosque está entre los 5 y 10 metros, para individuos con dap  $\geq 10$  cm.

Las especies más representativas dentro de la categoría de los 15 a 20 metros de altura fueron *Casearia arborea*, *Pentaclethra maculosa*, *Laetia procera*, *Goethalsia meiantha*, *Cordia bicolor*. Mientras que en el sotobosque dominaron las

palmas (*Socratea exorrhiza* e *Iriartea deltoidea*) y en el dosel estuvo dominado por *Goethalsia meiantha*.

La razón por la que en la categoría de los 15 a 20 metros de altura se presentó la mayor cantidad de individuos fue por el dominio de las especies más abundantes de este bosque dentro de esta categoría; además que este sitio fue dominado por especies de rápido crecimiento (están dentro del grupo de las heliófitas, excepto *Pentaclethra macroloba*), las cuales se encuentran en estadíos jóvenes de crecimiento.

Cabe resaltar también la dominancia que tiene las palmas dentro del sotobosque, comportamiento que también encontró Valverde (1997) para estas mismas especies en el Bosque Corredor de la región de Bribrí.

En el Cuadro 2 se presenta la distribución vertical para Lindero El Peje de las 10 especies más abundantes de este bosque.

Cuadro 2. Distribución vertical según el número de individuos para las 10 especies más abundantes en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.

Categorías de alturas (m)	Especie (N/ha)										Total
	Goemei	Penmac	Laepro	Casarb	Corbic	Socexo	Iridel	Ingthi	Herdid	Ingalb	
5-10			1		1	16	4				22
10-15	7	7	6	7	1	16	6	2	3	1	56
15-20	16	29	17	35	12	4	2	5	5	2	127
20-25	20	35	27	13	18	7	4	6	2	5	137
25-30	33	17	9	6	16	1	1	2	2	4	91
30-35	16	3	8	1	5						33
35-40	8		1								9
Total	100	91	69	62	53	44	17	15	12	12	475

Nota: Goemei: *Goethalsia meiantha*; Penmac: *Pentaclethra macroloba*; Laepro: *Laetia procera*; Casarb: *Casearia arborea*; Corbic: *Cordia bicolor*; Socexo: *Socratea exorrhiza*; Iridel: *Iriartea deltoidea*; Ingthi: *Inga thiboudiana*; Herdid: *Hernandia didymantha*, Ingalb: *Inga alba*.

Se puede observar que para las 10 especies no existe discontinuidad alguna. Se observó que al igual que la Figura 3 la mayor concentración de individuos estuvo en las categorías medias, igual fue la tendencia para cada una de las especies, excepto para *Socratea exorrhiza* donde la mayor concentración se presentó en las primeras dos categorías. Por último se pudo ver que solo una especie presenta distribución vertical continua, la cual fue *Laetia procera*.

La escasa cantidad de individuos que se pudo encontrar en las dos categorías menores de altura (5-10 y 10-15 m.) se asocia a el tamaño de los individuos con su edad; se diría entonces que prácticamente no existe regeneración alguna (lo cual no es cierto, como se verá más adelante), para estas especies en particular, y por ser las más abundantes, se podría generalizar para todo el bosque. Esto se puede deber a que este bosque se encuentra en una tercera etapa sucesional

(Guillén, 1993), esto expresado por su edad (24 años) y por la poca cantidad de brinzales presentes, la cual ha ido en detrimento a través de los últimos años (Carvajal, 2000).

Para las dos categorías de mayor altura (30-35 y 35-40 m) también se observó la baja cantidad de individuos, para estas mismas diez especies, en la categoría de los 35-40 metros sólo se presentan el 1.9 % de todos los individuos de las diez especies evaluadas, lo cual representa un porcentaje muy bajo. Estos individuos se concentraron solo en dos especies (*Laetia procera* y *Goethalsia meiantha*), por lo que a éstas se les consideran especies emergentes para bosques secundarios (Finegan, 1997).

En la categoría de los 30 a 35 metros de alto se pudo observar la ausencia de individuos para algunas especies. Si se considera que la altura está relacionada con el desarrollo del individuo (edad), entonces se puede deducir que este comportamiento es normal. Además, se considera que estas especies tienen un comportamiento heliófito, por lo que es raro que alcancen estratos mayores de altura, debido a los pocos claros que hay en este bosque (Carvajal, 2000).

El comportamiento de las dos palmas más abundantes se debe a lo ya señalado por Valverde (1997), en donde mencionó que estas especies son típicas de los sotobosques, pero que algunas veces alcanzan los estratos medios. Redondo *et al* (2000) encontraron también que las palmas en cuatro bosques secundarios se encontraron sobretodo en los estratos medios de estos bosque.

En el Cuadro 3 se presentan las especies más abundantes por estrato para este bosque y su distribución según el número de individuos para cada una.

Cuadro 3. Especies más importantes según el número de individuos para los tres estratos presentes en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.

Especie	Individuos (N/ha)		
	Estrato superior	Estrato medio	Estrato inferior
<i>Goethalsia meiantha</i>	52	47	1
<i>Cordia bicolor</i>	19	33	1
<i>Laetia procera</i>	18	48	3
<i>Pentaclethra macroleoba</i>	17	71	3
<i>Casearia arborea</i>	7	54	1
<i>Inga ruiziana</i>	4	5	1
<i>Inga punctata</i>	3	3	2
<i>Inga thiboudiana</i>	2	13	
<i>Hernandia didymantha</i>	2	8	2
<i>Byrsonima crispa</i>	2	8	
<i>Socratea exorrhiza</i>	1	15	28
<i>Iriartea deltoidea</i>	1	7	9

Nota: estrato superior: 25,25 – 37,86 metros; estrato medio: 12,63 – 25,24 metros; estrato inferior: 0 – 12,62 metros.

Se puede notar que todas estas especies están presentes en cada uno de los tres estratos, excepto *Inga thiboudiana* y *Byrsonima crispera*, que no están presentes en el estrato inferior; se observó además que la mayor concentración de individuos estuvo en el estrato medio; esto se aplicó también para cada especie, exceptuándose *Goethalsia meiantha* y *Socratea exorrhiza* que tienen la mayor concentración de individuos en el estrato superior e inferior, respectivamente. Se puede observar también que la especie que dominó el estrato superior fue *Goethalsia meiantha*, con 52 individuos, en el estrato medio dominó *Pentaclethra maculosa* con 71 árboles, y el estrato inferior lo dominó *Socratea exorrhiza* con 28 individuos.

Esta información reforzó lo que se presentó en el Cuadro 2, donde fueron pocos individuos en las partes bajas y altas de este bosque, resultado de las características de las especies presentes. Además, de que este bosque se encuentra en su tercera etapa de desarrollo, donde este está dominado por especies heliófitas, principalmente durables (Finegan y Sabogal, 1988; Finegan, 1992), las cuales llegan a alcanzar alturas aproximadas de 30 a 40 metros (Finegan *et al*, 1993; Manta, 1988), lo cual concuerda con la altura del dosel que posee este bosque.

### Lindero Sur

En la Figura 4 se presenta la distribución vertical de todos los individuos mayores o iguales a 10 cm de dap en Lindero Sur.

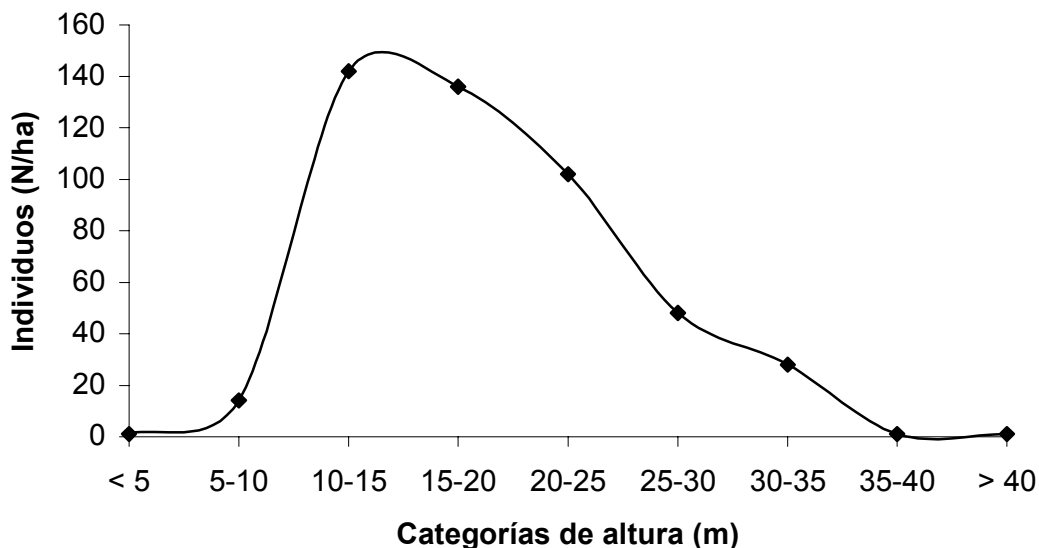


Figura 4. Distribución vertical de los individuos mayores de 10 cm de dap en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.

En este sitio se pudo observar un aumento en el número de individuos de la categoría más baja hasta la categoría de los 10 a 15 metros de altura (punto máximo); en esta parte se resalta que hay un gran aumento del número de individuos al pasar de los 5-10 metros de altura a la siguiente categoría (10-15); a partir de esta categoría se disminuye la cantidad de individuos conforme se avanzó en la altura.

La figura tendió a mostrar también una forma similar a la Campana de Gaus, con una mayor concentración de individuos en las categorías menores de altura, con respecto a Lindero El Peje. Además se observó que la altura del dosel se encuentra entre los 30 y 35 metros de altura.

La categoría que más individuos presentó (10-15 m.) estuvo dominada por tres especies, a saber *Miconia affinis*, *Pentaclethra macroloba* y *Casearia arborea*, mientras que el sotobosque estuvo dominado por especies como *Miconia affinis* y *Socratea exorrhiza*. El estrato más alto (30-35 m.) estuvo dominado por *Goethalsia meiantha* y *Jacaranda copaia*. La altura de los 35 metros se consideró la altura máxima del dosel para este bosque, ya que solo se presentaron dos individuos con mayor altura en este sitio, por lo que se les considera emergentes, esto debido a que son individuos remanentes. Las especies a las que pertenecen fueron *Brosimum lactescens* y *Conceveiba pleiostemona* (Redondo *et al*, 2001).

En este caso se observó también la abundancia que tiene *Socratea exorrhiza* en el sotobosque, además de la gran abundancia que tuvo *Miconia affinis* en este bosque. La razón de que se diera la mayor cantidad de individuos en la categoría de los 10 a 15 metros de alto fue que las especies que ahí se encuentran dominando están dentro de las 10 más abundantes del bosque. Además por ser un bosque también joven (16 años) la mayor cantidad de individuos eran jóvenes y por lo tanto tienen alturas bajas.

Lieberman y Lieberman (1994), encontraron una distribución similar de las alturas con respecto a la frecuencia de estas, en un bosque ubicado en la Estación Biológica La Selva, donde la mayor concentración de las alturas se ubicó en las categorías medias de altura.

El Cuadro 4 presenta la distribución vertical en Lindero Sur para las 10 especies más abundantes de este bosque.

Cuadro 4. Distribución vertical según el número de individuos para las 10 especies más abundantes en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.

Categorías de alturas (m)	Especie (N/ha)										Total
	Goemei	Penmac	Micaff	Casarb	Jaccop	Xylser	Socexo	Rolpit	Alcflo	Micela	
5-10	1		7				5				13
10-15	8	36	44	15	2	2	7	1			115
15-20	24	41	14	14		10	1	6	2	4	116
20-25	39	8		9	9	6	1	2	4	3	81
25-30	18				14	6		2	1		41
30-35	11	3			7	2			1		24
Total	101	88	65	38	32	26	14	11	8	7	390

Nota: Goemei: *Goethalsia meiantha*; Penmac: *Pentaclethra macroloba*; Micaff: *Miconia affinis*; Casarb: *Casearia arborea*; Jaccop: *Jacaranda copaia*; Xylser: *Xilopia sericophilla*; Socexo: *Socratea exorrhiza*; Rolpit: *Rollinia pittieri*; Alcflo: *Alchorneopsis floribunda*; Micela: *Miconia elata*.

Para este sitio se puede apreciar que *Jacaranda copaia* y *Pentaclethra macroloba* presentaron una leve discontinuidad, o sea, no mostraron individuos en una categoría intermedia, mientras que si hubo presencia de esta especie en las categorías anteriores y posteriores, se observó además que solo una especie presentó distribución vertical continua: *Goethalsia meiantha*. En general se observó que hay una tendencia de todas las especies a concentrar la mayoría de sus individuos en las categorías medias, excepto *Socratea exorrhiza*, que tiene la mayor cantidad de individuos en las categorías más bajas.

De igual forma que en El Peje, la cantidad de individuos tanto en las clases inferiores (de 5 a 10 y de 10 a 15 m.) y en las clases superiores (de 25 metros en adelante) fue baja. Se puede considerar entonces que en este sitio existió poca regeneración, esto por que, aunque existió una alta disposición de luz y de semillas (Carvajal, 2000) la competencia fue alta y la cantidad de luz no es la necesaria para que las especies heliófitas se establezcan o sobrevivan, por la ausencia de claros. La tendencia que sigue este sitio es que una cantidad menor de brinzales llegará a ser latizales, por lo que en el futuro se daría una reducción de latizales y de brinzales para este bosque por un cierre mayor del dosel. Por esta razón las categorías de fustales también vería disminuida su cantidad de fustales de especies heliófitas<sup>3</sup> (Siteo, 1992; citado por Carvajal, 2000).

Con respecto a las clases superiores de altura, la razón por la cual hay muy pocos individuos fue por ser un bosque aun más joven que El Peje, por lo que la mayoría de los individuos aún no han alcanzado los estratos superiores. La mayoría de las especies que representan estos individuos fueron especies heliófitas, las cuales

<sup>3</sup> Redondo, A. 2001. Encargado Proyecto Bosques. Estación Biológica La Selva. OET. (comunicación personal).

tienen portes de baja o mediana altura (Jimenez *et al*, 1996; Finegan *et al*, 1993; Manta, 1988).

El Cuadro 5 presenta las especies más abundantes por estrato para este bosque y su distribución según el número de individuos para cada una.

Cuadro 5. Especies más importantes según el número de individuos para los tres estratos presentes en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.

Especie	Individuos (N/ha)		
	Estrato superior	Estrato medio	Estrato inferior
<i>Goethalsia meiantha</i>	15	80	6
<i>Jacaranda copaia</i>	12	20	
<i>Xylopia sericophylla</i>	4	21	1
<i>Pentaclethra maculoba</i>	3	61	24
<i>Simarouba amara</i>	1	3	1
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	1	2	1
<i>Casearia arborea</i>		27	11
<i>Miconia affinis</i>		21	44
<i>Rollinia pittieri</i>		10	1
<i>Miconia elata</i>		7	
<i>Hampea appendiculata</i>		6	1

Nota: estrato superior: 27,70 – 41,54 metros; estrato medio: 13,85 – 27,69 metros; estrato inferior: 00 – 13,84 metros.

Se puede observar que cinco de las especies no se encontraron en el estrato superior y solo dos no se presentaron en el inferior. Todas se hallaron en el estrato medio. La mayoría de los individuos se encontraron en el estrato medio, exceptuando *Miconia affinis*, la cual se concentró en el estrato inferior, esto principalmente debido a ser una especie de porte pequeño y que no llega a alcanzar estratos mayores (Jiménez *et al*, 1996), además fue la especie que presentó la mayor concentración de individuos en este estrato (44). Mientras que en los estratos medios y superior la especie dominante fue *Goethalsia meiantha* con 80 y 15 árboles, respectivamente.

De igual forma que en El Peje, esta distribución de los individuos en los tres estratos presentó mucha relación con los del Cuadro 4, esto debido al desarrollo que presentó este bosque, en donde la mayoría de los individuos se concentraron en los estratos bajos y medios. En cuanto a las especies que se presentaron en los estratos altos, estas pudieron estar ahí, ya sea, por que fueron remanentes o por que algunas ya empezaron a alcanzar estos estratos ya que este sitio empieza a presentar características de desarrollo típicas de un bosque secundario en su tercera etapa de desarrollo (Redondo *et al*, 2001; Finegan y Sabogal, 1988; Finegan, 1992).

