

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
**SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**

**ANALISIS SILVICULTURAL**  
**DE DOS TIPOS DE BOSQUE HUMEDO**  
**DE BAJURA EN LA VERTIENTE ATLANTICA**  
**DE COSTA RICA**

Por

**MARIA ISABEL MANTA NOLASCO**



Turrialba, Costa Rica 1988

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**  
**SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE POSGRADO**

**ANÁLISIS SILVICULTURAL**  
**DE DOS TIPOS DE BOSQUE HUMEDO**  
**DE BAJURA EN LA VERTIENTE ATLÁNTICA**  
**DE COSTA RICA**

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

**Magister Scientae**

Por

**MARIA ISABEL MANTA NOLASCO**

CATIE  
Turrialba, Costa Rica  
1988

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

## **MAGISTER SCIENTIAE**

### COMITE ASESOR:

Bryan Finnegan B. Sc. , Ph.D.  
Profesor consejero

Ian Hutchinson, B.Sc. For., Dip. For.  
Miembro del Comité

Héctor Martínez M. Sc.  
Miembro del comité

Miguel Musalem, Ph.D.  
Miembro del comité

Ramón Rodríguez Lastra, Ph. D.  
Coordinador, Programa de estudios de Posgrado

Dr. José Luis Parisí  
Subdirector General Adjunto de Enseñanza

María Isabel Manta Nolasco

## **DEDICATORIA**

A Enrique y Eulalia,  
mis padres, apoyo leal  
y sincero en todas las  
etapas de mi formación profesional.

A Rosario, Carlos,  
José y Julián,  
mis hermanos;  
por el estímulo en la realización  
de este trabajo.

A los estudiantes del presente y del  
futuro.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación fue dirigido por Bryan Finegan, B.Sc., Ph.D., a quien agradezco sinceramente por su orientación académica, asistencia y comprensión en calidad de profesor consejero. De igual manera a Ian Hutchinson B.Sc.For., Dip.For., por su amistad, enseñanza y acertada co-dirección en la realización del presente estudio.

Agradezco a los miembros de Comité Asesor: Héctor Martínez, M.Sc. y Miguel Musalem, Ph.D. por las contribuciones al revisar y sugerir modificaciones a este documento.

Andrés Shwyzer cuyos comentarios y trabajos en los bosques de la Amazonia peruana despertaron el interés en estudiar los bosques naturales.

Todo mi agradecimiento a la Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung (DSE) de la República Federal Alemana, por haber financiado mis estudios.

A Lucrecia Guillén, Martín Artavia, y Lorena Orozco quienes además de su apoyo técnico en el trabajo de campo me brindaron su amistad y fraternidad en momentos difíciles. Así mismo a Ronald Esquivel y Marvin Rojas trabajadores, por la amplia colaboración durante la fase de campo.

Estoy muy agradecida a David Hughell, integrante del proyecto Madeleña, quien me dio indispensable ayuda en el aspecto de computación.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton, en especial a Liseth Brenes y Rigoberto Aguilar.

Finalmente mi especial agradecimiento a Rocío Jiménez, por el trabajo gráfico realizado. Así mismo Marcia de Abarca, Ligia Pérez, Luisa García y demás colaboradores quienes de una u otra forma contribuyeron en la realización de este trabajo.

## **BIOGRAFIA**

La autora nació en Lima, Perú. Hija de Enrique Manta Saavedra y Eulalia Nolasco Villa. Realizó estudios primarios y secundarios en la Gran Unidad Escolar Rosa de Santa María, en la misma Ciudad.

Cursó sus estudios universitarios en la Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú, donde se graduó como Bachiller en Ciencias Forestales en el año 1983.

Desde octubre de 1983 trabajó como especialista técnico en Manejo Forestal en la Dirección General Forestal y de Fauna del Ministerio de Agricultura.

En setiembre de 1986 ingresó al Programa de Posgrado en el Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), al departamento de Recursos Naturales Renovables (ahora Área de Producción Forestal y Agroforestal), obteniendo el grado **Magister Scientiae** con énfasis en Silvicultura, en noviembre de 1988.



## CONTENIDO

### Página

RESUMEN	5
SUMARY	7
LISTA DE CUADROS	9
LISTA DE FIGURAS	13
1. INTRODUCCION	15
2. REVISION DE LITERATURA	16
2.1. Bases ecológicas de la silvicultura de los bosques húmedos tropicales	16
2.1.1. Generalidades	16
2.1.2. Clasificación de tipos de bosque	17
2.1.3. Organización de los bosques húmedos tropicales	18
2.1.3.1 Distribuciones diamétricas	18
2.1.3.2 Área basal	19
2.1.3.3 Organización vertical	19
2.1.4. La dinámica del bosque	20
2.1.5. El microclima del bosque	23
2.1.6. Interpretación de la dinámica de bosques primarios y secundarios	24
2.2. La silvicultura de los bosques húmedos tropicales	24
2.2.1. Tratamientos silviculturales.....	25
2.2.2. Sistemas silviculturales.....	27
2.2.3. Principios generales de la silvicultura	28
3. MATERIALES Y METODOS	30

	<b>Página</b>
3.1. Descripción de la zona de estudio	30
3.1.1. Localización geográfica	30
3.1.2. Clima y vegetación	31
3.1.3. Descripción general de suelos	31
3.2. Metodología del levantamiento	32
3.2.1. Elección del área de estudio	32
3.2.2. Establecimiento de las parcelas de estudio	32
3.2.3. Levantamiento topográfico	34
3.2.4. Reconocimiento de suelos	34
3.2.5. Muestreo de la vegetación arbórea	34
3.2.6. Clasificación de especies en grupos ecológicos y comerciales	34
3.2.7. Inventario de la vegetación	35
3.2.8. El muestreo diagnóstico	37
3.3. Análisis de la información	38
3.3.1. Representatividad de los resultados	38
3.3.2. Caracterización ecológica	38
3.3.3. Caracterización estructural	39
3.3.3.1. Organización horizontal	39
3.3.3.2. Organización vertical	40
3.3.4. Condición silvicultural	41
3.3.5. Análisis del muestreo diagnóstico	41
4. RESULTADOS	42
4.1. Descripción de los tipos de bosque	42
4.1.1. Topografía	42