La distribución vertical que presentó tanto este bosque como El Peje fue similar al bosque estudiado por Valverde (1997) para dos bosques primarios aledaños a la comunidad de Bibrí, solo que el comportamiento fue más parecido al de Lindero

Sur, ya que para estos bosques la mayor cantidad de individuos estaba entre los 10 a 15 metros de altura. Así mismo Freitas (1986) encontró en un bosque de la Amazonía Peruana que la mayor variedad de composición florística se ubicó en el estrato medio.

Como se verá más adelante, lo que ocurre en estos bosques es lo expuesto anteriormente por Ortíz (1989) cuando afirma que los árboles de estos bosques están expuestos a una competencia tan alta que estos disminuyen su crecimiento diametral pero a la vez incrementan su crecimiento en altura. Esto da como resultado que los individuos se concentren en las categorías medias de altura (o estrato medio).



## ESTRUCTURA HORIZONTAL

Se presenta a continuación el análisis de la estructura horizontal para dos bosques secundarios ubicados en la Zona Norte de Costa Rica.

### Lindero El Peje

La Figura 5 muestra la distribución horizontal de todos los individuos mayores a 10 cm de dap en Lindero El Peje, según el número de individuos.

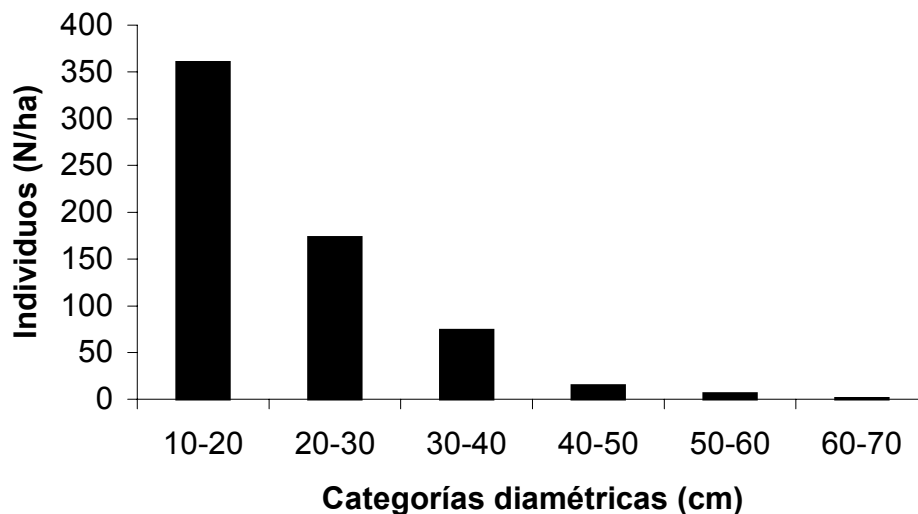


Figura 5. Distribución Horizontal para los individuos mayores a 10 cm de DAP según su abundancia para Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.

La distribución horizontal en este sitio sigue la típica forma de “J” invertida, o sea, conforme se aumentó en las categorías diamétricas disminuyó el número de individuos por clase. Se puede ver que la mayor concentración de individuos se ubicó en la categoría más baja (10-20 cm), con un 57,2% del total de individuos. Esta categoría estuvo dominada por especies como *Casearia arborea*, *Socratea exorrhiza*, *Laetia procera*, *Goethalsia meiantha* y *Pentaclethra macroloba*. En las dos categorías más grandes (50-60 y 60-70 cm.) la especie que dominó fue *Pentaclethra macroloba*. Estos individuos pueden ser remanentes que se dejaron cuando se eliminó la masa forestal para establecer potreros debido al gran desarrollo de los mismos (Redondo *et al*, 2001).

Este mismo tipo de distribución la encontró Quirós (1999) en un bosque secundario de 25 años de edad en Florencia de San Carlos, encontrando un 58.3% de los individuos en la categoría de los 10-20 cm. La proporción fue muy parecida, aunque en El Peje se presentaron más individuos (629 ind./ha), que los

encontrados por Quirós (422 ind/ha). A pesar de ser prácticamente de la misma edad, la razón por la que en El Peje obtenga mayor cantidad de individuos que los encontrados en el bosque de Florencia se puede deber a que este último está rodeado en su gran parte de potreros, y El Peje está rodeado por bosque primario y secundario, por lo que las fuentes semilleras son mayores y por lo tanto el aporte de material genético a estas áreas de bosque secundario es mayor (Quirós, 1999).

En comparación con otros bosques, Picado (1991) encontró la misma distribución para un bosque secundario de 35 años de edad en el Sur de Costa Rica, encontrándose un 58 % de los individuos en la primera categoría (10-19 cm) de 492 individuos por hectárea. En estudio realizado por Acosta (1998) encontró una acumulación del 55 % de los árboles en la clase diamétrica de los 10 a 20 cm., esto, para un bosque en Mastatal de Puriscal. Valverde (1997) encontró una acumulación del 59 % del total de los individuos (461 arb./ha) en las categorías de 10 a 20 cm., en Bosque Corredor y un 55,7 % del total (451 arb./ha) en Bosque Bribri.

En la Figura 6 se muestra la distribución horizontal en Lindero El Peje con base al área basal de todos los individuos mayores a 10 cm de dap.

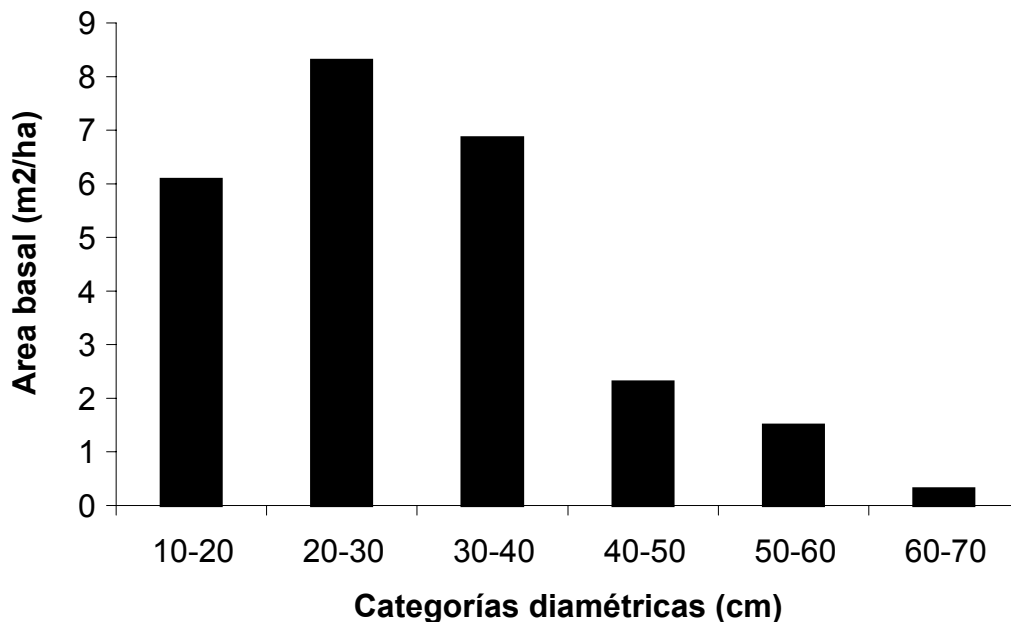


Figura 6. Distribución Horizontal para los individuos mayores a 10 cm de DAP según su área basal en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.

En la Figura 6 se puede observar que la distribución horizontal en este bosque cambia si se analiza desde el punto de vista de área basal. El área basal fue mayor en la categoría de 20 a 30 cm de DAP, con un 32,7% del área basal total en este bosque (25,37 m<sup>2</sup>), esta categoría fue dominada por *Pentaclethra macroloba*,

*Goethalsia meiantha*, *Laetia procera* y *Cordia bicolor*; a partir de esta categoría el comportamiento es similar a la de una “J” invertida.

Este comportamiento del área basal fue muy similar a lo encontrado por Quirós (1999), donde la mayor área basal se encontró también entre la categoría de los 20 a 30 cm de dap, con un 27 % del área basal total (17,61 m<sup>2</sup>/ha). Aunque los dos bosques poseen la misma edad, El Peje presentó 7,76 m<sup>2</sup>/ha más que el estudiado por Quirós, esto puede deberse a lo ya mencionado en cuanto que El Peje posee una fuente semillera más rica, aunado a que se encuentra dentro de una Estación Biológica.

Para la Zona Norte, se tiene que para bosques secundarios de la misma edad se esperan datos de área basal entre los 17,4 y 25 m<sup>2</sup>/ha (Finegan y Guillén, 1992; Agüero, 1995; citados por Redondo, 1998).

La influencia que tengan las áreas aledañas sobre las características de un bosque, en especial aquellos que se están desarrollando (bosques secundarios) fue un factor diferenciador entre 2 bosques secundarios de edad similar pero con fuente de semillas diferente en cuanto a características<sup>4</sup>. Esto también es de suma importancia en caso de que a este bosque se le quiera dar manejo alguno, por que dependiendo de las características que este posea, así será el tipo de manejo que se le tenga que dar.

El Cuadro 6 muestra la distribución horizontal para las 10 especies más abundantes en este sitio.

Cuadro 6. Distribución diamétrica según el número de individuos para las 10 especies más abundantes en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.

Categoría diamétrica (cm)	Especie (N/ha)										Total
	Goemei	Penmac	Laepro	Casarb	Corbic	Socexo	Iridel	Ingthi	Herdid	Ingalb	
10-20	39	34	42	57	10	42	16	9	7	6	262
20-30	35	36	27	5	26	2	1	6	3	3	144
30-40	22	14			15				1	2	54
40-50	3	4			2				1	1	11
50-60	1	3									4
Total	100	91	69	62	53	44	17	15	12	12	475

Nota: Goemei: *Goethalsia meiantha*; Penmac: *Pentaclethra maculosa*; Laepro: *Laetia procera*; Casarb: *Casearia arborea*; Corbic: *Cordia bicolor*; Socexo: *Socratea exorrhiza*; Iridel: *Iriarteia deltoidea*; Ingthi: *Inga thiboudiana*; Herdid: *Hernandia didymantha*; Ingalb: *Inga alba*.

Se pudo observar que todas estas especies concentraron la mayoría de sus individuos en las categorías más bajas, exceptuando *Cordia bicolor*, la cual lo hizo

<sup>4</sup> Redondo, A. 2001. Encargado Proyecto Bosques. Estación Biológica La Selva. OET. (comunicación personal).

en las categorías medias. Se aprecia además que solo dos especies se encontraron en todas las categorías diamétricas, o sea tenían distribución horizontal continua, estas especies fueron *Goethalsia meiantha* y *Pentaclethra macroloba*, por último se puede ver que pocos individuos los que se hayan en las categorías mayores.

Si se compara estos resultados con los que se explicó en el Cuadro 2, se nota que hubo una cierta contradicción en cuanto a que se afirma que prácticamente no existe regeneración en este sitio, lo cual no es cierto, ya que los resultados expuestos en el Cuadro 6 contradicen esto, ya que se observaron muchos individuos en la categoría diamétricas más baja, esto se explica porque los árboles de las categorías diamétricas más bajas se están concentrando en las categorías medias de altura. Una excepción sería *Cordia bicolor*, una especie que presentó regeneración nula en las categorías menores.

La mayoría de estas especies eran heliófitas y una de las características de estas es su rápido crecimiento en cuanto altura, esto debido entre otras cosas, a la alta competencia que se genera en el sitio y al cierre paulatino del bosque (Fedlmeier, 1996) por alcanzar niveles de luz de mejor calidad, por lo que gastan mayor energía en crecer en altura que en diámetro (Ortíz, 1989).

Para todas estas especies no se manifestaron “vacíos” entre las categorías, con lo que se puede explicar primero que estas especies no fueron remanentes y por el contrario son producto del desarrollo que tuvo este bosque hace 24 años, pero se puede hacer una excepción en el caso de los individuos con dap mayor-igual a 60 cm (Redondo *et al*, 2001).

## Lindero Sur

La Figura 7 muestra la distribución diamétrica de todos los individuos mayor o igual a 10 de DAP para Lindero Sur.

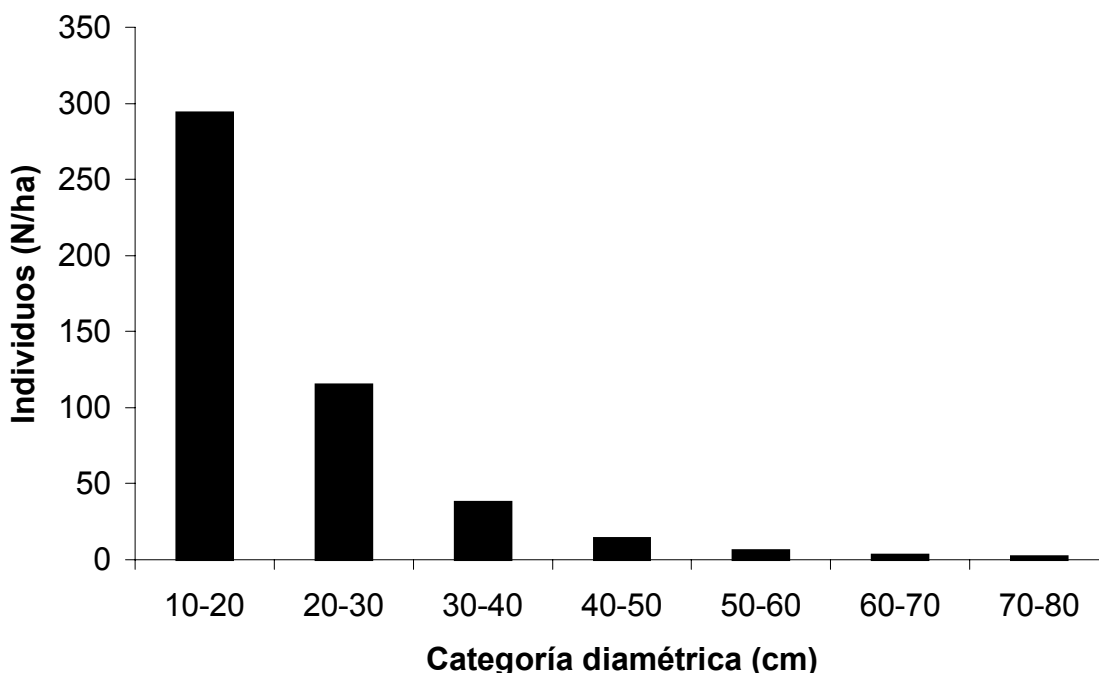


Figura 7. Distribución Horizontal para los individuos con dap mayor - igual a 10 cm según su abundancia para Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.

Este bosque presentó la típica forma de “J” invertida, donde el mayor número de individuos se ubicaron en las categorías más bajas, principalmente en la de 10 a 20 cm, donde se hayó el 62,3% de todos los individuos presentes en este bosque (472/ha ). Fueron muy pocos individuos los que se encontraron en las categorías altas (de 50 cm en adelante). La categoría de los 10 a 20 cm de dap estuvo dominada por especies como *Miconia affinis*, *Pentaclethra macroloba*, *Casearia arborea* y *Goethalsia meiantha*, mientras que las últimas categorías estuvo dominado por *Pentaclethra macroloba* y *Goethalsia meiantha*, las cuales son típicas de la edad de estos bosques (Finegan y Sabogal, 1988; Finegan, 1992; Finegan *et al*, 1993; Manta, 1988).

Comparando este sitio con El Peje, se observó que en Lindero Sur hubo una mayor concentración de individuos en la primera categoría (62,3 %) mientras que en El Peje se concentró el 57,2 % del total, esto, aunque en El Peje presentó un número mayor de individuos por hectárea. Esta disminución se puede explicar en que conforme pasa el tiempo la competencia es cada vez mayor en estas categorías, además, los rayos de luz se ven reducidos al pasar a través de las

copas de los árboles más altos, y por otro lado, se llevan a cabo los ingresos (paso a la categoría siguiente) de los individuos en las categorías diamétricas superiores (Fedlmeier, 1996).

La Figura 8 muestra la distribución horizontal para este bosque, con base en su área basal.

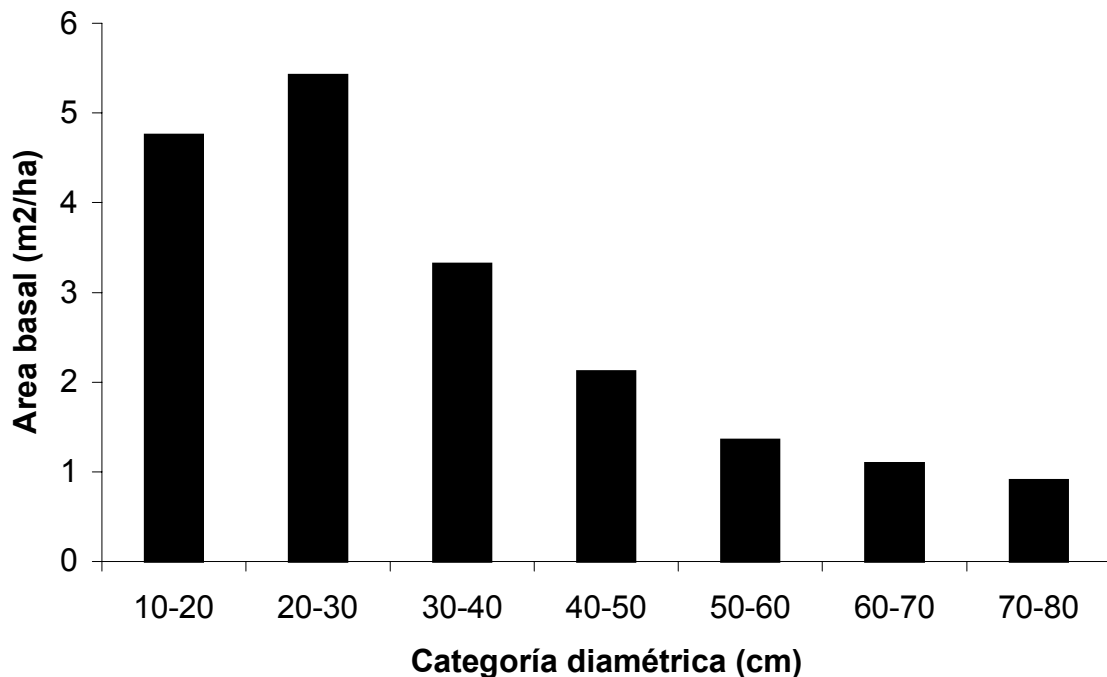


Figura 8. Distribución Horizontal para los individuos mayores a 10 cm de dap según su área basal para Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.

Se encontró una mayor concentración de área basal en las categorías inferiores, donde la categoría de 20 a 30 cm fue la que presentó un mayor porcentaje del área basal del sitio (28,6% de 18,97 m<sup>2</sup> totales), a partir de esta categoría la distribución tomó la forma típica de la “J” invertida. Las especies dominantes encontradas en esta categorías fueron *Goethalsia meiantha*, *Pentaclethra macroloba* y *Jacaranda copaia*. Se presentó un alto porcentaje de área basal en las dos categorías más altas (60-70 y 70-80 cm), donde se encontraron individuos de *Pentaclethra macroloba*, *Conceveiba pleiostemona* y *Goethalsia meiantha*, producto de la remanencia que en muchos de los bosques secundarios de la zona se dió tras la eliminación de la masa forestal (Redondo *et al*, 2001; Guariguata *et al*, 1997).

En comparación con El Peje se observó que ambos bosques tenían el mismo comportamiento, incluso en que ambos concentraron la mayor cantidad de su área basal en la categoría de los 20 a 30 cm de dap, aunque El Peje concentró un mayor porcentaje que Lindero Sur. Lindero Sur, un bosque 9 años menor que el

descrito por Quirós (1999) tuvo un área basal algo mayor, como ya se dijo, esto debido posiblemente a la influencia de factores externos sobre los dos bosques. Finegan y Guillén (1992), citados por Finegan (1992) encontraron para un bosque secundario de 15 años de edad un área basal total de 16 m<sup>2</sup>/ha.

Finegan y Guillén (1992), citados por Redondo (1998), reportan además que para bosques secundarios de esta edad en la Zona Norte, el área basal se reporta entre los 8,5 y 26,8 m<sup>2</sup>/ha.

Las variaciones tan grandes de área basal se deben principalmente a factores como fuente semillera, el ingreso de ganado al bosque durante los años iniciales de su desarrollo y variaciones en la intensidad de uso del sitio antes de su abandono (Finegan, 1997).

El Cuadro 7 presenta la distribución diamétrica de las 10 especies más abundantes en Lindero Sur.

Cuadro 7. Distribución diamétrica según el número de individuos para las 10 especies más abundantes en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.

Clases Diamétricas (cm)	Especie (N/ha)										Total
	Goemei	Penmac	Micaff	Casarb	Jaccop	Xylser	Socexo	Rolpit	Alcflo	Micela	
10-20	33	62	65	38	3	18	14	3	2	6	244
20-30	38	22			20	5		8	2	1	96
30-40	19				7	3			4		33
40-50	8				2						10
50-60	2										2
60-70	1	2									3
70-80		1									1
Total	101	87	65	38	32	26	14	11	8	7	389

Nota: Goemei: *Goethalsia meiantha*; Penmac: *Pentaclethra macroloba*; Micaff: *Miconia affinis*; Casarb: *Casearia arborea*; Jaccop: *Jacaranda copaia*; Xylser: *Xilopia sericophilla*; Socexo: *Socratea exorrhiza*; Rolpit: *Rollinia pittieri*; Alcflo: *Alchorneopsis floribunda*; Micela: *Miconia elata*

La mayoría de los individuos de las 10 especies más abundantes se concentraron en las categorías menores, principalmente en la de 10 a 20 cm, a la vez hubo una gran escasez de individuos en las categorías medias y mayores (solo *Goethalsia meiantha* y *Pentaclethra macroloba* presentan individuos en estas categorías). Es notable también que ninguna especie presentó distribución horizontal continua a lo largo de todas las categorías, a excepción de *Goethalsia meiantha* (de 60 cm de dap son remanentes).

Para *Pentaclethra macroloba*, la existencia de “vacíos” entre sus categorías de diámetro, donde presentó tres individuos “aislados” en las dos categorías más altas (60-70 y 70-80 cm), como ya se mencionó antes, fue el resultado de la remanencia del bosque que había anteriormente en este sitio (Redondo *et al*, 2001). Se observó que solo unos cuantos individuos llegaron a alcanzar estratos

medios y superiores, esto como resultado de la sucesión más temprana en la que está este bosque, donde la mayoría de los individuos se concentraron en las categorías más baja. En el caso de *Miconia affinis*, *Casearia arborea* y *Miconia elata* son especies que no llegan a obtener un diámetro alto. Son especies de porte de pequeño a mediano<sup>5</sup>.

La no aparición de especies esciófitas en estos sitios en las categorías mayores a 10 cm de dap demostró que tanto Lindero Sur como El Peje se encontraron en una etapa sucesional en la cual las especies heliófitas fueron las dominantes y las esciófitas se encuentran en el sotobosque, creciendo a la sombra de las primeras (Redondo *et al*, 2001; Redondo, 1998; Carvajal, 2000).

Tanto en Lindero El Peje como en Lindero Sur las especies de palmas más abundantes (*Socratea exorrhiza* e *Iriartea deltoidea*), no sobrepasaron los treinta centímetros de dap, esto concuerda con lo dicho por Henderson *et al* (1995), citado por Redondo *et al* (2001), en donde afirmó que la palmas crecen fuertemente en los primeros estadíos, pero por lo general no llegan a sobrepasar diámetros mayores a 30 cm.

---

<sup>5</sup> Redondo, A. 2001. Encargado Proyecto Bosques. Estación Biológica La Selva. OET. (comunicación personal).



## COBERTURA DE COPAS

Los análisis de la cobertura de copas para dos bosques secundarios ubicados en la Zona Norte de Costa Rica serán presentados a continuación.

### Lindero El Peje

El Cuadro 8 presenta las áreas promedio de copas para las 10 especies más abundantes de Lindero El Peje, distribuidas en categorías de altura.

Cuadro 8. Distribución promedio del área de copas por categorías de altura para las 10 especies más abundantes en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.

Categorías de altura (m)	Especie (m <sup>2</sup> de copa/ha)										Promedio general
	Penmac	Goemei	Ingalb	Ingthi	Iridel	Corbic	Casarb	Laepro	Herdid	Socexo	
5-10					26,7	0,8		11,0		16,3	17,2
10-15	21,7	19,3	11,9	14,7	26,1	18,5	20,8	15,1	5,3	15,9	18,0
15-20	40,7	23,9	40,8	22,9	21,9	14,0	20,4	14,4	15,3	24,2	24,4
20-25	58,8	35,3	31,2	55,3	35,7	30,5	22,9	20,5	16,9	14,7	36,0
25-30	73,9	43,8	55,7	52,7	31,7	32,1	25,3	21,8	38,6	18,5	44,2
30-35	114,0	60,2				34,2	24,6	29,2			52,6
35-40		64,7						17,7			59,5
Promedio general	54,8	41,5	39,4	38,7	28,3	26,8	21,5	19,5	17,0	16,7	33,1

Nota: Penmac: *Pentaclethra macroloba*; Goemei: *Goethalsia meiantha*; Ingalb: *Inga alba*; Ingthi: *Inga thiboudiana*; Iridel: *Iriartea detoidea*; Corbic: *Cordia bicolor*; Casarb: *Casearia arborea*; Laepro: *Laetia procera*; Herdid: *Hernandia didymantha*; Socexo: *Socratea exorrhiza*.

Como complemento al Cuadro 8, en la Figura 9 se presenta la distribución del área de copas para las cinco especies con mayor promedio en Lindero El Peje.

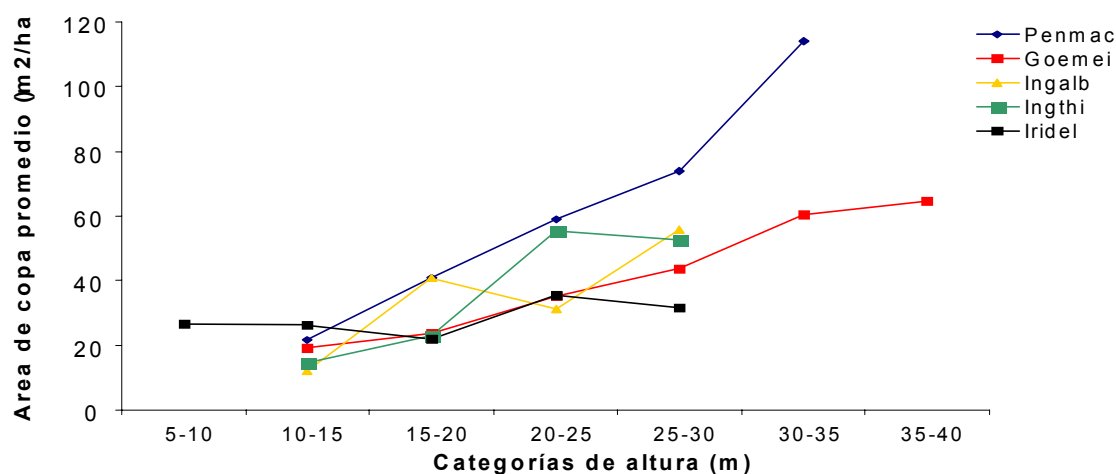


Figura 9. Distribución de las áreas de copa promedio según categorías de altura para las cinco especies con mayor promedio en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.

Se puede observar que conforme se aumentó en las categorías de altura también aumentó el promedio de áreas de copas, ya que, tiende a ocurrir lo mismo en cada una de las especies, excepto en *Socratea exorrhiza*, donde el mayor promedio se registró en su categoría media de altura. La especie de más promedio en área de copa fue *Pentaclethra macroloba*, con 54.8 m<sup>2</sup>, la que menos presentó fue *Socratea exorrhiza* con 16.7 m<sup>2</sup>.

En la Figura 9 se observa además que la tendencia general para estas cinco especies fue a aumentar sus diámetros de copa conforme se subió en las categorías de altura. En cada categoría *Pentaclethra macroloba* fue la especie que presentó los mayores promedios de área, excepto en la categoría de los 10 – 15 metros, donde *Iriartea deltoidea* fue la de mayor promedio en esa categoría; ésta especie además fue la que se mantuvo por debajo en todas las categorías, excepto en la de 20 – 25 metros, donde *Inga alba* fue la de menor promedio en esta categoría. *Goethalsia meiantha* y *Pentaclethra macroloba* fueron las únicas especies que se mantuvieron aumentando conforme se subía en las categorías. *Iriartea deltoidea* presentó un patrón casi constante, a lo largo de las categorías en las que estuvo presente

Esto se puede deber básicamente dos cosas: primero el desarrollo propio de los individuos, ya que si se considera que la altura está directamente relacionada con la edad del individuo (esto a nivel de especie), se puede decir que los promedios por especie se deben a que los individuos menos desarrollados tendrán una copa menos desarrollada (Daniel *et al*, sin año). El otro aspecto que se consideró fue la competencia que se generó en estas categorías de altura, ya que como se observa en el Cuadro 2, existió una mayor cantidad de individuos conforme se bajó en las categorías, esto hasta la categoría de los 15-20 metros. A partir de esta clase de altura se da una proporción inversa entre el número de individuos y su área de copa. Esta proporción se observa mejor en el promedio general. Los individuos que ocuparon las alturas mayores por tener menor competencia y un mayor tamaño posiblemente les permitió desarrollar mejor su copa<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Redondo, A. 2001. Encargado Proyecto Bosques. Estación Biológica La Selva. OET. (comunicación personal).

El Cuadro 9 muestra el área de copa total para las 10 especies que poseen la mayor cobertura de copa en este bosque.

Cuadro 9. Cobertura de copa para las 10 especies más importantes según su área en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.

Especie	Área de copa total (m <sup>2</sup> /ha)	Porcentaje con respecto al total (%)
<i>Pentaclethra maculoba</i>	4986,5	23,4
<i>Goethalsia meiantha</i>	4151,4	19,5
<i>Cordia bicolor</i>	1420,5	6,7
<i>Laetia procera</i>	1348,2	6,3
<i>Casearia arbórea</i>	1334,9	6,3
<i>Socratea exorrhiza</i>	733,5	3,4
<i>Inga thiboudiana</i>	581,1	2,7
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	531,0	2,5
<i>Iriartea deltoidea</i>	481,3	2,3
<i>Inga alba</i>	472,4	2,2
Resto de especies	5258,2	24,7
Total	21299,0	100,0

Se puede observar que la especie que presentó la mayor cobertura de copas en este sitio fue *Pentaclethra maculoba*, la cual tiene un 23,4 % del total de área de copas y le sigue *Goethalsia meiantha*, con un 19,5%. Aunque la mayor área de copa la representó el resto de las especie (24.7%), es necesario aclarar que son 56 especies restantes. Si se compara el total para todo el bosque con el área muestreada (10 000 m<sup>2</sup>) se obtiene que el área de copas fue 2,13 veces más grande. Esto resulta a la vez en un entrecruzamiento de copas y, según Finegan (1993), probablemente los sistemas radiculares de las plantas se están traslapando, con lo cual se evidencia ya una competencia en el sitio.

Se puede apreciar que nueve de estas diez especies se encontraron también dentro de las más abundantes de este bosque, por lo que se puede explicar de alguna forma la gran área de copa que poseen debido a la cantidad de individuos que poseían. La única especie que no esta dentro de las más abundantes es *Stryphnodendron microstachyum*, por lo que se puede deducir que sus individuos tienen copas anchas.

El Cuadro 10 presenta el promedio de tamaño de copas para las 10 especies más abundantes de Lindero El Peje.

Cuadro 10. Distribución promedio del tamaño de las copas para las 10 especies más abundantes en Lindero El Peje, Sarapiquí, 2001.