<b>Página</b>	
4.1.2. Suelos	42
4.2. Bosque secundario	42
4.2.1. Caracterización ecológica	42
4.2.2. Caracterización estructural	45
4.2.2.1. Organización horizontal	45
4.2.2.2. Organización vertical	52
4.2.3. Condición silvicultural de los grupos comerciales	52
4.3. Bosque aprovechado	64
4.3.1. Caracterización ecológica	64
4.3.2. Caracterización estructural	67
4.3.2.1. Organización horizontal	67
4.3.2.2. Organización vertical	74
4.3.3. Condición silvicultural de los grupos comerciales	75
5. DISCUSION	87
5.1. Bases de la silvicultura	87
5.1.1. Existencia de especies comerciales y Potencial para el manejo	87
5.1.2. Estructura y composición florística	88
5.1.3. Interpretación dinámica de los resultados, con énfasis en la regeneración valiosa	89
5.2. Silvicultura	91
5.2.1. Marco general	91
5.2.2. Propuesta de tratamiento silvicultural en el bosque secundario	92
5.2.3. Propuesta de tratamiento silvicultural en el bosque aprovechado	93

**Página**

6. CONCLUSIONES	95
7. RECOMENDACIONES	97
8. BIBLIOGRAFIA	99
9. ANEXOS	104

**MANTA, M. I. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en La vertiente atlántica de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 150 p.**

Palabras claves: Regeneración natural, organización, composición, bosques intervenidos, bosques secundarios, bosques aprovechados, muestreo diagnóstico, tratamiento silvicultural.

## **RESUMEN**

El análisis silvicultural de especies valiosas fue realizado en una superficie de 26,6 ha, donde se desarrollan bosques secundarios (1,6 ha) y bosques aprovechados (25 ha) de bajura, en la Virgen de Sarapiquí, Costa Rica. El bosque clasificado como primario finalmente no fue encontrado.

El objetivo del estudio fue desarrollar lineamientos generales de tratamientos silviculturales, que mejoren los bosques secundarios y aprovechados estudiados desde el punto de vista productivo. Dichos lineamientos se elaboraron en base a las características ecológicas, estructurales y silviculturales, de cada tipo de bosque. Este trabajo constituye un primer paso hacia el manejo forestal rentable y sostenible de estos bosques.

Un inventario de la vegetación, se llevó a cabo en parcelas de 20x20 m, donde cada parcela se subdividió en parcelas de tamaño variable, dependiendo de la categoría de regeneración a evaluar. Se recopiló información, a partir de 0,3 m de altura hasta 39,9 cm de DAP, para la regeneración natural e información para el conjunto de individuos  $\geq$  a 40 cm de DAP (árboles maduros).

Un análisis topográfico y de reconocimiento de suelos permitió determinar que, los suelos son predominantemente iguales presentándose ligeras diferencias en cuanto a materia orgánica y pH. Por lo tanto, las diferencias ecológicas, estructurales y silviculturales entre los dos tipos de bosque, se pueden atribuir al grado de intervención humana principalmente.

La caracterización de cada tipo de bosque, se realizó tomando en base los siguientes aspectos: 1) cuadro de la vegetación por especies y por grupos comerciales 2) organización horizontal: para todos los individuos de cada tipo de bosque y para los grupos comerciales (Ocupación del sitio); y organización vertical 3) distribuciones diamétricas del número de árboles, según grupos comerciales y, por clases diamétricas de grupos ecológicos, iluminación de copa, forma de copa y calidad de fuste, y 4) muestreo diagnóstico.

El bosque secundario presenta 452,5 árboles valiosos/ha y 17,29 m<sup>2</sup>/ha de área basal valiosa, a partir de 5 cm de DAP. El bosque aprovechado presenta 261,0 árboles valiosos/ha y 16,13 m<sup>2</sup>/ha de área basal valiosa, a partir de 5 cm de DAP. Las áreas basales totales deficientes de estos bosques, comparados con el área basal (29,08 m<sup>2</sup>/ha) de los bosques húmedos primarios, cercanos a la zona de estudio, muestran que están en proceso de recuperación después de perturbaciones.

La existencia de regeneración valiosa a nivel de fustales, es adecuada, para ambos tipos de bosque según lineamientos existentes, calificándose como espectacular en el bosque secundario. En cambio la regeneración valiosa a nivel de latizales es insuficiente y variable, lo que induce a pensar que hay un "cuello de botella" en el proceso de regeneración natural.

El bosque secundario está dominado por las esciófitas durables valiosas (representado principalmente por *Vochysia ferruginea*). Dada la actual deficiencia de latizales se supone que, en algún momento será necesario la inducción de regeneración valiosa si se quiere seguir produciendo heliófitas durables en el marco de un sistema monocíclico.

El bosque aprovechado está dominado por esciófitas, donde *Pentaclethra macroloba* es la de mayor importancia ecológica. Este resultado indica que los procesos de renovación se mantienen aún exista deficiencia de latizales, no siendo necesario tomar medidas silviculturales dirigidas hacia la inducción de regeneración valiosa.

El bosque secundario presenta mejores condiciones silviculturales en términos de iluminación de copa, forma de copa, y calidad de fuste que el bosque aprovechado, sin embargo, ambos tipos de bosque necesitan de un tratamiento de raleo de acuerdo a los resultados del muestreo diagnóstico. De acuerdo a las características ecológicas, estructurales y silviculturales para cada tipo de bosque, se concluye que el marco silvicultural apropiado para el bosque secundario es un sistema monocíclico y el sistema apropiado para el bosque aprovechado es el sistema poli cíclico. Se presentan propuestas de tratamientos silviculturales para cada tipo de bosque las que deben ser probadas en el área de estudio.