Categoría de alturas (m)	Especie (m/ha)										Promedio General
	Penmac	Goemei	Ingalb	Ingthi	Corbic	Laepro	Herdid	Casarb	Iridel	Socexo	
5-10					0,5	2,4			4,3	3,0	3,1
10-15	6,3	5,6	5,4	7,2	4,2	3,6	5,5	6,0	4,5	3,1	4,7
15-20	9,9	6,3	8,3	8,6	6,3	3,9	5,6	5,8	5,1	4,6	6,7
20-25	12,7	9,7	9,5	12,5	6,9	7,2	5,3	7,7	4,7	3,7	9,0
25-30	17,4	12,1	15,0	15,0	9,8	10,3	12,0	7,5	3,4	6,2	12,2
30-35	23,7	16,5			14,1	10,9		8,5			15,2
35-40		17,8				6,2					16,5
Promedio General	12,6	11,4	10,8	10,8	8,2	6,8	6,6	6,4	4,5	3,4	8,8

Nota: Penmac: *Pentaclethra macroloba*; Goemei: *Goethalsia meiantha*; Ingalb: *Inga alba*; Ingthi: *Inga thiboudiana*; Corbic: *Cordia bicolor*; Laepro: *Laetia procera*; Herdid: *Hernandia didymantha*; Casarb: *Casearia arborea*; Iridel: *Iriartea deltoidea*; Socexo: *Socratea exorrhiza*.

Se puede apreciar que conforme se sube en altura los tamaños de copas en promedio también aumentan, ya que los promedios de tamaño de copas por especie también aumentan. Para este bosque la especie de mayor promedio fue *Pentaclethra macroloba* con 12,6, mientras que la de menor promedio fue *Socratea exorrhiza* con 3,4.

Esto se explica también desde el punto de vista de desarrollo de los individuos, ya que los individuos más pequeños (dentro de una misma especie) fueron los de menor edad, por lo que sus copas tienen menor desarrollo al tener una menor cantidad de ramas. Otro factor que puede influir en el desarrollo de las alturas de las copas es la luz, ya que a niveles más bajos los niveles de luz son más bajos, por lo que las copas no se desarrollan lo suficiente (Bourgeron, 1983; citado por Valerio y Salas, 1997), evidenciándose así también la competencia que se genera entre los árboles individuales adyacentes, donde según Hutchinson (1993), se toma principalmente como función de la intensidad relativa de la iluminación solar sobre las copas.

## Lindero Sur

El Cuadro 11 muestra los promedios de área de copas para las 10 especies más abundantes en este bosque.

Cuadro 11. Distribución promedio del área de copas por categorías de altura para las 10 especies más abundantes en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.

Categorías de altura (m)	Especie (m <sup>2</sup> de copa/ha)										Promedio General
	Alcflo	Goemei	Penmac	Micela	Xylser	Rolpit	Jaccop	Micaff	Casarb	Socexo	
5-10		30,2						25,5		15,9	22,2
10-15		21,3	30,5		13,4	10,2	23,3	25,7	21,2	18,7	25,5
15-20	34,3	29,7	46,2	38,9	25,4	28,0		31,1	27,0	16,6	35,2
20-25	51,4	45,8	68,6	52,5	31,8	35,2	18,9		23,2	13,5	41,4
25-30	103,0	69,5			47,9	34,3	29,4				51,7
30-35	69,4	96,6	160,8		41,9		38,6				82,0
Promedio General	55,8	49,6	45,7	44,7	32,4	28,8	28,1	26,9	23,8	17,2	37,8

Nota: Alcflo: *Alchorneopsis floribunda*; Goemei: *Goethalsia meiantha*; Penmac: *Pentaclethra macroloba*; Micela: *Miconia elata*; Xylser: *Xilopia sericophylla*; Rolpit: *Rollinia pittieri*; Jaccop: *Jacaranda copaia*; Micaff: *Miconia affinis*; Casarb: *Casearia arborea*; Socexo: *Socratea exorrhiza*.

Como complemento al Cuadro 11, en la Figura 10 se presenta la distribución del área de copas para las cinco especies con mayor promedio en Lindero Sur.

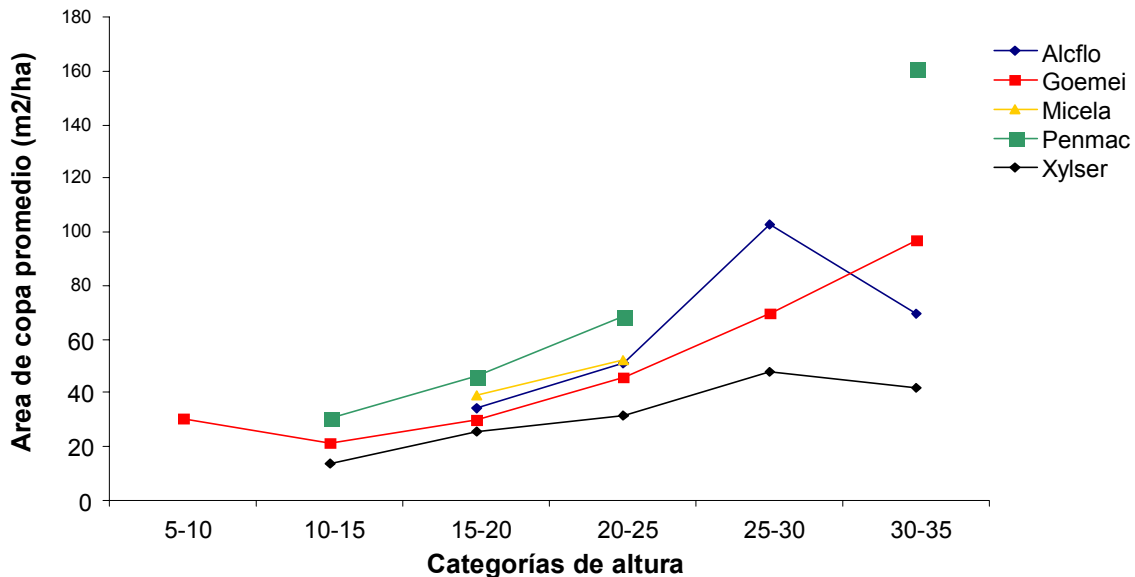


Figura 10. Distribución de las áreas de copa promedio según categorías de altura para las cinco especies con mayor promedio en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.

Se puede apreciar que los promedios generales tienden a aumentar conforme se incrementó en altura, se dió el caso especial de que el promedio se eleva considerablemente en la última categoría. A nivel de especies esta tendencia no fue la misma para todas las especies, ya que *Alchorneopsis floribunda* y *Socratea exorrhiza* presentaron su promedio máximo en sus categorías medias de altura. La especie que obtuvo el valor más alto de área de copa fue *Alchorneopsis floribunda*, con 55,8 m<sup>2</sup> y la de menor área fue *Socratea exorrhiza* con 17,2 m<sup>2</sup>.

Al igual que en El Peje, en la Figura 10 se puede apreciar que la tendencia general de las cinco especies fue a aumentar conforme se subió en las categorías de altura, excepto que *Alchorneopsis floribunda* y *Xilopia sericophilla* decrecieron en la categoría de los 30 – 35 metros de altura. Nuevamente *Pentaclethra maculosa* fue la especie que se mantuvo por arriba de todas las demás especies, en las categorías en las que se presentó. La especie de menor promedio a lo largo de todas las categorías en las que se presentó fue *Xilopia sericophilla*. Se observó además que *Goethalsia meiantha* presentó un descenso en su promedio al pasar de la categoría de los 5 – 10 metros, a los 10 – 15 metros, y a partir de aquí, su tendencia fue al aumento.

La tendencia que siguieron estas especies, se reflejó en los promedios generales, y fue debido a lo que sucedió también en El Peje: el desarrollo propio de los individuos y a la densidad de los individuos en las categorías de altura, lo que se manifestó en competencia (Finegan, 1993). Se observó además la situación de las dos categorías más bajas, pero a diferencia de El Peje, se dió simplemente por el propio desarrollo de los individuos, especialmente al ser un bosque más joven, por lo que se mencionó anteriormente de que, por efecto de competencia la mayoría de los individuos se concentraron en las categorías medias de altura (Ortiz, 1989).

Con respecto a los promedios generales de área de copa/ha para estas especies en ambos sitios, se observó que los valores son mayores para Lindero Sur con respecto a El Peje. Esto puede deberse a una menor densidad de individuos en Lindero Sur, lo que favoreció el desarrollo de las copas de los individuos, aprovechando una mayor cantidad de espacio para su crecimiento<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Redondo, A. 2001. Encargado Proyecto Bosques. Estación Biológica La Selva. OET. (comunicación personal).

En el Cuadro 12 se muestra la cobertura de copas total/ha para las diez especies más importantes, según este análisis.

Cuadro 12. Cobertura de copa para las 10 especies más importantes según su área en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.

Espece	Área de copa total (m <sup>2</sup> /ha)	Porcentaje con respecto al total (%)
<i>Goethalsia meiantha</i>	5012,3	27,2
<i>Pentaclethra macroloba</i>	4021,9	21,8
<i>Miconia affinis</i>	1746,4	9,5
<i>Casearia arborea</i>	904,9	4,9
<i>Jacaranda copaia</i>	899,3	4,9
<i>Xylopia sericophylla</i>	843,2	4,6
<i>Alchorneopsis floribunda</i>	446,6	2,4
<i>Dendropanax arboreus</i>	380,4	2,1
<i>Hampea appendiculata</i>	338,6	1,8
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	331,1	1,8
Resto de especies	3488,6	18,9
Total	18413,4	100,0

La especie que más área de copa presentó fue *Goethalsia meiantha*, con un 27,2% del total de área de copas, seguido de *Pentaclethra macroloba* con un 21,8% del total. El resto de las especies (36) representan el 18.9%. Para este bosque el área de copas es 1.8 veces mayor que el área de muestreo.

De las diez especies con mayor área de copa sólo siete estuvieron dentro de las más abundantes de este sitio (ver Cuadro 11), confirmándose así que su dominio del área de copa en el sitio se basa principalmente en la abundancia de individuos en el área. Las tres especies que aparecen aquí y que no están contempladas dentro de las más abundantes fueron *Dendropanax arboreus*, *Hampea appendiculata* y *Stryphnodendron microstachyum*; esta última especie estuvo en la misma situación en El Peje, por lo que se confirmó el gran desarrollo de copas que tienen sus individuos.

El promedio de las áreas de copas fue mayor en Lindero Sur con respecto a El Peje, esto no necesariamente significó mayor cobertura total de copas en el sitio; se pudo apreciar esta situación en que la proporción de áreas de copas con respecto al área evaluada fue menor en Lindero Sur (1.8) con respecto a El Peje (2.3). La explicación a esto se puede derivar en que en Lindero Sur no sólo se presentó una menor cantidad de individuos, sino en que se encontró una mayor cantidad de árboles en las categorías más bajas de diámetros y con cobertura de copa menores.

Esta diferencia de proporción del área de copa total entre los sitios se deriva principalmente de la diferencia de edad (Lindero Sur es más joven que El Peje),

esto dá como resultado que Lindero Sur posea un menor desarrollo, entre ellos de las copas. Además, como ya mencionó Finegan (1993) el traslaspe de las copas ya evidencia una competencia en el sitio, así, se puede decir que en Lindero El Peje puede existir una mayor competencia que en Lindero Sur.

El Cuadro 13 muestra los tamaños de copa promedio para las mismas 10 especies en este bosque.

Cuadro 13. Distribución promedio del tamaño de las copas para las 10 especies más abundantes en Lindero Sur, Sarapiquí, 2001.

Categorías de altura (m)	Especie (m/ha)										Promedio General
	Alcflo	Micela	Goemei	Penmac	Jaccop	Micaff	Rolpit	Xylser	Casarb	Socexo	
5-10			2,4			4,5				2,6	3,6
10-15			4,6	7,3	1,2	7,1	4,0	3,3	3,8	3,9	6,2
15-20	10,7	9,6	8,2	10,2		11,2	6,4	5,8	4,9	3,8	8,6
20-25	11,9	12,1	10,4	12,8	6,6		9,4	7,9	6,9	4,7	9,7
25-30	19,8		14,3		8,8		10,1	7,7			11,4
30-35	21,2		16,2	20,2	13,7			13,5			15,9
Promedio General	13,7	10,7	10,6	9,6	8,8	7,7	7,4	7,1	4,9	3,5	8,7

Nota: Alcflo: *Alchorneopsis floribunda*; Casarb: *Casearia arborea*; Goemei: *Goethalsia meiantha*; Jaccop: *Jacaranda copaia*; Micaff: *Miconia affinis*; Micela: *Miconia elata*; Penmac: *Pentaclethra macroloba*; Rolpit: *Rollinia pittieri*; Socexo: *Socratea exorrhiza*; Xylser: *Xilopia sericophylla*.

Al igual que en Lindero El Peje el promedio general de tamaños aumentó conforme aumentó la altura, esto debido a que esta tendencia se mantiene a nivel de especies. En este sitio *Alchorneopsis floribunda* fue la especie que presentó el mayor tamaño de copa en promedio con 13.7 m., mientras que *Socratea exorrhiza* fue la que mostró el menor tamaño con 3.5 m.

En comparación con El Peje se observó que los promedios generales por categorías de altura fueron ligeramente más altos en Lindero Sur, esto debido a que el mismo comportamiento tiende a darse a nivel de especie. Aunque fueron pocas las diferencias en los promedio entre ambos sitios, la razón de esta situación podría deberse a la mayor cantidad de espacios que puede haber a nivel vertical, o sea, los estratos pueden tener un mayor espacio para desarrollarse (Daniel *et al*, sin año).



## FENOLOGIA

La medición fenológica (observación de la floración y fructificación) se realizó entre las dos últimas semanas de Agosto y la dos primeras semanas de Setiembre del año 2001, para dos bosques secundarios ubicados en la Zona Norte, Costa Rica.

### Lindero El Peje

El Cuadro 14 muestra el comportamiento fenológico de este sitio según los estratos y el número de individuos para este sitio.

Cuadro 14. Distribución del número de individuos por estratos según su estado reproductivo en Lindero El Peje. Agosto-Setiembre del 2001, Sarapiquí.

Estratos	Fenología (N/ha)			Total
	Flores	Flores/frutos	Frutos	
Inferior			3	3
Medio	3	1	16	20
Superior	3	1	3	7
Total	6	2	22	30

La mayor cantidad de individuos que estaban en algún estado fenológico se ubican en el estrato medio. La mayoría se encontraron en la fase de fruto únicamente. En el estrato inferior casi no existió actividad reproductiva alguna reportada.

Esta situación se debe no solamente a que en este estrato se concentró la mayor cantidad de los individuos de este bosque, por lo que la probabilidad de encontrar más individuos en alguna de estas etapas reproductivas también fue mayor, sino que además al haber pocos individuos en el estrato superior, puede entrar una mayor cantidad de luz en los estratos más bajos, por lo que tiende a estimular la producción de flores y frutos en estos estratos (Appanah y Abdul Manaf, 1990; citados por Guariguata, 1998).

El Cuadro 15 muestra el estado fenológico de este sitio, en base a las categorías diamétricas.

Cuadro 15. Distribución del número de individuos por categorías diamétricas según su estado reproductivo en Lindero El Peje. Agosto-Setiembre del 2001, Sarapiquí.

Categorías Diamétricas (cm)	Fenología (N/ha)			Total
	Flores	Flores/frutos	Frutos	
10-20	3	2	14	19
20-30	2		6	8
30-40	1		1	2
50-60			1	1
Total	6	2	22	30

La mayoría de los individuos en estado fenológico activo se encontraron en la categoría más baja y conforme aumentó en las categorías se disminuyó el número de individuos en estado reproductivo. Esto manifestó que los individuos de poco desarrollo diametral son los que se están reproduciendo en este bosque. Las especies que se encontraron en estado reproductivo en este sitio fueron especies que pertenecen al grupo de las heliófitas (Cuadro 16) y una característica de estas fue su temprano estadio de reproducción (Finegan *et al*, 1993; Manta, 1988), esto con el fin de combatir la alta competencia que se está generando en este sitio.

El Cuadro 16 presenta las especies que se encuentran en alguna fase reproductiva en este bosque.

Cuadro 16. Estado reproductivo para Lindero El Peje en Agosto y Setiembre del 2001, Sarapiquí, 2001.

Especie	Fenología (N/ha)			Total
	Flores	Flores/ frutos	Frutos	
<i>Clethra lanata</i>	1			1
<i>Cordia bicolor</i>		1	8	9
<i>Euterpe precatória var. longevaginata</i>			1	1
<i>Goethalsia meiantha</i>	3			3
<i>Guarea guidinosa</i>	1			1
<i>Hampea appendiculata</i>		1		1
<i>Iriartea deltoidea</i>			2	2
<i>Miconia affinis</i>			1	1
<i>Ocotea meziana</i>			2	2
<i>Rauvolfia purpurascens</i>			1	1
<i>Socratea exorrhiza</i>			7	7
<i>Warszewiczia coccinea</i>	1			1
Total general	6	2	22	30

Solo 12 especies con 30 individuos se encontraron en alguna fase reproductiva. Y las especies que más presentaron individuos en estas fases fueron *Cordia bicolor* y *Socratea exorrhiza*. Se puede apreciar que *Cordia bicolor* fue también la especie que presentó mayor cantidad de individuos con fruto (8), mientras que *Goethalsia meiantha* fue la que presentó la mayor cantidad de individuos con flor (3). Se puede ver además que prácticamente no se presentó, en esta época del año, una transición del estado en flor al de fruto, para este sitio.

### Lindero Sur

El Cuadro 17 muestra el estado reproductivo de Lindero Sur según sus estratos y número de individuos.

Cuadro 17. Distribución del número de individuos por estratos según su estado reproductivo en Lindero Sur. Agosto-Setiembre del 2001, Sarapiquí.

Estratos	Fenología (N/ha)			Total
	Flores	Flores/frutos	Frutos	
Inferior	4	2	8	14
Medio	17	5	9	31
Superior	5	1		6
Total	26	8	17	51

Al igual que en Lindero El Peje la mayor concentración de actividad fenológica se ubicó en el estrato medio, pero además existió una mayor cantidad de individuos en flor que en los demás estados reproductivos. La razón descrita por Appanah y Abdul Manaf (1990) se reforzó más en este bosque, ya que no solo existió una mayor cantidad de individuos en estos estados reproductivos en el estrato medio, sino que también fue mucho mayor en el estrato inferior, debido a la mayor cantidad de luz que puede penetrar a estos estratos. En cuanto al estrato superior se puede ver que prácticamente fue la misma cantidad de individuos para ambos sitios.

Newstrom *et al* (1994) reportaron también que la actividad fenológica fue mayor en los estratos medios que en el superior, para un bosque ubicado en la Estación Biológica La Selva.

En el cuadro 18 se presenta la información del estado reproductivo de Lindero Sur basado en categorías diamétricas.

Cuadro 18. Distribución del número de individuos por categorías diamétricas según su estado reproductivo en Lindero Sur. Agosto-septiembre del 2001, Sarapiquí.

Categorías diamétricas (cm)	Fenología (N/ha)			Total
	Flores	Flores/frutos	Frutos	
10-20	13	4	12	29
20-30	6		3	9
30-40	5	3	1	9
40-50	1	1	1	3
70-80	1			1
Total	26	8	17	51

La mayor actividad reproductiva se ubicó en la categoría más baja, tanto para la producción de flores como la de frutos; además se observó que a medida que se sube en las categorías diamétricas la floración y fructificación fue cada vez menor. La situación aquí mostrada fue la misma que en El Peje, debido a que, como lo muestra la información del Cuadro 19 las especies que se encontraron en alguno de estos estados reproductivos fueron especies pertenecientes al grupo de las heliófitas (Finegan *et al*, 1993; Manta, 1988), y la razón de encontrar mayor actividad reproductiva en los estratos más bajos es por que se presentó una mayor cantidad de individuos en estas categorías, en comparación con El Peje.

Vílchez *et al* (2000) estudiaron la fenología reproductiva de 6 especies forestales en cuatro bosques ubicados en la región de Sarapiquí, incluidos los dos sitios que en este trabajo se están analizando, en el período comprendido desde Abril de 1998, hasta Noviembre de 1999. Estos autores reportaron que Lindero Sur presentó un mayor porcentaje de individuos en floración que en Lindero El Peje, con lo que concuerda con lo encontrado en esta investigación, ya que Lindero Sur presentó 26 individuos en flor, mientras que El Peje solo se encontraron 6.

En el Cuadro 19 se presenta las especies que se encontraron en alguna de las fases reproductivas en este bosque, Lindero Sur, Agosto y Setiembre del 2001, Sarapiquí.

Cuadro 19. Estado reproductivo para Lindero Sur en Agosto y Septiembre del 2001, Sarapiquí.

Especie	Fenología (N/ha)			Total
	Flores	Flores/ frutos	Frutos	
<i>Dendropanax arbureus</i>		3		3
<i>Goethalsia meiantha</i>	13	2		15
<i>Guatteria aeruginosa</i>			1	1
<i>Guatteria diospyroides</i>	1			1
<i>Hampea appendiculata</i>		1		1
<i>Iriartea deltoidea</i>			1	1
<i>Miconia affinis</i>	9	2	10	21
<i>Miconia elata</i>	2		2	4
<i>Rollinia pittieri</i>	1		1	2
<i>Socratea exorrhiza</i>			2	2
Total	26	8	17	51

En total, en este sitio se encontraron en estado reproductivo solo 10 especies para los meses de Agosto y Setiembre. Se observó también que las dos especies con más individuos en estado reproductivo fueron *Goethalsia meiantha* y *Miconia affinis*, la primera con la mayor producción floral (13) y la segunda con la mayor producción de frutos (10). Se puede ver además que aún en este bosque no existió una transición entre la producción de flor y la producción de fruto, aunque fue algo más alto en Lindero Sur que en El Peje. Se observó que de todas las especies en floración o fructificación sólo cinco se les puede ver en alguna de estas etapas fenológicas tanto en El Peje como en Lindero Sur; estas especies fueron *Goethalsia meiantha*, *Hampea appendiculata*, *Iriartea deltoidea*, *Miconia affinis* y *Socratea exorrhiza*.

Vilchez *et al* (2000) reportan por ejemplo para *Goethalsia meiantha*, picos de floración entre los meses de Agosto y Setiembre, con respecto a la fructificación, reportan un pico en el mes de Setiembre de 1998, y para 1999 reportan el máximo en el mes de Octubre. Con esto se puede ver que esta especie se mantuvo dentro de lo reportado por estos autores.

Vilches *et al* (2000) trabajaron con otras 5 especies más (*Pentaclethra macroloba*, *Simarouba amara*, *Vochysia feruginea* y *Xylopia sericophylla*), las cuales también se presentaron en los sitios evaluados en este trabajo, pero que no se encontró en ninguna de estas fases fenológicas, con lo que concuerda en cierta medida a lo reportado por estos autores, ya que estas mismas especies no presentaron o tuvieron una actividad fenológica (de floración y fructificación) muy baja, en estos meses.

La razón de estas variaciones están ligadas a la precipitación, ya que estos mismos autores concluyeron que hubo una correlación entre precipitación y las fenofases estudiadas (floración y fructificación). Otros autores (Mejía, 1990; Bullock y Solís–Magallanes, 1990; Vilchez y Murrillo, 1995) también encontraron correlaciones entre las fenofases y la precipitación.

Tanto Lindero El Peje como Lindero Sur se pueden ver afectados con esta situación, ya que si se relaciona esto con lo reportado con Sanford *et al* (1994), donde los mayores picos de precipitación se presentan de Junio a Julio y de Noviembre a Diciembre, es entonces notorio que puede haber una correlación entre la precipitación y la actividad fenológica en estos bosques.

## INCREMENTO PARA EL DIAMETRO

El análisis del incremento para el diámetro a la altura del pecho (dap) es analizado a continuación, en dos bosques secundarios ubicados en la Zona Norte, Costa Rica, durante el período comprendido entre el año 2000 y el 2001.

### Lindero El Peje

El promedio del incremento corriente anual (ICA) para Lindero El Peje por categorías diamétricas y su respectiva desviación estándar se presentan en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Incremento corriente anual (ICA) por categorías diamétricas en Lindero El Peje para los individuos con dap mayor - igual a 10 cm, período 2000-2001, Sarapiquí.

Categorías diamétricas (cm)	Promedio De ICA (cm)	Desviación estándar (cm)
10-20	0,38	0,51
20-30	0,39	0,58
30-40	0,44	0,46
40-50	0,49	0,66
50-60	0,05	0,08
60-70	0,40	0,00
Promedio general	0,39	0,53

Se observó que el ICA tiende a aumentar hasta la categoría de los 40-50 cm de dap, donde se registró el máximo (0.49 cm). Hubo una disminución drástica del ICA en la categoría de los 50 a 60 cm, donde se dió el menor incremento. La razón por la que en la última categoría el ICA vuelve a experimentar un gran aumento se debe a que solo se encuentra un individuo, esto se demostró también por su desviación estándar, la cual es nula. Se observó además que las desviaciones fueron más altas que el promedio, esto se puede deber a que los datos tienen mucha variación entre sí, esto por que se está analizando en un ámbito amplio de categoría diamétrica (10 cm.), por lo que puede haber una mayor cantidad de variación en los incrementos, al incluir muchas especies que pueden tener grandes diferencias en sus incrementos corrientes.

Redondo *et al* (2001) reportan que para un bosque de 25 años de edad en la Zona Norte que el incremento fue de 2,9 mm (0,29 cm), por lo que El Peje obtuvo un buen incremento. Este bosque presentó una mayor cantidad de egresos (27) que ingresos (11) (ver Anexo 3), donde descata entre los egresos *Laetia procera* (6), *Cecropia insignis* y *Goethalsia meiantha* (4) y *Casearia arborea* (3). Mientras que en los ingresos estuvo dominado por las palmas (*Iriartea deltoidea* y *Socratea exorrhiza* con 3).

El Cuadro 21 muestra el ICA promedio para las 10 especies más abundantes en Lindero El Peje.

Cuadro 21. Incremento corriente anual (ICA) para las 10 especies más abundantes en Lindero El Peje, período 2000-2001, Sarapiquí.

Especie	Promedio de ICA (cm)	Desviación estándar (cm)
<i>Pentaclethra maculoba</i>	0,65	0,57
<i>Inga alba</i>	0,64	0,66
<i>Iriartea deltoidea</i>	0,52	0,68
<i>Hernandia didymantha</i>	0,48	0,65
<i>Casearia arborea</i>	0,34	0,31
<i>Socratea exorrhiza</i>	0,48	0,77
<i>Goethalsia meiantha</i>	0,25	0,24
<i>Laetia procera</i>	0,21	0,24
<i>Inga thiboudiana</i>	0,23	0,33
<i>Cordia bicolor</i>	0,28	0,34
Promedio	0,41	0,48

Las especies que obtuvieron el mayor promedio de ICA fueron *Pentaclethra maculoba* e *Inga alba*, mientras que la que menos ICA presentó fue *Laetia procera*, Finegan (1997) la rescata como especie de lento crecimiento. La mayoría de las especies presentaron la situación de que las desviaciones fueron más grandes que el promedio, excepto *Pentaclethra maculoba*, *Casearia arborea* y *Goethalsia meiantha*, esto aunque el análisis se dió por especie, la razón de la gran variación es por que se incluyó a todos los individuos. El promedio general para estas especies fue algo mayor al promedio para todo el bosque.

Redondo *et al* (2001) reportó para *Pentaclethra maculoba*, un incremento de 7,4 mm (0,74 cm) en un bosque de 20 años de edad, esto para árboles con dap  $\geq$  10 cm. Se demostró entonces que el incremento en una misma especie se puede ver afectado al pasar el tiempo debido, principalmente, a la competencia que se genere en el sitio (Ortíz, 1989). Para individuos con dap  $\geq$  5 cm Redondo (1998) reportó que *Laetia procera*, un ICA de 2,0 mm (0,2 cm), en el mismo bosque; y para *Goethalsia meiantha* un incremento de 4,0 mm (0,4 cm) en un bosque de 20 años; *Goethalsia meiantha* poseía, en un bosque de 12 años de edad un incremento promedio de 12,0 mm (1,2 cm), esto para las tres especies mas importantes de este bosque.

Con respecto a las dos especies de palmas que se observaron (*Iriartea deltoidea* y *Socratea exorrhiza*), presentaron incrementos de 0,52 y 0,48 cm de diámetro, respectivamente. Redondo *et al* (2000) reportaron que para un bosque secundario de la misma edad y de la región de Sarapiquí, las palmas presentaron un



incremento promedio de 3 mm. (0,30 cm) en su diámetro, por lo que estas especies tuvieron un buen incremento.

### Lindero Sur

El Cuadro 22 presenta el incremento corriente anual para Lindero Sur por categorías diamétricas.

Cuadro 22. Incremento corriente anual (ICA) por categorías diamétricas en Lindero Sur para los individuos con dap mayor - igual a 10 cm de, período 2000-2001, Sarapiquí.

Clase diamétrica (cm)	Promedio de ICA (cm)	Desviación estándar (cm)
10-20	0,79	0,78
20-30	0,86	0,79
30-40	1,10	0,73
40-50	0,92	1,44
50-60	0,72	0,40
60-70	0,05	0,07
70-80	0,25	0,07
Promedio general	0,83	0,80

En general se observó que el ICA aumentó hasta la categoría de los 30 a 40 cm, donde se dió el máximo (1,10 cm). A partir de los 40-50 cm tuvo una tendencia a bajar; hasta la categoría de los 60 a 70 cm. Se observó también que en solo dos categorías la desviación estándar fue más alta que el promedio, estas fueron las categorías de los 40-50 y la de 60-70 cm.

Comparando el promedio general de este sitio con el de El Peje, se observó que el de Lindero Sur fue más alto, esto debido a la etapa de sucesión en la que se encuentran ambos sitios, donde Lindero Sur esta en un proceso más dinámico que El Peje y por lo tanto los cambios fueron mas rápidos en este sitio (Redondo, 1998).

Redondo *et al* (2001), cita que para un bosque de 15 años en la Zona Norte el incremento fue de 5,6 mm (0,56 cm). Fedlmeier (1996) encontró que para un bosque de 17 años de edad en Guatuso el incremento estaba entre 5.1 y 7.0 mm; para uno de 18 años en Boca Tapada un incremento entre 2.6 y 2.9 mm. Estas diferencias entre todos estos sitios son analizadas por Müller y Solís (1997) como un indicador que confirma la variación en el comportamiento que puede existir entre los bosques secundarios de la misma región.

Al contrario de El Peje, este sitio fue el que presentó mayores ingresos (23) que egresos (13) (ver Anexo 5). Dentro de los ingresos las especies que más

presentaron fueron *Miconia affinis* con 4 y *Pentaclethra macroloba* y *Casearia arborea* con 3; mientras las especies que tuvieron mayores egresos fueron *Miconia affinis* con 4 y *Cecropia insignis* con 2. Así queda reforzado lo dicho por Ortiz (1989) donde afirmó que con el pasar del tiempo en un bosque, si la competencia es cada vez mayor los individuos menos capacitados empezarán a morir progresivamente.

Dentro de las mismas categorías diamétricas para ambos sitios, Lindero Sur presentó incrementos mayores, excepto en la categoría de los 60 - 70 cm de dap, donde El Peje presentó un mayor incremento que en la de Lindero Sur. Esta misma situación la encontró Condit *et al* (1992) en un bosque de la isla Barro Colorado, Panamá, donde se midió el incremento del diámetro según las clases diamétricas (dap) en diferentes períodos, encontrando que los incrementos eran menores para el segundo período de evaluación (4 años después), en un mismo sitio.

Condit *et al* (1992) mencionó que esta situación se debe principalmente a la competencia que se genera en cada clase, principalmente en lo que se refiere a competencia radicular por agua y nutrientes, que al pasar del tiempo, era cada vez mayor. Además, mencionó que el bosque antes tenía un dosel más abierto, por lo que favorecía mejor la penetración de luz a los niveles más bajos del bosque.

El Cuadro 23 muestra el ICA para las especies más abundantes de Lindero Sur.

Cuadro 23. Incremento corriente anual (ICA) para las 10 especies más abundantes en Lindero Sur, periodo 2000-2001, Sarapiquí.