**MANTA, M. I. 1988. Silvicultural analysis of two types of lowland wet forest on the Atlantic slope of Costa Rica. Mag. Sc. Tesis, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 150 p.**

Key words: Natural regeneration, organisation, composition, exploited forest, secondary forest, diagnostic sampling, silvicultural treatment.

## **SUMMARY**

The silvicultural analysis of valuable species was carried out in 26.6 ha, including 1.6 ha of secondary forest and 25 ha of logged primary forest, in La Virgen de Sarapiquí, Costa Rica. Unlogged primary forest was not found at the study site.

The objective of the study was to develop general guidelines for silvicultural treatments for the improvement "of the forest types studied from the productive point of view. These guidelines were developed on the basis of the ecological, structural and silvicultural characteristics of each forest type. The work constitutes a first step towards profitable, sustainable, use of these forests.

The inventory of the vegetation was carried out in 20m x 20m plots, within which were located plots of varying size depending on the size-class to be sampled. All size-classes > 0.3 m height (h) were sampled. Natural regeneration was defined as trees from 0.3 m height to 39.9 cm dbh. Trees DBH  $\geq$  40 cm were defined as mature.

On the basis of a topographic analysis and reconnaissance sampling of soils it was determined that the physical environment is basically the same in the two different types of forest, only small differences in pH and soil organic matter content being detected. From these results it is concluded that the ecological, structural and silvicultural differences between the two forest types can be attributed, in the main, to the degree of human intervention.

The two forest types were characterised in the following way: 1) stand tables by species and commercial group; 2) horizontal organisation for the whole vegetation and by commercial groups (stocking), and vertical organisation; 3) distributions by diameter classes of the total number of trees, and of the number of trees by commercial and ecological groups, and by classes of crown illumination, crown form and stem form; 4) diagnostic sampling.

In the secondary forest the number of commercial trees was 452.5/ha, these summing a basal area of 17.29 m<sup>2</sup>/ha (trees DBH > 5 cm). The corresponding figures for commercial trees in the logged primary forest are 261/ha and 16.13 m<sup>2</sup>/ha, respectively. The total basal areas of both types of forest are low when compared to that of the primary forests of the study zone, indicating that both are in the process of recovery following disturbances.

The stocking of commercial trees in the pole class is adequate in both forest types, reaching spectacular levels in the secondary forest. On the other hand, stocking of samplings is insufficient and variable, leading to the conclusion that there is a "bottleneck" in the regeneration process at this level.

The secondary forest was dominated by long-lived, intolerant commercial species (mainly Vochysia ferruginea). Given the insufficiency of samplings in this forest and the intolerant nature of the dominants, it must be concluded that the induction of commercial regeneration will be necessary. at some point, assuming that the objective of management remains the same.

The logged primary forest was dominated by tolerant species, with Pentaclethra macroloba by far the most abundant of these. This result suggests that, despite the apparent deficiency of saplings, the regeneration process is continuous and induction treatments will not be necessary.

On the basis of crown. Illumination, crown form and stem quality, the silvicultural condition of the commercial trees is better in the secondary than in the logged primary forest. However, the diagnostic sampling indicated a need for thinning in both forest types. In accordance with the ecological, structural and silvicultural analyses carried out, it is concluded that the secondary forest could be adequately managed in the framework of a monocyclic silvicultural system, and the logged primary forest in that of a polycyclic system. Proposals for immediate silvicultural treatment are presented for both forest types. These should now be tested in the study areas.

## LISTA DE CUADROS.

### En el texto:

<b>Número</b>	<b>Página</b>
1. Aumento en crecimiento esperado en el bosque natural como resultado de un tratamiento silvícola	25
2. Tamaño de parcela en las que se realizó la evaluación de la regeneración natural y de árboles maduros	35
3. Intensidad de muestreo de la regeneración natural y número total de parcelas en cada tipo de bosque	36
4. Información registrada para cada individuo según categoría de regeneración natural y árboles maduros	37
5. Especies comerciales del bosque secundario (todas clases de tamaño)	43
6. Cuadro de la vegetación del bosque secundario para las especies con DAP $\geq 10$ cm	44
7. Cuadro de la vegetación por grupo comercial para las especies con DAP $\geq 10$ cm del bosque secundario	45
8. Abundancia, área basal y frecuencia promedio de la regeneración natural y árboles maduros de todas las especies del bosque secundario	47
9. Distribución de la abundancia (N) y área basal (G) por clases diamétricas de todas las especies con DAP $\geq 5$ cm del bosque secundario	47
10. Abundancia (N) de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos maderables del bosque secundario	49
11. Área basal (G) de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos comerciales de individuos con DAP $\geq 5$ cm del bosque secundario	51
12. Frecuencia de los grupos comerciales de la regeneración natural y de árboles maduros en el bosque secundario	51
13. Altura total mínima (H min), máxima (H máx.) y promedio (Hx) de la regeneración natural y de árboles maduros del bosque secundario	52
14. Distribución diamétrica del número de árboles (N) según grupos comerciales de los individuos con DAP $\geq 5$ cm del bosque secundario	53

<b>Número</b>	<b>Página</b>
15. Distribución diamétrica del área basal (G) según los grupos comerciales de individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque secundario	55
16. Grupos ecológicos según grupos comerciales para los individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque secundario	56
17. La iluminación de copa de los grupos comerciales para individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque secundario	58
18. Forma de copa de los grupos comerciales para individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque secundario	60
19. Calidades de fuste de los grupos comerciales para individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque secundario	62
20. Muestreo diagnóstico del bosque secundario de 25 años. Número de deseables sobresalientes (N) según la iluminación de copa	63
21. Número de deseables sobresalientes (N) afectados por lianas en el bosque secundario	63
22. Lista de especies comerciales encontradas en el bosque aprovechado (todas clases de tamaño)	64
23. Cuadro de la vegetación del bosque aprovechado Para las especies con DAP $\geq$ 10 cm.	66
24. Cuadro de la vegetación por grupos comerciales. Especies con DAP $\geq$ 10 cm del bosque aprovechado	67
25. Abundancia, área basal y frecuencia promedio de la regeneración natural y árboles maduros de todas las especies del bosque aprovechado	67
26. Distribución de la abundancia (N) y área basal (G) por clases diamétricas de todas las especies con DAP $\geq$ 5 cm del bosque aprovechado	69
27. Abundancia (N) de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos comerciales del bosque aprovechado	71
28. Área basal (G) de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos comerciales de individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque aprovechado	73
29. Frecuencia de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos comerciales en el bosque aprovechado	74