Especie	Promedio de ICA (cm)	Desviación estándar (cm)
<i>Alchorneopsis floribunda</i>	1,34	1,25
<i>Casearia arborea</i>	0,50	0,30
<i>Goethalsia meiantha</i>	0,87	0,96
<i>Jacaranda copaia</i>	1,40	1,18
<i>Miconia affinis</i>	1,00	0,67
<i>Miconia elata</i>	0,11	0,14
<i>Pentaclethra macroloba</i>	0,29	0,25
<i>Rollinia pittieri</i>	1,09	0,63
<i>Hampea Appendiculata</i>	1,24	0,70
<i>Xylopia sericophylla</i>	1,15	0,89
Total general	0,82	0,80

Las especie que más incrementaron fueron *Jacaranda copaia* y *Alchorneopsis floribunda*, a la vez que también obtuvieron las mayores desviaciones estándar. La de menor incremento fue *Miconia elata*. Al contrario de Lindero El Peje en este

sitio se dió la situación de que sólo dos especies obtuvieron una desviación estándar más alta que su promedio, estas especie fueron *Goethalsia meiantha* y *Miconia elata*. Esta situación pudo deberse a que los datos de Lindero Sur fueron más homogéneos que los de El Peje, pudiéndose explicar así la mayor variabilidad que presentó El Peje en comparación con Lindero Sur, esto en cuanto a crecimiento se refiere.

Redondo (1998) reporta que en un bosque de 12 años de edad *Pentaclethra maculoba* presentó un incremento de 6.5 mm (0.65 cm), y en uno de 20 años un promedio de incremento del 6.4 mm (0.64 cm). Para *Goethalsia meiantha* reporta un incremento de 12 mm (1.2 cm) en un bosque de 12 años, mientras que para uno de 15 reporta un incremento de 4.8 mm (0.48 cm) (árboles  $\geq$  5 cm de dap), esto para las dos especies más importantes de este bosque.

## INCREMENTO PARA LA ALTURA

Se muestra a continuación los resultados y el análisis del incremento corriente anual (ICA) para la altura total en los dos sitios estudiados, los resultados obtenidos son en el período comprendido entre los años 1999 y el 2001.

### Lindero El Peje

El incremento corriente anual para la altura, según las clases de altura para el período 1999-2001 en Lindero El Peje se presenta en la Figura 11.

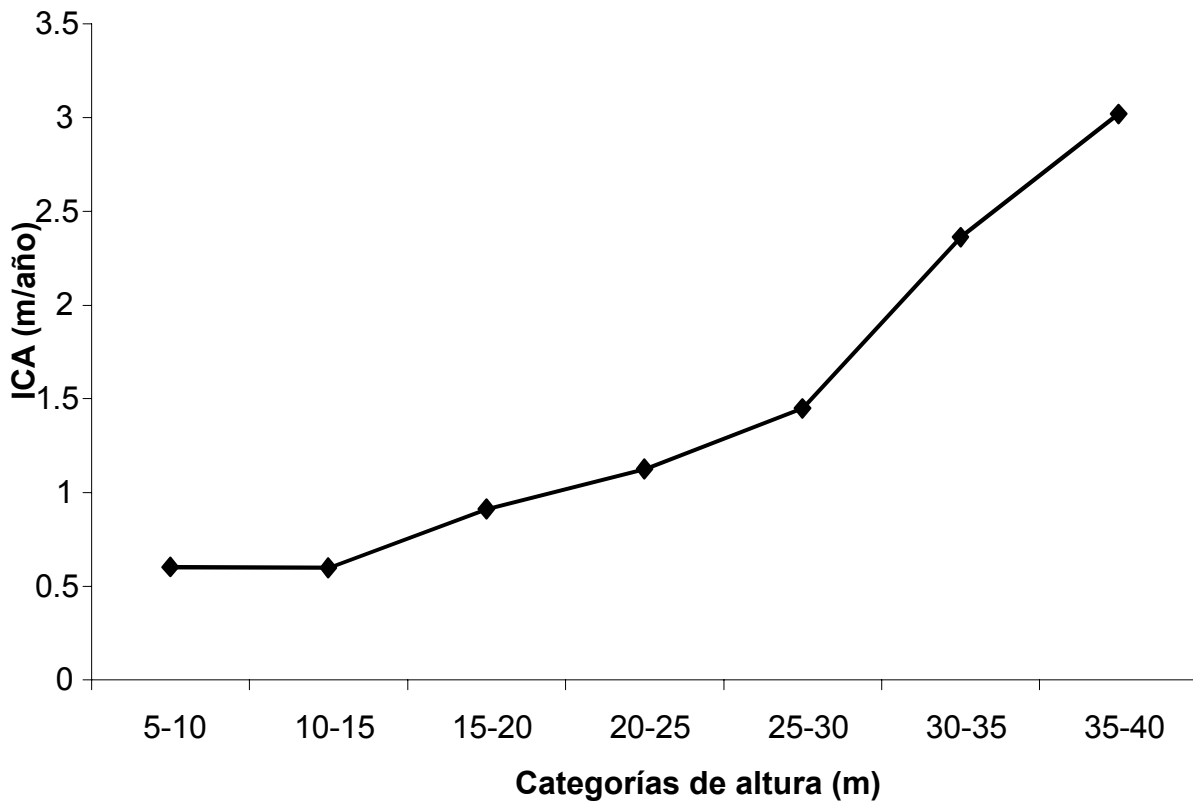


Figura 11. Incremento corriente anual para la altura según las clases de altura en Lindero El Peje, Sarapiquí, período 1999-2001.

El promedio general del ICA para la altura en todo este bosque fue de 1,23 metros. En la Figura 9 se observa que la tendencia del incremento según las categorías de altura fue al aumento prácticamente en una forma exponencial. El máximo del incremento se dió en la última categoría (35-40 m.) y fue de 3,02 metros, mientras que el mínimo se dió en la categoría más baja (5-10 m.) y este fue de 0,61 metros.

Según Ortiz (1989) esto se debe principalmente a la competencia que se está generando en el sitio, ya que los árboles disminuyen su crecimiento diametral e incrementan a la vez su crecimiento en altura. Conjuntamente Hutchinson (1993) estima que un aumento de incidencia solar en la copa de cada árbol, significa un aumento en la tasa de crecimiento del mismo.

El incremento corriente anual para la altura de las diez especies más abundantes en Lindero El Peje se muestra en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Incremento corriente anual (ICA) de la altura total para las diez especies más abundantes en Lindero El Peje, Sarapiquí, período 1999-2001.

Especie	ICA para la altura (m/año)	
	Promedio	desviación estándar
<i>Casearia arborea</i>	1,41	0,91
<i>Cordia bicolor</i>	1,19	1,32
<i>Goethalsia meiantha</i>	1,47	1,13
<i>Hernandia didymantha</i>	0,49	0,30
<i>Inga alba</i>	1,54	1,03
<i>Inga thiboudiana</i>	0,86	0,47
<i>Iriartea deltoidea</i>	0,75	0,72
<i>Laetia procera</i>	1,70	1,35
<i>Pentaclethra macroloba</i>	1,16	0,79
<i>Socratea exorrhiza</i>	0,68	0,49
Promedio general	1,27	1,06

Se puede observar que las especies que presentaron el mayor incremento en su altura fueron *Laetia procera* e *Inga alba*, con 1,70 y 1,54 metros, respectivamente, que estuvo a más de 25 cm por encima del promedio general para todo el bosque. La especie que menos incremento presentó fue *Hernandia didymantha*, con 0,49 metros, o sea, aproximadamente 0.8 metros por debajo del promedio general del sitio. Se apreció también que solo *Cordia bicolor* presentó una desviación estándar mayor que su promedio del incremento, por lo que se demuestra que esta especie tuvo una gran variabilidad en sus incrementos. Las dos especies de palmas que se observan en el Cuadro 24 (*Iriartea deltoidea* y *Socratea exorrhiza*) presentaron promedios de incremento parecidos, y a la vez estuvieron dentro de los más bajos, con valores aproximados a un metro por debajo del promedio para todo el bosque.

Las especies heliófitas fueron las que presentaron los mayores incrementos, esto debido a que estas especies se ven más afectadas por una mayor incidencia de luz en su crecimiento que las especies esciófitas (Finegan *et al*, 1993; Manta, 1998).

## Lindero Sur

En la Figura 12 se muestra el incremento corriente anual para Lindero Sur, según las categorías de altura, durante el período comprendido entre el año 1999 y el 2001.

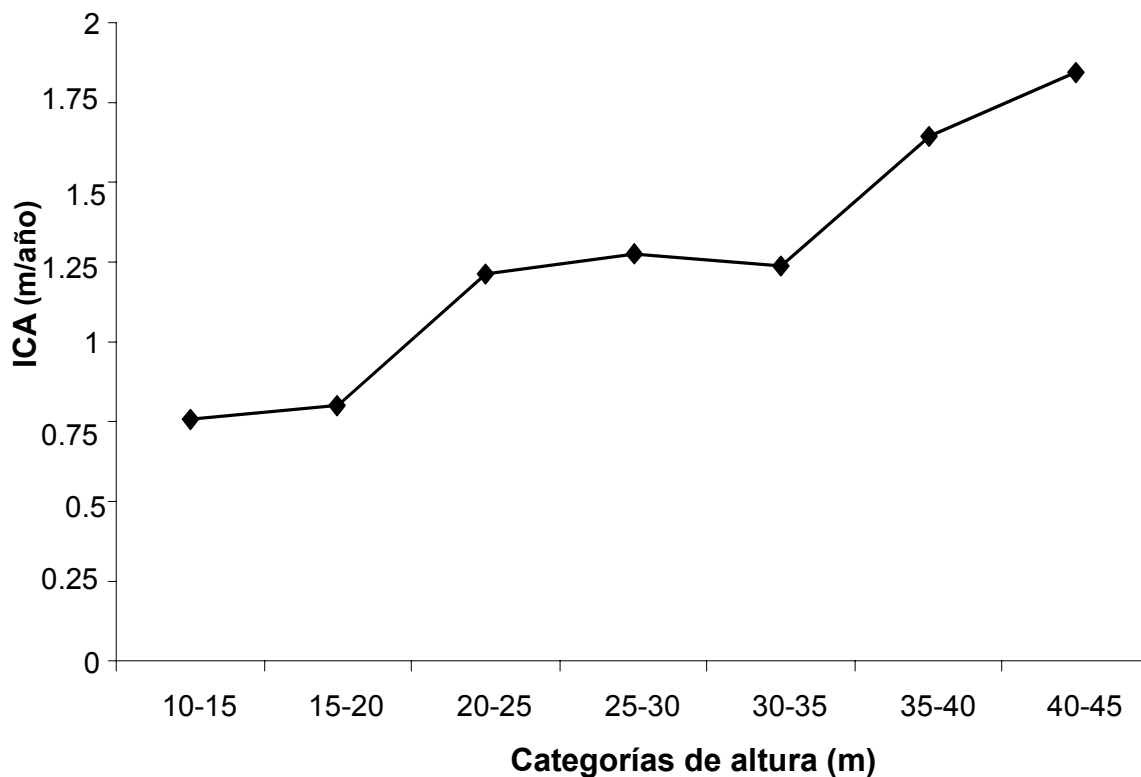


Figura 12. Incremento corriente anual para la altura según las clases de altura en Lindero Sur, Sarapiquí, período 1999 - 2001.

El promedio general para este sitio fue de 1,17 metros. Al igual que en El Peje la tendencia en este sitio fue también al aumento conforme se avanzó en las categorías de altura, aunque la tendencia fue mas bien de una forma geométrica o uniforme. El máximo se presentó en la categoría más alta (40-45 m.) con 1,84 metros, mientras que el mínimo se dió en la categoría más baja (10-15 m.) con 0,76 metros.

En comparación con El Peje se puede apreciar que Lindero Sur obtuvo un promedio general un poco más bajo. Además, el ámbito del incremento dentro de las categorías de altura en El Peje fue mayor (2,42 metros), mientras que en Lindero Sur fue de 1,09 metros.

Cabrelli (1992) mencionó incrementos de 0.45 y 3.6 metros en la altura en un bosque secundario ubicado en la Zona Atlántica de Costa Rica; mencionó además que estos niveles de crecimientos son satisfactorios para este tipo de bosque, por lo que, tanto El Peje como Lindero Sur mostraron niveles de crecimiento óptimo.

Los resultados obtenidos en ambos sitios vienen a reforzar lo dicho por Ortíz (1989), donde citó que debido a la competencia los árboles empiezan a disminuir su crecimiento diametral e incrementan su crecimiento en altura. Esta situación viene a reforzar además lo encontrado por Clark & Clark (2001), donde realizaron un estudio de incremento en altura a 8 especies arbóreas en un bosque primario ubicado en la Estación Biológica La Selva; ellos encontraron que conforme se aumentaba en las categorías diamétricas, el incremento en altura era cada vez mayor.

El Cuadro 25 muestra el incremento corriente anual de la altura para Lindero Sur, en el período 1999-2001.

Cuadro 25. Incremento corriente anual (ICA) de la altura total para las diez especies más abundantes en Lindero Sur, Sarapiquí, período 1999-2001.

Especie	ICA para la altura (m/año)	
	Promedio	desviación estándar
<i>Alchorneopsis floribunda</i>	1,67	0,93
<i>Casearia arborea</i>	1,25	0,79
<i>Goethalsia meiantha</i>	1,09	0,73
<i>Hampea Appendiculata</i>	1,86	0,91
<i>Jacaranda copaia</i>	1,13	0,85
<i>Miconia affinis</i>	0,95	0,76
<i>Miconia elata</i>	1,05	0,63
<i>Pentaclethra maculoba</i>	1,17	0,67
<i>Rollinia pittieri</i>	1,01	0,59
<i>Xylopia sericophylla</i>	1,45	1,05
Promedio general	1,16	0,78

En el Cuadro 25 se puede apreciar que las especies *Hampea appendiculata* y *Alchorneopsis floribunda* fueron las que presentaron el mayor incremento en su altura, con 1.862 y 1.665 metros, respectivamente, con valores de más de medio metro por encima del promedio general en todo el bosque. La especie que presentó el menor incremento fue *Miconia affinis*, con 0.95 metros de ICA, con aproximadamente 20 cm por debajo del promedio general. A diferencia de Lindero El Peje, las diez especies presentaron desviaciones estándar menores que sus respectivos promedios, por lo que se puede decir que los datos de incrementos estuvieron más uniformes que en El Peje, producto de una menor heterogeneidad derivada de las diferencias de crecimiento entre individuos. Si se compara a nivel

de especies se observa que de las tres especies que se encontraron en ambos sitios sólo en *Goethalsia meiantha* el incremento es casi medio metro más grande en Lindero El Peje que en Lindero Sur. Para *Casearia arborea*, el incremento también fue mayor en Lindero El Peje (más de 15 cm). Y para *Pentaclethra macroloba*, los incrementos fueron prácticamente los mismos en ambos bosques. Se observó entonces que dentro de una misma especie, los incrementos son mayores en sitios de mayor edad y por lo tanto los árboles dejan de crecer menos en diámetro y más en altura (Ortíz 1989).

Al igual que en Lindero El Peje las especies heliófitas fueron las que mayor crecimiento en altura presentaron, debido también a lo expuesto por Finegan *et al* (1993) y Manta (1998), en donde esta clase de especies son las que se ven más influenciadas por la radiación solar.



## CONCLUSIONES

Lindero El Peje presentó su mayor concentración de individuos en la categoría de los 15 a 20 metros de altura, mientras que Lindero Sur la presentó entre los 10 a 15 metros de altura.

Ambos sitios presentaron la mayor concentración de individuos en el estrato medio, esto para las diez especies más abundantes de cada bosque.

La distribución vertical para ambos sitios según el número de individuos se asemejó a una Campana de Gaus, esto para ambos sitios.

En Lindero El Peje la única especie que presentó distribución vertical continua fue *Laetia procera*, mientras que en Lindero Sur fue *Goethalsia meiantha*.

El estrato superior en Lindero El Peje fue dominado por *Goethalsia meiantha*, el estrato medio estuvo dominado por *Pentaclethra macroloba*, mientras el estrato inferior fue dominado por *Socratea exorrhiza*.

En Lindero Sur el estrato superior fue dominado por *Goethalsia meiantha*, al igual que el medio, mientras que el inferior fue dominado por *Miconia affinis*.