<b>Número</b>	<b>Página</b>
30. Altura total mínima (H min), máxima (H máx.) y promedio (Hx) de la regeneración natural y de árboles maduros del bosque aprovechado	74
31. Distribución diamétrica del número de árboles (N) según grupos comerciales de los individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque aprovechado	75
32. Distribución diamétrica del área basal (G) según grupos comerciales de los individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque aprovechado	77
33. Grupos ecológicos según grupos comerciales para los individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque aprovechado	78
34. La iluminación de copa de los grupos comerciales para individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque aprovechado	79
35. Forma de copa de los grupos comerciales para individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque aprovechado	81
36. Calidades de fuste de los grupos comerciales para individuos con DAP $\geq$ 5 cm del bosque aprovechado	83
37. Muestreo diagnóstico del bosque aprovechado de 25 años. Número de deseables sobresalientes (N) según iluminación de copa	85
38. Número de deseables sobresalientes (N) afectados por lianas en el bosque aprovechado	86
39. Número de árboles y área basal a eliminarse (N y G) según grupos comerciales y calidades de fuste del bosque secundario	94
40. Número de árboles y área basal a eliminarse (N y G) según grupos comerciales y calidades de fuste del bosque aprovechado	94
 <b>En el anexo:</b>	
1 A. Lista de especies que pertenecen al grupo comercial deseable	105
2 A. lista de especies que pertenecen al grupo comercial aceptable	106
3 A. Clasificación de la iluminación de la copa. Dawkins(1958)	107
4 A. Clasificación de la forma de la copa. Synnott (1979)	109
5 A. Clasificación de árboles según la calidad de mejor troza. Hutchinson (1987b)	111

<b>Número</b>	<b>Página</b>
6 A. Características necesarias para escoger un deseable sobresaliente. Hutchinson (1987c)	113
7 A. Análisis físico-químico de dos unidades fisiográficas de suelos del bosque secundario n = 2	116
8 A. Análisis físico-químico de tres unidades fisiográficas de suelos del bosque aprovechado. n=2	117
9 A. Medida de dispersión de la abundancia (N) de todas las especies del bosque aprovechado. n=5 ha	118
10 A. Medida de dispersión del área basal total promedio (G) del bosque aprovechado. n=5 ha.	119
11 A. Medida de dispersión del área basal (G) según grupos comerciales del bosque aprovechado. n=5 ha	119
12 A. Lista de especies que pertenecen al grupo comercial otras especies (O) Encontradas en el bosque secundario y en el bosque aprovechado	120

## LISTA DE FIGURAS

<b>En el texto</b>	<b>Página</b>
1. Ubicación de la zona de estudio, La Virgen de Sarapiquí, Costa Rica	30
2. Climatograma de la Selva: Sarapiquí, Costa Rica	31
3. Localización de las parcelas de estudio según los tipos de bosque	33
4. Estructura total y frecuencia de la regeneración natural y árboles maduros de todas las especies del bosque secundario	46
5. Distribución del número de árboles y de áreas basales por clases diamétricas para el conjunto de individuos con DAP $\geq 5$ cm del bosque secundario	48
6. Abundancia de la regeneración natural y árboles maduros según los grupos comerciales en el bosque secundario	50
7. Distribución diamétrica del número de árboles (N/ha) según grupos comerciales del bosque secundario. Individuos $\geq 5$ cm.	54
8. Distribución diamétrica del área basal según los grupos comerciales de los individuos con DAP $\geq 5$ cm del bosque secundario.	54
9. Iluminación de copa de los grupos comerciales del bosque secundario. Individuos $\geq 5$ cm DAP	57
10. Forma de copa de los grupos comerciales del bosque secundario. Individuos $\geq 5$ cm DAP	59
11. Calidad de fuste de los grupos comerciales del bosque secundario. Individuos $\geq 5$ cm DAP	61
12. Estructura total y frecuencia de la regeneración natural y árboles maduros de todas las especies del bosque aprovechado	68
13. Distribución del número de árboles y de áreas basales por clases diamétricas para el conjunto de individuos con DAP $\geq 5$ cm del bosque aprovechado	70
14. Abundancia de la regeneración natural y árboles maduros según los grupos comerciales en el bosque aprovechado	72
15. Distribución diamétrica del número de árboles (N) según grupos comerciales de individuos con DAP $\geq 5$ cm del bosque aprovechado	76
16. Distribución diamétrica del área basal (G) según grupos comerciales de los individuos con DAP $\geq 5$ cm del bosque aprovechado	76

<b>Número</b>	<b>Página</b>
17. Iluminación de la copa de los grupos comerciales del bosque aprovechado. Individuos $\geq 5$ cm DAP	80
18. Forma de copa de los grupos comerciales del bosque aprovechado. Individuos $\geq 5$ m DAP	82
19. Calidad de fuste de los grupos comerciales del bosque aprovechado. Individuos $\geq 5$ cm DAP	84
<b>En el anexo:</b>	
1 A. Clasificación de iluminación de la copa	108
2A. Clasificación de la forma de la copa	110
3A. Clasificación de los fustes según la mejor troza	112
4A. Perfil topográfico de la unidad fisiográfica "ladera" del bosque secundario	114
5A. Perfil topográfico de la unidad fisiográfica "cima" del bosque secundario	114
6A. Perfil topográfico del bosque aprovechado mostrando cimas, laderas y bajuras	115

## 1. INTRODUCCION

Actualmente, los bosques primarios van desapareciendo, mientras los bosques secundarios cubren cerca de 11% de las tierras de América Tropical, y constituyen el 30 % de los bosques potencialmente productivos (Lanly, 1982), los cuales van incrementándose paulatinamente. Los contratos de explotación, en bosques tropicales son responsables de que millones de hectáreas vayan perdiendo el valor productivo sin garantizar la regeneración, ni el rendimiento sostenido del bosque (Schmithusen, 1976).

A medida que la superficie de bosque productor va disminuyendo, la demanda de la madera de latifoliadas tropicales va aumentando, de tal manera que este tipo de bosque continúa jugando un papel importante en la oferta de madera industrial (Pringle, 1976).

Los cambios de mercado y tecnología ocurridos en los últimos 20 años hacen que la industria forestal acepte un rango de especies cada vez más amplio, tendiendo a agilizar e intensificar la explotación incluso hacia las "maderas blancas".

Costa Rica se encuentra en una situación de emergencia forestal. Las proyecciones actuales predicen el agotamiento del bosque húmedo de bajura para 1995. Para suplir las necesidades de madera el país tendría que importar productos forestales por un monto aproximado a US\$ 350 millones anuales antes de fin de siglo (Flores, 1985). Teniendo en cuenta que gran parte de la extensión plantada (10.083 ha) está dispersa en bloques pequeños pobremente manejados y que existen 350.000 ha de bosque natural fuera de las áreas protegidas, el bosque natural es todavía de gran importancia.

Considerando la falta de conocimientos sobre los efectos producidos por los diferentes grados de perturbación humana en el bosque primario, el vertiginoso avance de la agricultura y la explotación selectiva, este trabajo pretende contribuir con lineamientos generales de tratamientos silviculturales que aseguren la estabilidad y rentabilidad de tres tipos de bosques: secundario, aprovechado y primario, localizados en la finca Tirimbina, situada a la margen derecha del Río sarapiquí, La Virgen de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica, como un primer paso en el manejo forestal.

Los objetivos específicos de este trabajo fueron:

1. Determinar la importancia ecológica de especies valiosas y de grupos comerciales en cada tipo de bosque.
2. Determinar las características estructurales (organización horizontal y vertical) de cada tipo de bosque. .
3. Analizar el estado de la regeneración natural en cada tipo de bosque, determinando la ocupación del sitio en términos de abundancia, área basal y frecuencia de los grupos comerciales.
4. Determinar la condición silvicultural de los grupos comerciales en cada tipo de bosque, en términos de la iluminación y forma de copa, y calidad de fuste.
5. Aplicar, en forma experimental y evaluar la técnica de muestreo diagnóstico como herramienta apropiada para guiar el manejo y orientar un tratamiento silvicultural.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Bases Ecológicas de la silvicultura de los bosques húmedos tropicales

#### 2.1.1. Generalidades

Ya que la silvicultura del bosque húmedo tropical trata de la manipulación del proceso de regeneración natural de especies valiosas, es preciso conocer y entender los mecanismos de dicho proceso, los factores que lo afectan, y el contexto ecológico general en el cual la regeneración natural tiene lugar (Finegan, 1988).

Existen varias descripciones generales del bosque húmedo tropical, en varios idiomas. En lengua inglesa destacan los textos clásicos de Richards (1976) y Whitmore (1984).

De estos se desprende que el primer factor que se debe tomar en cuenta al intentar manejar el bosque húmedo tropical es la alta riqueza florística, que eleva al ecosistema a la posición de uno de los más complejos del mundo.

Whitmore (1984) presenta un análisis comparativo del número de especies arbóreas/ha (DAP  $\geq$  10cm) en bosques representativos de cada uno de las grandes regiones tropicales: África, Asia y América. Comúnmente se registran más de 200 especie/ha en bosques asiáticos; los bosques de África son los más pobres florísticamente, y los de América ocupan la posición intermedia.

En cuanto a los bosques de la zona donde se realizó esta investigación, Hartshorn (1983) encontró 88-118 especies/ha DAP  $\geq$  10 cm en parcelas de muestreo permanente en la estación biológica La Selva, mientras que en bosques vírgenes cerca de La Unión de Pococi Finegan y Sabogal (1988) registraron 78-99 especies/ha en el mismo rango diamétrico.

Algunos autores, como Budowski (1985) presentan esta complejidad florística como un factor que limita el manejo rentable del bosque. Es cierto que las existencias de especies muy valiosas suelen ser bajas, como en el caso del cedro (*Cedrela odorata*) en los bosques de la zona de estudio (Finegan y Sabogal, 1988). Sin embargo, este punto de vista no toma en cuenta la alternativa de simplificar la situación a través de agrupación de especies según el temperamento ecológico (Finegan, 1988), valor comercial (Hutchinson, 1982) y reducir la complejidad florística a través de tratamientos silviculturales. Tampoco se toma en cuenta los cambios de mercado que aumentan significativamente el número de especies comerciales/ha.

Es importante destacar que este ecosistema complejo no es una mera colección o refugio de organismos individuales, o una mezcla accidental de poblaciones. Es más bien un sistema dinámico de alto orden de organización en el cual los rasgos morfológicos, fisiológicos y ecológicos de los miembros individuales son eslabones unidos que crean formas y funciones no conocidas fuera del bosque (Neil, 1981). Esta organización permite la aplicación de principios silviculturales pues la reacción de un sistema organizado a una perturbación es predecible. Más adelante se destaca el nivel de organización que presentan la arquitectura y la dinámica del bosque.

Otra característica bien conocida del ecosistema bosque húmedo tropical es la llamada "fragilidad". La complejidad de las interacciones entre el sinnúmero de especies que componen el ecosistema es tal, que cualquier intervención humana fuerte causará, inevitablemente, la extinción de especies. Se ha dado mucho énfasis también al ciclaje y almacenaje de nutrimentos en bosques húmedos primarios, y los efectos presuntamente negativos de la actividad humana en este sentido (Jordan, 1985).

La reducción de la riqueza florística en un bosque natural manejado para producción sostenible es inevitable. En este contexto es necesario ver el proceso de manejo rentable como única garantía de la supervivencia del bosque en zonas sujetas a fuerte presión demográfica, y no como planificación avara y "cortoplazista" (Finegan y Sabogal, 1988).