La distribución horizontal para ambos bosques fue la esperada, asemejándose a una "J" invertida.

Lindero El Peje presentó un 57,2 % del total de sus individuos en la categoría de los 10 a 20 cm de dap, mientras que Lindero Sur presentó el 62,3%, en la misma categoría.

La categoría diamétrica con mayor área basal para ambos sitios fue la de 20 a 30 cm de dap.

El área basal en Lindero El Peje fue de 25,37 m<sup>2</sup>, mientras que en Lindero Sur fue de 18,97 m<sup>2</sup>.

En Lindero Sur se presentó la mayor área basal en las categorías más altas de dap, debido probablemente a una mayor cantidad de individuos remanentes.

La especies más dominantes en ambos bosques fueron *Goethalsia meiantha* y *Pentaclethra macroloba*, en cuanto a abundancia se refiere.

*Goethalsia meiantha* y *Pentaclethra macroloba* fueron las únicas especies que presentaron distribución horizontal continua en Lindero El Peje, mientras que en Lindero Sur no se presentó ninguna especie en esta situación.

Tanto en Lindero El Peje como en Sur aumentó el promedio de diámetros de copas conforme se aumentó en las categorías de altura.

La especie que presentó mayor área de copa en promedio para ambos sitios fue *Goethalsia meiantha*.

*Pentaclethra macroloba* fue la especie que presentó la mayor cobertura de área de copa en Lindero El Peje, mientras que en Lindero Sur fue *Goethalsia meiantha*.

Tanto en Lindero El Peje como en Lindero Sur el promedio de tamaños de copas fue mayor conforme aumentaba las categorías de altura.

Para Lindero El Peje *Goethalsia meiantha* fue la especie que presentó el mayor tamaño de copa en promedio, mientras que *Alchorneopsis floribunda* fue la especie que presentó en promedio el mayor tamaño de copa para Lindero Sur.

El área de copas total en Lindero El Peje fue 2.13 veces mayor que el área evaluada, mientras que en Lindero Sur el área de copas fue 1.8 veces más grande.

La mayor actividad de floración y fructificación se presentó en los estratos medios, para ambos sitios.

Los individuos de diámetros más bajos fueron los que presentan la mayor actividad de floración y fructificación.

Lindero El Peje presentó 12 especies en alguna de estas actividades fenológicas, mientras que Lindero Sur presentó 10.

En Lindero El Peje se presentó una mayor actividad de fructificación, mientras que en Lindero Sur se presenta una mayor actividad de floración.

En ambos sitios no se presentó prácticamente una transición entre floración y fructificación, para una misma especie.

La mayoría de las especies que presentaron alguna de estas actividades fenológicas son de rápido crecimiento, exptuándose *Miconia* sp .

Las especies *Goethalsia meiantha*, *Hampea appendiculata*, *Iriarteia deltoidea*, *Miconia affinis* y *Socratea exorrhiza*, fueron las que presentaron actividades fenológicas de floración y fructificación en ambos sitios.

El ICA para el diámetro en ambos sitios tuvo un comportamiento irregular, según las clases diamétricas.

En Lindero El Peje el mayor incremento se encontró en la categoría de los 40 a 50 cm, mientras que el menor valor se presentó en la categoría de los 50 a 60 cm de dap.

En Lindero Sur el mayor incremento se presentó en la categoría de los 30 a 40 cm, mientras que el menor valor se presentó en la categoría de los 60 a 70 cm de dap.

Lindero El Peje presentó un ICA para el diámetro general de 0,39 cm, mientras que en Lindero Sur fue de 0,83 cm.

En Lindero El Peje la especie que presentó mayor ICA para el diámetro en promedio fue *Pentaclethra maculosa* con 0,65 cm, mientras que en Lindero Sur fue *Jacaranda copaia*, con 1,40 cm.

Tanto para Lindero El Peje como para Lindero Sur, el ICA de la altura total se incrementó conforme aumentaba las categorías de altura.

El promedio del incremento para la altura en Lindero El Peje fue de 1,24 metros, mientras que en Lindero Sur fue de 1,17 metros.

*Laetia proecra* fue la especie que presentó mayor ICA de altura total en El Peje, con 1,70 metros, mientras que en Lindero Sur fue *Hampea appendiculata*, con 1,86 metros.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar estos mismos estudios en bosques secundarios de otras edades y zonas de vida, así como en bosques primarios de la zona.

Es recomendable hacer estos mismos análisis pero sólo para especies comerciales.

Se recomienda hacer estos mismos estudios, relacionándolos con en el manejo forestal, esto con el fin de que ayude a decir cual es mejor tratamiento que se le puede dar a un bosque según sus características.

Se recomienda seguir haciendo otros tipos de análisis en estos bosques como por ejemplo a nivel de banco de semillas, análisis del suelo, etc., con el fin de poder establecer alguna relación entre éstos y las características del bosque.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, L. 1998. Análisis de la composición florística y estructura para dos tipos de bosque según gradiente altitudinal en la Zona Protectora La Cangreja, Puriscal. Proyecto de Investigación. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 85 p.
- AGÜERO, E. 1995. Evaluación de crecimiento, en tres parcelas permanentes de muestreo, en bosques secundarios de diferentes edades en la finca La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí, Heredia. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 68 p.
- ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicciones del rendimiento con referencia especial a los trópicos. FAO, Montes 22/2. Roma, Italia. 80 p.
- APPANAH, S.; MOHD. RASOL. Abd. MANAF. 1990. Smaller trees can fruit in caged dipterocarp forest. *Journal of Tropical Forest Science (Malasia)* 3(2): 80-87.
- BERTI, G. 2000. Estado actual de los bosques secundarios en Costa Rica: perspectivas para su manejo productivo. Seminario de avances en el manejo del bosque secundario en Costa Rica. Cartago, Costa Rica. Taller de publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica. p. 72-84.
- BOUGERON, P. 1983. Spatial aspects of vegetation structure. In: Golley (editor) *Tropical Rain Forest Ecosystems. Structure and function*. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, EEUU. p. 29-48.
- BUDOWSKI, S. 1963. Forest succession in tropical lowlands. *En: Revista Turrialba* 13 (1): Enero - Marzo. 42 – 44 p.
- BULLOCK, H.; SOLIS – MAGALLANES, J. 1990. Phenology of canopy trees of a Tropical Deciduous Forest in Mexico. *In: Biotropica* 22(1): 22 – 35 p.
- CABRELLI, D. 1992. Efecto de la radiación solar bajo dosel sobre el crecimiento de la regeneración de especies heliófitas durables en el bosque húmedo tropical y su respuesta a la intervención silvicultural. Tesis M.sc. Turrialba, Costa Rica. 132 p.
- CARVAJAL, L. 2000. Estudio de la regeneración de ocho especies del bosque secundario en cuatro bosques de diferente edad de la Región Huetar Norte, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 112 p.

- CATIE. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Serie Técnica. Manual Técnico N°46. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 265 p.
- CLARK, D. A.; CLARK, D. B. 1990. Distribution and effects on tree growth of lianas and woody hemiepiphytes in a costarican tropical wet forest. *In: Journal of Tropical Ecology* 6: 321 – 331 p.
- \_\_\_\_\_. 2001. Getting to the canopy: tree height growth in a neotropical rain forest. *In: Ecology* 82(5): 1460 – 1472 p.
- CONDIT, R.; HUBBELL, S.; FOSTER, R. 1992. Short – term dynamic of a neotropical forest. Change within limits. *In: Bioscience* 42(11): December. 822 – 828 p.
- COSEFORMA, 1998. Bosque secundario, una reforestación natural. Ciudad Quesada, Costa Rica. GTZ/MINAE/ITCR/CCF. 7 p.
- DANIEL, T.; HELMS, J.; BACKER, F. sin año. Principios de silvicultura. Trad. por Ramón Elizondo Mata. México D. F. Editorial Mc Graw Hill. 492 p.
- DAWKINS, H. 1963. The productivity of tropical high – forest tress and their reaction to controllable enviroment. University of Oxford. (Unpublished D. Phil. Thesis).
- ECO. 1997. La relevancia del manejo de bosques secundarios para la política de desarrollo. Sociedad para el asesoramiento de programas ecológicos y sociales. *En: Taller Internacional sobre el estado Actual y Potencial de Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina.* (I. 1997. Pucallpa, Perú). p. 170 – 206.
- EWEL, J. 1980. Tropical sucesion: manifold routes to maturity. *Tropical Sucesion* 12, June, 1980. Publication of the Association for Tropical Biology, Inc. 2 – 7 p.
- FAO. 1996. Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes. FAO, Forestry Paper 130. Rome, Italy.
- FLEDMEIER, C. 1996. Desarrollo de bosques secundarios en zonas de pastoreo abandonadas en la Zona Norte de Costa Rica. Tesis Doctoral trad. Por Olman Murillo Gamboa. Göttingen, República Federal de Alemania. Universidad Georg-August. Editorial Erich Goltze & Co. KG. 177 p.
- FINEGAN, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Serie Técnica N° 188. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. 28 p.

- \_\_\_\_\_. 1993. Notas de clase. Aspectos de la ecología del crecimiento y rendimiento de los árboles. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 30 p.
- \_\_\_\_\_. 1997. Bases ecológicas para el manejo de bosques secundarios de las zonas húmedas del trópico americano, recuperación de la biodiversidad y producción sostenible de madera. *En: Memorias del Taller Internacional sobre el estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina.* 1997. Pucallpa, Perú. p. 106-119.
- \_\_\_\_\_ ; GULLEN, L. 1992. Crecimiento y rendimiento de bosques húmedos secundarios en Sarapiquí, Costa Rica y los factores que lo determinan. *En: Congreso Forestal Nacional.* (II. 1997. San José, Costa Rica). 142 – 144 p.
- \_\_\_\_\_ ; SABOGAL, C. 1988. Introducción al potencial económico, ecológico y silvicultural de los bosques húmedos secundarios del trópico americano. *En: Chasqui.* Turrialba, Costa Rica. CATIE/COSUDE/ODA. 20 p.
- \_\_\_\_\_ ; HUTCHINSON, I.; REICHE, C.; SABOGAL, C. 1993. El manejo sostenible de los bosques húmedos tropicales: el marco técnico y resultados de su aplicación en Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. 35 p.
- FOURNIER, L. 1969. Estudio preliminar sobre la floración en el roble de sabana, *Tabebuia pentaphylla* (L.). Helms. *Revista de Biología Tropical* 15 (2): 259-267 p.
- \_\_\_\_\_. 1976a. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. *En Turrialba* 26: (1). Ene-Mar. 96-97 p.
- \_\_\_\_\_. 1976b. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de Premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *En Turrialba* 26 (1): Ene-Mar. 54-59 p.
- \_\_\_\_\_ ; SALAS, S. 1966. Algunas observaciones sobre la dinámica de la floración en el bosque tropical húmedo de Villa Colón. *Revista de Biología Tropical* 14 (1): 75-85 p.
- FRANKIE, G.; BAKER, H.; OPLER, P. 1974. Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology. In Lieth, H. ed. *Phenology and seasonality modeling.* Berlin, Springer Verlag, 287-296 p.
- FREITAS, L. 1986. Influencia del aprovechamiento maderero sobre la estructura y composición florística de un bosque ribereño alto en Jenaro Herrera – Perú.

Tesis (Ing. Forestal). Iquitos, Perú. Universidad de la Amazonía Peruana. 172 p.

GOMEZ – POMPA, A. 1976. Investigaciones sobre la regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México. Compañía Editorial Continental S. A. 676 p.

GUARIGUATA, M. 1998. Consideraciones ecológicas sobre la regeneración natural aplicada al manejo forestal. Serie Técnica N° 304. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. 27 p.

\_\_\_\_\_; CHAZDON, R.; DENSLOW, J.; DUPUY, J.; ANDERSON, L. 1997. Structure and floristic of secondary and old – growth forest stands in lowland Costa Rica. *Plant Ecology*. 0: 1 – 14 p.

GUILLEN, A. 1993. Inventario comercial y análisis silvicultural de bosques húmedos secundarios en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Tesis de Licenciatura Forestal. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 74 p.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. 1995. Field guide to the palms of the Americas. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. USA. 352 p.

HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en las zonas de vida. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 216 p.

HUTCHINSON, I. 1993. Silvicultura y manejo en un bosque secundario tropical. *En: Revista Forestal Centroamericana*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 2(1): 13 – 18 p.

JIMENEZ, Q.; ESTRADA, A.; RODRIGUEZ, A.; ARROYO, P. 1996. Manual dendrológico de Costa Rica. Proyecto REFORMA/CIIBI. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 165 p.

LA GACETA N° 147. 1999. Principios, criterios e indicadores para el manejo sostenible de bosques secundarios y la certificación en Costa Rica.

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. por Antonio Carrillo. Alemania, GTZ. 335 p.

LEIBUNDGUT, H. 1958. Empfehlungen für die Baumklassenbildung und Methodik bei Versuchen über die Wirkung von Waldpflegemaßnahmen. Proceeding of the 12<sup>th</sup> Congress IUFRO, Oxford.

LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D. 1994. Patterns of density and dispersion of forest tree. *In: La Selva: Ecology and natural history of a Neotropical Rain Forest*. Chicago, USA. The University of Chicago Press. 106 – 119 p.



- MANTA, M. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedos de bajura en la Vertiente Atlántica de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 150 p.
- MEJIA, M. 1990. Fenología: fundamentos y métodos. *In*: Triviño, T. II Semirario Taller en Semillas Forestales Tropicales. Bogotá, Colombia. Octubre. 65 – 79 p.
- MORALES, M. 1998. Lineamientos para el manejo de un bosque secundario a partir de una evaluación silvicultural, Florencia, San Carlos, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 136 p.
- NEWSTROM, L.; FRANKIE, G.; BAKER, H.; COLWELL, R. 1994. Diversity of long – term flowering patterns. *In*: La Selva: Ecology and natural history of a Neotropical Rain Forest. Chicago, USA. The University of Chicago Press. 142 – 160 p.
- OET. Proyecto Bosques. Estación Biológica La Selva. 2001. <<http://www.ots.ac.cr/en/laselva/projects/>> (1 Noviembre, 2001).
- ORTIZ, E. 1989. Planificación y ejecución de raleos en plantaciones forestales. Serie de apoyo académico N° 10. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 33 p.
- ORTIZ, R; FOURNIER, L. 1983. Comportamiento fenológico de un bosque pluvial Premontano en Cataratitas de San Ramón, Costa Rica. En Revista de Biología Tropical 31 (1): 69-74 p.
- PARKER, G. 1994. Soil Fertility, Nutrient Acquisition and Nutrient Cycling. In La Selva: Ecology and natural history of a Neotropical Rain Forest. Chicago, USA. The University of Chicago Press. 54-63 p.
- PICADO, W. 1991. Investigación aplicada en manejo de bosque natural secundario, estudio de caso en el sur de Costa Rica. Tesis de Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 101 p.
- QUIROS, D. 1997. Manual de procedimientos para mediciones forestales en bosque natural. CATIE. Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales. CATIE/PROSIBONA. Turrialba, Costa Rica. Sp.
- QUIROS, S. 1999. Determinación y aplicación de tratamientos silviculturales en un bosque secundario, Pénjamo, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

Informe de Práctica de Especialidad. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 91 p.

REDONDO, A. 1998. Estudio del potencial de uso del recurso forestal maderable del Bosque Secundario Tropical en la Región Huetar Norte, Sarapiquí, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 117 p.

REDONDO, A.; VÍLCHEZ, B.; CHAZDON, R. 2001. Estudio de la dinámica y composición de cuatro bosques secundarios en la Región Huetar Norte, Sarapiquí – Costa Rica. Proyecto Bosques. (en prensa).

SÁNCHEZ, Y. 1990. Análisis del potencial de los bosques secundarios como alternativa para la recuperación de los suelos en la zona de Puriscal. Informe de Práctica de Especialidad. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 139 p.

SANFORD, R; PAABY, P; LUVALL, J; PHILLIPS, E. 1994. Climate, geomorphology and aquatic systems. *In* La Selva: Ecology and natural history of a Neotropical Rain Forest. Chicago, USA. The University of Chicago Press. 19-33 p.