El mantenimiento de la cobertura boscosa en una unidad de manejo forestal es la mejor manera de asegurar que las funciones del ciclaje y almacenaje de nutrimentos no se pierdan, lo cual es de importancia primordial en el contexto de la sostenibilidad.

### **2.1.2 Clasificación de tipos de bosque**

Según Braun-Blanquet (1979) el objetivo de cualquier clasificación es ordenar lógicamente los objetos a clasificar según sus semejanzas, denominarlo de un modo comprensible y fácil de reconocer e incluirlo en un sistema que se mantenga abierto a las relaciones con el mayor número posible de los demás campos de las ciencias.

Se han desarrollado varios sistemas de clasificación de la vegetación identificando grandes formaciones vegetales a nivel mundial o regional, así como unidades taxonómicas a nivel local. La mayoría de las clasificaciones según Salcedo (1985), abarcan cuatro grandes enfoques: fisionómico, ecológico, florístico y evolutivo o dinámico así como las respectivas combinaciones.

La clasificación adoptada en este trabajo tiene una combinación del enfoque dinámico y fisionómico ecológico. Se da por supuesto que los tres tipos de bosques se originaron en un ambiente físico-biológico relativamente homogéneo, y que por tanto la actividad humana es la causa principal de las diferencias fisionómicas y ecológicas encontradas. Los bosques secundarios y aprovechados se encuentran en procesos de recuperación después de intervenciones humanas de intensidades diferentes.

De acuerdo a estas consideraciones se han clasificado a los bosques húmedos tropicales del sitio de estudio en tres tipos:

#### **A. Bosque Primario.**

Es un bosque en estado natural libre de intervención humana conocida. La definición aquí empleada corresponde a una definición práctica y no equivale al concepto del bosque clímax.

### **B. Bosque aprovechado.**

Es el bosque en que la perturbación ecológica más prominente ha sido la explotación selectiva de especies valiosas. Se mantienen la composición florística y estructura del bosque primario en un grado que depende de la intensidad de la explotación. A la heterogeneidad natural del bosque primario se le agregan los efectos de la explotación.

Es común encontrar partes del bosque que parecen estar todavía en su estado pristino, mientras que, otras quedan destrozadas por la tala de árboles y extracción de trozas. Las aperturas, caminos de extracción y patios de acopio abandonados, constituyen, terreno limpio, abierto a la regeneración del bosque o a asentamientos humanos. Según criterios fisionómico-ecológicos y dinámicos, son estos factores, que distinguen el bosque aprovechado del primario.

### **C. Bosque secundario.**

De acuerdo a Finegan (1988) bosque secundario es la vegetación leñosa, que se desarrolla en sitios cuya vegetación original ha sido totalmente destruida por la actividad humana, ejemplo la tala y quema practicada por la agricultura migratoria.

## **2.1.3 Organización de los bosques húmedos Tropicales**

Cualquier situación estable o evolutiva, no anárquica, de una población o comunidad en la cual se detecta algún tipo de organización puede representarse por un modelo matemático, Una ley estadística de distribución, una clasificación o un parámetro característico (Rollet, 1980). En términos amplios se considera que el bosque puede ser descrito cualitativamente o cuantitativamente (Bourgeron, 1983). Así en las últimas décadas los ecólogos han empezado a desarrollar modelos e instrumentos estadísticos para explicar y diferenciar la organización horizontal y vertical de las comunidades de los bosques húmedos tropicales (Dawkins, 1958; Rollet, 1980; Bourgeron, 1983).

La organización se describe en términos de la abundancia de árboles, el área basal (variable que se utiliza en lugar de la cobertura vegetal en estudios en bosques, Greig-Smith, 1983), la frecuencia (el porcentaje de un juego de muestras ocupado por uno o más individuos de la población estudiada), las distribuciones del número de árboles o el área basal por clases de DAP (distribuciones diamétricas), distribuciones por clases de altura, y otros.

De este tipo de análisis cuantitativo se desprenden varios principios generales de gran valor en la interpretación de la dinámica del bosque y las especies que lo componen, y por lo tanto en el desarrollo de técnicas silviculturales.

### **2.1.3.1 Distribuciones diamétricas**

La distribución más importante en la organización de los bosques húmedos tropicales, es la del número de árboles por clases diamétricas (Rollet, 1980). Para el conjunto total de árboles con DAP  $\geq 10$  cm o 20 cm, la forma de la distribución se aproxima a series geométricas decrecientes o "J invertida" (Leak, 1965; Rollet, 1980). Variaciones en la forma de la curva pueden indicar, por ejemplo, los efectos de explotaciones u otras perturbaciones en el bosque (Rollet, 1980). Además, Rollet (1980) establece que la forma de la distribución diamétrica de una especie dada indica sus requerimientos con respecto a

iluminación solar. Las curvas que se aproximan a la "J invertida" son de especies que toleran sombra (esciófitas), mientras que aquellas que tienen forma de una campana con diferentes grados de asimetría, o cuya pendiente se aproxima a cero, son de las especies intolerantes (heliófitas). Estas dos clases de curva suelen llamarse, desde el punto de vista silvicultural, "positivas" (de las esciófitas, ya que hay abundancia de regeneración) y "neutras" o "negativas" (de las heliófitas, ya que aparentemente no se regeneran).

### **2.1.3.2 Área Basal**

El área basal es un índice importante de la biomasa existente en un bosque, y se determina directa y fácilmente a partir de mediciones del DAP. El área basal máxima de bosques primarios de tierras firmes parece ser relativamente constante. A nivel global, Rollet (1980) determinó que el área basal promedio por hectárea, de bosques húmedos primarios de toda la zona tropical del mundo fue 21 m<sup>2</sup>/ha, para todas las especies con DAP  $\geq$  20 cm. En la zona de estudio, el área basal promedio para todas las especies con DAP  $\geq$  de 10 cm en la Estación Biológica La Selva (7 km al Este de la finca Tirimbina) es 28,2 m<sup>2</sup>/ha (Hartshorn, 1983) y de 29 m<sup>2</sup>/ha, en la finca Los Laureles, (32 km al Sur de la finca Tirimbina; Finegan y Sabogal (1988)).

Dawkins (1958) desarrolló el concepto del área basal limitante, el que establece que el área basal de un bosque primario representa el nivel de biomasa donde el crecimiento neto se aproxima a cero. Por lo tanto, en un sitio determinado la regeneración natural valiosa incrementará en diámetro, y por lo tanto, en área basal, si se reduce el área basal de los bosques primarios del sitio a un 35 a 75 %. Es importante destacar que este concepto tiene aplicación directa en relación a los posibles sistemas silviculturales que se pretendan establecer en un sitio dado.

### **2.1.3.3 Organización vertical**

Un método cualitativo frecuentemente empleado para estudiar la organización vertical de los bosques húmedos tropicales es el denominado "diagrama de perfil". Estos reflejan la primera impresión visual del bosque. Sin embargo, Rollet (1980) concluye que éstos son poco representativos de la organización vertical y que es inválido obtener conclusiones sobre la estructura del bosque.

En cuanto al método cuantitativo para caracterizar la organización vertical del bosque húmedo tropical, se considera: la altura total, altura hasta la base de la copa de los árboles, geometría de las copa, tamaño de las copa, y otras variables (Brunig, 1983). La medición de alturas es un parámetro básico de la descripción del bosque ya que permite analizar las relaciones competitivas entre los árboles y puede dar Indicaciones sobre calidad de sitio. Las alturas son, sin embargo, difíciles y tediosas de medir con precisión en el campo. En cuanto a las relaciones competitivas en el bosque, Dawkins (citado por Synnott, 1979) ha propuesto una escala sencilla para la determinación de la exposición de la copa a la iluminación solar, la cual sustituye la medición de alturas.

### 2.1.4 La dinámica del bosque

A la luz del conocimiento de los últimos años se sabe que el bosque húmedo tropical primario se encuentra en un estado de equilibrio dinámico (Whitmore, 1984).

La cubierta forestal puede alterarse por diferentes tipos de perturbaciones, que pueden ser naturales (muerte de un árbol), o inducidos por el hombre (tala y quema), que producen claros (Whitmore, 1984). Este proceso dinámico permite la regeneración y las oportunidades de cambio en el bosque, ya que se crean condiciones ecológicas (principalmente luz), que permiten el establecimiento de especies de árboles, que a su turno alcanzarán la madurez y tal vez la senectud para morir posteriormente.

Whitmore, (1984) identifica un mosaico de tres fases en la dinámica de la regeneración de los bosques en equilibrio, las cuales no son entidades separadas, sino crecimientos consecutivos para llegar de una fase a otra.

- Fase de claro: Se produce por la apertura del dosel. Contiene brinzales, latizales y árboles jóvenes. La tasa de crecimiento del rodal es lenta.
- Fase de construcción: Es un bosque aún de árboles jóvenes los cuales crecen rápidamente, el incremento en altura y en diámetro de los fustes están relacionados en Forma lineal.
- Fase madura: Contiene árboles de diámetros considerablemente gruesos, principalmente. Esta fase se caracteriza porque la tasa del crecimiento del rodal es casi cero.

El tamaño de los claros tiene influencia sobre la composición de las especies y el arreglo espacial en el bosque (Whitmore, 1984), es decir, tiene un efecto muy importante en la regeneración natural de los diferentes grupos ecológicos.

En bosques del este de Java, claros artificiales de 0,1 ha fueron rápidamente colonizados y dominados por especies del bosque primario (esciófitas), mientras que en claros más grandes de 0,2-0,3 ha las plántulas del bosque primario fueron rápidamente suprimidas por el vigoroso crecimiento de especies pioneras (heliófitas) del bosque secundario. Whitmore (1982) concluye que en términos generales el área mínima para el establecimiento de las heliófitas efímeras puede ser aproximadamente 400 m<sup>2</sup> y que éstas se establecen abundantemente en claros mayores de 1.000 m<sup>2</sup>.

Hubbel y Foster (1986), concluyeron que hay mayor número de claros pequeños que grandes, dentro de los bosques de la Isla Barro Colorado, Panamá; luego las semillas de las heliófitas efímeras deben diseminarse por distancias más largas que las de las demás grupos ecológicos, ya que requieren claros grandes. Muchas evidencias de este tipo muestran que el tamaño de los claros es un factor decisivo en la determinación de cuales especies podrán establecerse dentro de ellos.

Frente a las condiciones extremas en los claros más grandes algunas pioneras desarrollan mecanismos para soportar condiciones desfavorables, de luminosidad perdiendo las hojas

por un tiempo corto, combinando el tamaño o disposición de las hojas a fin de recibir la mayor cantidad de luz posible (Ashton, et al. 1978).

Hartshorn (1980) indica que los factores más importantes que determinan cuales especies se establecen con éxito o no en un claro son: el tamaño del claro el periodo de ocurrencia del claro y la proximidad de las fuentes de semilla y su dispersión. Del mismo modo estudios realizados por Orians (1982) en la Estación Biológica "La Selva" determinó que las condiciones del sustrato en un claro son la principal fuente de heterogeneidad dentro del mismo.

Los resultados de estudios en parcelas de muestreo permanente muestran claramente el concepto del equilibrio dinámico. Lieberman y Lieberman (1987), de La Selva, Costa Rica), Swaine, Hall y Alexander (1987) en Kade, Ghana, y Swaine, Lieberman y Putz (1987), encontraron que los cambios dinámicos a pequeña escala son rápidos, mientras a gran escala la composición y estructura de los bosques se mantienen relativamente estables.