SIPS, P.; VAN DER LINDER, B.; VAN DIJK, K. 1996. The potential of tropical secondary rainforest management in Latin America. *In*: IUFRO – World Bank Symposium on Accelerating native Forest regeneration on Degraded Tropical Lands. Washington D. C. USA (In press).

SITOE, A. 1992. Crecimiento diamétrico de especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo diferentes intensidades de intervención. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. 199 p.

SOLIS, C. 2000. Análisis de crecimiento en tres bosques secundarios de diferentes edades en la zona de Boca Tapada, San Carlos, Costa Rica durante el período 1995-1998. Programa de Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Estatal a Distancia. s. p.

SOLLINS, P; SANCHO, F; MATA, R; SANFORD, R. 1994. Soils and soil processes research. *In* La Selva: Ecology and natural history of a Neotropical Rain Forest. Chicago, USA. The University of Chicago Press. 34-53 p.

SPITTLER, P. 1996. Inventario rápido en bosques secundarios de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad de Göttingen. Alemania. 78 p.

- SYNNOTT, T. 1979. Manual de procedimientos de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical. Unidad de Silvicultura Tropical, Instituto Tecnológico de la Mancomunidad Británica. Universidad de Oxford. Trad. Valerio, J. Serie de apoyo académico N° 12. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 103 p.
- TORTOS, L. 1996. Estudio de poblaciones de semillas y sotobosque en tres bosques húmedos en la tercera fase de la sucesión secundaria, y su contribución a la biodiversidad y a la regeneración del bosque. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. 108 p.
- TOSI, J. 1969. Mapa ecológico. República de Costa Rica: según la clasificación de zonas de vida del mundo de L. R. Holdridge. San José, Costa Rica. Centro Científico Tropical.
- VALERIO, J.; SALAS, C. 1997. Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. Manual Técnico. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS). Ministerio de Desarrollo Sostenible y Ambiente (MDSMA). Santa Cruz, Bolivia. Editorial El País. 85 p.
- VALVERDE, O. 1997. Análisis de composición y estructura arbórea de dos bosques aledaños a la comunidad de Bribri, Talamanca. Informe de Práctica de Especialidad. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 58 p.
- VILCHEZ, B.; CHAZDON, R. ; REDONDO, A. 2000. Fenología reproductiva de especies forestales del bosque secundario tropical. *En: Congreso Forestal Centroamericano. Nicaragua. (en prensa).*
- \_\_\_\_\_ ; MURILLO, O. 1995. Análisis fenológico y de la biología reproductiva del jaúl (*Alnus acuminata*) en Costa Rica. *En: Tecnología en Marcha. 12(3): 65 – 73 p.*
- VIQUEZ, M. 1995. Criterios para la toma de decisiones para manejar un bosque seco secundario en Vergel de Cañas, Guanacaste. Tesis Lic. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 130 p.
- WEAVER, P. 1995. Secondary forest management. (Position paper). *En: Parrota, J.; Kanashiro, M. Management and rehabilitation of degraded lands and secondary forest in Amazonia. pp. 117 – 128.*

## ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies encontradas en ambos sitios con su respectivo código, Sarapiquí, 2001.

Código	Género	Especie	Familia
Alcflo	<i>Alchorneopsis</i>	<i>floribunda</i>	EUPHORBIACEAE
Annama	<i>Annona</i>	<i>amazonica</i>	ANNONACEAE
Annmon	<i>Annona</i>	<i>montana</i>	ANNONACEAE
Apemem	<i>Apeiba</i>	<i>membranacea</i>	TILIACEAE
Astcon	<i>Astrocaryum</i>	<i>confertum</i>	ARECACEAE
Brolac	<i>Brosimum</i>	<i>lactescens</i>	MORACEAE
Bunmac	<i>Bunchosia</i>	<i>macrophylla</i>	MALPIGHIACEAE
Byrcri	<i>Byrsonima</i>	<i>crispa</i>	MAIPIGHIACEAE
Casarb	<i>Casearia</i>	<i>arborea</i>	FLACOURTIACEAE
Cascom	<i>Casearia</i>	<i>commersoniana</i>	FLACOURTIACEAE
Cascor	<i>Casearia</i>	<i>coronata</i>	FLACOURTIACEAE
Cecins	<i>Cecropia</i>	<i>insignis</i>	CECROPIACEAE
Cedodo	<i>Cedrela</i>	<i>odorata</i>	MELIACEAE
Cesspa	<i>Cespedesia</i>	<i>spathulata</i>	OCHNACEAE
Clelan	<i>Clethra</i>	<i>lanata</i>	CLETHRACEAE
Colspi	<i>Colubrina</i>	<i>spinosa</i>	RHAMNACEAE
Conple	<i>Conceveiba</i>	<i>pleiostemona</i>	EUPHORBIACEAE
Corbic	<i>Cordia</i>	<i>bicolor</i>	BORAGINACEAE
Cordwy	<i>Cordia</i>	<i>dwyeri</i>	BORAGINACEAE
Cuppse	<i>Cupania</i>	<i>pseudostipularis</i>	SAPINDACEAE
Denarb	<i>Dendropanax</i>	<i>arboreus</i>	ARALIACEAE
Dusmac	<i>Dussia</i>	<i>macroprophyllata</i>	PAPILONACEAE
Eutpre	<i>Euterpe</i>	<i>precatória var. longevaginata</i>	ARECACEAE
Ficdug	<i>Ficus</i>	<i>dugandii</i>	MORACEAE
Goemei	<i>Goethalsia</i>	<i>meiantha</i>	TILIACEAE
Guaaer	<i>Guatteria</i>	<i>aeruginosa</i>	ANNONACEAE
Guadio	<i>Guatteria</i>	<i>diospyriodes</i>	ANNONACEAE
Guagui	<i>Guarea</i>	<i>guidonia</i>	MELIACEAE
Hamapp	<i>Hampea</i>	<i>appendiculata</i>	MALVACEAE
Herdid	<i>Hernandia</i>	<i>didymantha</i>	HERNANDIACEAE
Hyealc	<i>Hyeronima</i>	<i>alchorneoides</i>	EUPHORBIACEAE
Hyeobl	<i>Hyeronima</i>	<i>oblonga</i>	EUPHORBIACEAE
Ingalb	<i>Inga</i>	<i>alba</i>	MIMOSACEAE
Ingcoc	<i>Inga</i>	<i>cocleensis</i>	MIMOSACEAE
Ingden	<i>Inga</i>	<i>densiflora</i>	MIMOSACEAE
Ingmor	<i>Inga</i>	<i>mortoniana</i>	MIMOSACEAE
Ingoer	<i>Inga</i>	<i>oerstediana</i>	MIMOSACEAE
Ingpav	<i>Inga</i>	<i>pavoniana</i>	MIMOSACEAE
Ingpez	<i>Inga</i>	<i>pezizifera</i>	MIMOSACEAE
Inglei	<i>Inga</i>	<i>leiocalycina</i>	MIMOSACEAE
Ingrui	<i>Inga</i>	<i>ruiziana</i>	MIMOSACEAE
Ingsem	<i>Inga</i>	<i>semialata</i>	MIMOSACEAE
Ingser	<i>Inga</i>	<i>sertulifera</i>	MIMOSACEAE
Ingthi	<i>Inga</i>	<i>thiboudiana</i>	MIMOSACEAE
Ingumb	<i>Inga</i>	<i>umbellifera</i>	MIMOSACEAE

Continuación anexo 1.

Codigo	Genero	Especie	Familia
Iridel	<i>Iriartea</i>	<i>deltoidea</i>	ARECACEAE
Jaccop	<i>Jacaranda</i>	<i>copaia</i>	BIGNONIACEAE
Laepro	<i>Laetia</i>	<i>procera</i>	FLACOURTIACEAE
Lecamp	<i>Lecythis</i>	<i>ampla</i>	LECYTHIDACEAE
Maccos	<i>Macrobium</i>	<i>costaricense</i>	MIMOSACEAE
Micaff	<i>Miconia</i>	<i>affinis</i>	MELASTOMATAACEAE
Micela	<i>Miconia</i>	<i>elata</i>	MELASTOMATAACEAE
Micmul	<i>Miconia</i>	<i>multispicata</i>	MELASTOMATAACEAE
Nechyp	<i>Nectandra</i>	<i>hypoleuca</i>	LAURACEAE
Ococer	<i>Ocotea</i>	<i>cernua</i>	LAURACEAE
Ocoira	<i>Ocotea</i>	<i>ira</i>	LAURACEAE
Ocomez	<i>Ocotea</i>	<i>meziana</i>	LAURACEAE
Ocomol	<i>Ocotea</i>	<i>mollifolia</i>	LAURACEAE
Pacaqu	<i>Pachira</i>	<i>aquatica</i>	BOMBACACEAE
Penmac	<i>Pentaclethra</i>	<i>macroloba</i>	MIMOSACEAE
Cincha	<i>Cinnamomum</i>	<i>chavarriana</i>	LAURACEAE
Balele	<i>Balizia</i>	<i>elegans</i>	MIMOSACEAE
Plelin	<i>Pleuranthodendron</i>	<i>lindenii</i>	FLACOURTIACEAE
Poubic	<i>Pourouma</i>	<i>bicolor</i>	CECROPIACEAE
Progla	<i>Protium</i>	<i>glabrum</i>	BURSERACEAE
Propit	<i>Protium</i>	<i>pittieri</i>	BURSERACEAE
Ptehay	<i>Pterocarpus</i>	<i>hayesii</i>	PAPILONACEAE
Quabra	<i>Quararibea</i>	<i>bracteolosa</i>	BOMBACACEAE
Raupur	<i>Rauvolfia</i>	<i>purpurascens</i>	APOCYNACEAE
Rhokun	<i>Rhodostemonodaphne</i>	<i>kunthiana</i>	LAURACEAE
Rolpit	<i>Rollinia</i>	<i>pittieri</i>	ANNONACEAE
Simama	<i>Simarouba</i>	<i>amara</i>	SIMAROUBACEAE
Socexo	<i>Socratea</i>	<i>exorrhiza</i>	ARECACEAE
Strmic	<i>Stryphnodendron</i>	<i>microstachyum</i>	MIMOSACEAE
Swacub	<i>Swartzia</i>	<i>cubensis</i>	PAPILIONACEAE
Talner	<i>Talisia</i>	<i>nervosa</i>	SAPINDACEAE
Tapgui	<i>Tapirira</i>	<i>guianensis</i>	ANACARDIACEAE
Virkos	<i>Virola</i>	<i>koschnyi</i>	MYRISTICACEAE
Virseb	<i>Virola</i>	<i>sebifera</i>	MYRISTICACEAE
Visbac	<i>Vismia</i>	<i>baccifera</i>	CLUSIACEAE
Vocfer	<i>Vochysia</i>	<i>ferruginea</i>	VOCHYSIACEAE
Vougui	<i>Vouarana</i>	<i>guianensis</i>	SAPINDACEAE
Warcoc	<i>Warszewiczia</i>	<i>coccinea</i>	RUBIACEAE
Xylser	<i>Xylopia</i>	<i>sericophilla</i>	ANNONACEAE
Zanpan	<i>Zanthoxylum</i>	<i>panamense</i>	RUTACEAE

Anexo 2. Ingresos y egresos según el área basal para Lindero El Peje en el periodo 2000-2001, Sarapiquí.

Especie	Egresos (m <sup>2</sup> /ha)	Ingresos (m <sup>2</sup> /ha)	Total (m <sup>2</sup> /ha)
<i>Casearia arborea</i>	0.033	0.008	0.041
<i>Cecropia insignis</i>	0.151		0.151
<i>Cordia bicolor</i>	0.008		0.008
<i>Goethalsia meiantha</i>	0.191		0.191
<i>Guatteria diospyroides</i>		0.008	0.008
<i>Inga densifolia</i>	0.017		0.017
<i>Inga thiboudiana</i>	0.022	0.008	0.031
<i>Iriartea deltoidea</i>	0.056	0.026	0.082
<i>Laetia procera</i>	0.077		0.077
<i>Miconia affinis</i>	0.008		0.008
<i>Ocotea mollifolia</i>		0.008	0.008
<i>Pentaclethra macroloba</i>	0.017	0.008	0.025
<i>Simarouba amara</i>	0.068		0.068
<i>Socratea exorrhiza</i>		0.025	0.025
<i>Stryphnodendron microstachium</i>	0.032		0.032
Total (m <sup>2</sup> /ha)	0.680	0.091	0.772

Anexo 3. Ingresos y egresos según el número de individuos por especie para Lindero El Peje en el periodo 2000-2001, Sarapiquí.

Especie	Egresos (N/ha)	Ingresos (N/ha)	Total (N/ha)
<i>Casearia arborea</i>	3	1	4
<i>Cecropia insignis</i>	4		4
<i>Cordia bicolor</i>	1		1
<i>Goethalsia meiantha</i>	4		4
<i>Guatteria diospyroides</i>		1	1
<i>Inga densiflora</i>	1		1
<i>Inga thiboudiana</i>	1	1	2
<i>Iriartea deltoidea</i>	2	3	5
<i>Laetia procera</i>	6		6
<i>Miconia affinis</i>	1		1
<i>Ocotea mollifolia</i>		1	1
<i>Pentaclethra macroloba</i>	1	1	2
<i>Simarouba amara</i>	1		1
<i>Socratea exorrhiza</i>		3	3
<i>Stryphnodendron microstachium</i>	2		2
Total (N/ha)	27	11	38

Anexo 4. Ingresos y egresos según el área basal para Lindero Sur en el periodo 2000-2001, Sarapiquí.

Espece	Egresos (m <sup>2</sup> /ha)	ingresos (m <sup>2</sup> /ha)	Total (m <sup>2</sup> /ha)
<i>Alchorneopsis floribunda</i>	0.0317		0.0317
<i>Byrsonima crisper</i>	0.0184		0.0184
<i>Casearia arbórea</i>		0.0255	0.0255
<i>Cecropia insignis</i>	0.0554		0.0554
<i>Euterpe precatoria</i>		0.0163	0.0163
<i>Goethalsia meiantha</i>		0.0079	0.0079
<i>Guatteria aeruginosa</i>	0.0111		0.0111
<i>Hampea appendiculata</i>	0.0125		0.0125
<i>Inga thiboudiana</i>		0.0085	0.0085
<i>Jacaranda copaia</i>	0.0139		0.0139
<i>Laetia procera</i>		0.0079	0.0079
<i>Miconia affinis</i>	0.0504	0.0330	0.0834
<i>Miconia sericophylla</i>		0.0079	0.0079
<i>Pentaclethra macroloba</i>	0.3526	0.0265	0.3791
<i>Rollinia pittieri</i>		0.0088	0.0088
<i>Simarouba amara</i>		0.0095	0.0095
<i>Virola sebifera</i>		0.0167	0.0167
<i>Vismia baccifera</i>	0.0317		0.0317
<i>Vochysia ferruginea</i>		0.0210	0.0210
<i>Xylopia sericophylla</i>		0.0079	0.0079
Total (m <sup>2</sup> /ha)	0.5777	0.1973	0.7750

Anexo 5. Ingresos y egresos según el número de individuos por especie para Lindero Sur en el periodo 2000-2001, Sarapiquí.

Especie	Egresos (N/ha)	Ingresos (N/ha)	Total (N/ha)
<i>Alchorneopsis floribunda</i>	1		1
<i>Byrsonima cryspa</i>	1		1
<i>Casearia arborea</i>		3	3
<i>Cecropia insignis</i>	2		2
<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>longevaginata</i>		2	2
<i>Goethalsia meiantha</i>		1	1
<i>Guatteria aeruginosa</i>	1		1
<i>Hampea appendiculata</i>	1		1
<i>Inga thiboudiana</i>		1	1
<i>Jacaranda copaia</i>	1		1
<i>Laetia procera</i>		1	1
<i>Miconia affinis</i>	4	4	8
<i>Miconia sericophylla</i>		1	1
<i>Pentaclethra macroloba</i>	1	3	4
<i>Rollinia pittieri</i>		1	1
<i>Simarouba amara</i>		1	1
<i>Virola sebifera</i>		2	2
<i>Vismia baccifera</i>	1		1
<i>Vochysia ferruginea</i>		2	2
<i>Xylopia sericophylla</i>		1	1
<b>Total (N/ha)</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>36</b>