Peralta et al. (1987), en La Selva, Costa Rica, determinaron que casi el 25 % de los árboles y lianas con DAP  $\geq 10$  cm, en 12 ha de parcelas permanentes de bosque primario murió en un lapso de 13 años. Sin embargo, esta pérdida fue compensada por una reposición de un número similar de árboles y lianas en la categoría diamétrica menor, de manera que el cambio neto en la densidad de tallos fue -1.65 %. Indican además (por medio de simulaciones matemáticas) que de 22 especies arbóreas, 21 logran un incremento diamétrico anual de 0,5 cm o más frente a perturbaciones naturales livianas y reaccionan positivamente a las mismas, aumentando la tasa de crecimiento. De estas especies 17 son comerciales según la lista adoptada en esta investigación, existiendo buenas posibilidades de aumentar la productividad de los bosques estudiados por medio de un tratamiento silvicultural.

### **Los grupos ecológicos de especies forestales y los factores que afectan su regeneración**

Dado que las especies tienen diferentes estrategias de regeneración, donde la luz juega el papel más importante (Schulz, 1967; Fontaine et al. 1978; Schwyzer, 1982 y Hutchinson, 1987) es necesario agrupar a las especies forestales de acuerdo a sus requerimientos de luz. Así Finegan (1988), en base a información de varios autores, identifica 4 grupos ecológicos en los bosques de Sarapiquí, Costa Rica:

#### **A. Heliófitas efímeras.**

Especies cuyas plántulas se establecen y crecen solamente en claros grandes. Alcanzan la edad reproductiva a los dos o cuatro años, fructifican continuamente y el tamaño de la semilla es relativamente pequeño. La gran eficiencia en la diseminación (pájaros, murciélagos y aire) de las semillas hace que puedan ser encontradas en el bosque primario donde no hay árboles reproductivos de este grupo. La altura máxima de los árboles puede ser hasta de 20 a 25 m, la estructura de la población llega a ser coetánea en un claro determinado. Algunos ejemplos de estas especies son: Cecropia sp., Heliocarpus sp., Ochroma sp., Trema sp.

### **B. Heliófitas durables.**

Especies que pueden establecerse bajo el dosel arbóreo pero requieren necesariamente de claros aunque pequeños que lleguen al piso del bosque para crecer. Estas especies son comunes en el bosque primario y algunos de ellos pueden dominar la fase madura del bosque. Los árboles alcanzan la edad reproductiva aproximadamente entre los 5 a 15 años, fructifican anualmente en épocas definidas siendo el tamaño de las cosechas variables y el tamaño de la semilla va de pequeño a mediano. Alcanzan alturas aproximadas de 30-40 m, la estructura de la población llega a ser coetánea en un sitio determinado. Son especies de este grupo:

Apeiba membranacea, Goethalsia meiantha, Simarouba amara, Vochysia ferruginea.

Las heliófitas necesitan de alto grado de iluminación solar en la superficie del suelo para regenerarse. Esto implica un claro que llegue hasta el piso del bosque. Las heliófitas durables se regeneran en claros pequeños a grandes, debido probablemente, a que sus requerimientos de iluminación no son tan extremos como las de las heliófitas efímeras, quienes se regeneran solamente en claros grandes.

La recuperación rápida de la vegetación en aperturas, especialmente grandes según Fetche et al. (1985), determina que el lapso de tiempo durante el cual las condiciones ambientales favorecen la regeneración de heliófitas sea corta. Dos años o menos en la vegetación secundaria en Sarapiquí, Costa Rica (Finegan, 1988). Por esta razón la población de heliófitas en un determinado sitio es aproximadamente coetánea, compuesta de especies arbóreas de maderas blandas y de rápido crecimiento.

### **C. Esciófitas Parciales.**

Especies cuyas plántulas se establecen y crecen bajo dosel, pero que exigen luz directa para pasar de la etapa de fuste joven a fuste maduro. Tienen épocas poco predecibles de fructificación con cosechas irregulares, abarcando grandes cosechas hasta periodos de poca producción; el tamaño de la semilla varía de mediana a grande por lo que la gravedad juega un papel importante en la diseminación de las semillas. La estructura de la población abarca todas las clases de edad constituyendo un rodal discetáneo en un sitio determinado. Los árboles llegan a tener alturas de aproximadamente 30-45 m y excepcionalmente 60 m. Especies como Virola sebifera, Carapa Quianensis son parte del grupo.

### **D. Esciófitas totales.**

Este grupo está formado por especies 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 Minuartia Quianensis forman este grupo.

Las esciófitas se regeneran continuamente en cualquier fase del ciclo de regeneración, por ello, la población en un sitio dado es discetáneo, compuesto de árboles de maderas duras de crecimiento lento.

Werner (1984), determinó la proporción de especies arbóreas que constituyen cada grupo ecológico, según el tamaño máximo de la especie, en un bosque húmedo primario en La

Selva Costa Rica. En la clase de árboles grandes el 58% de las especies (67) son heliófitas y el 42% son esciófitas. De las especies de tamaño mediano 36% (44 especies) son heliófitas, 28% son esciófitas y 36% desconocidas, y de 84 especies de árboles pequeños el 38% son heliófitas y el 62% esciófitas.

El conocimiento anterior facilita el trabajo del silvicultor, ya que le permite determinar en que grupo se encuentran las especies maderables de interés, que calidad de madera se puede esperar de ellos y cómo puede intervenir el bosque para crear aperturas en el dosel, que satisfagan los requerimientos ecológicos de las especies forestales valiosas del momento.

### **2.1.5. El microclima del bosque**

En el dinamismo del bosque húmedo tropical hay que considerar las variaciones microclimáticas, las cuales tienen un efecto importante en la regeneración natural y en características de los diferentes grupos ecológicos de las especies arbóreas. Ambos aspectos están sujetos a la influencia directa del silvicultor, por lo tanto, deben ser tomados en cuenta para la mejora y manejo del bosque (Hutchinson, 1987).

Según Whitmore (1984) el microclima del bosque varía significativamente en el plano vertical y horizontal del bosque. Respecto a la variación vertical, las condiciones microclimáticas (luz, humedad relativa, temperatura del aire principalmente) son similares abajo y encima del dosel durante la noche pero van cambiando en el transcurso del día.

Diferentes estudios de caso citados por Whitmore (1984) conllevan las siguientes conclusiones generales. Al mediodía la intensidad de la luz, la temperatura del aire son más altas y la humedad relativa más baja encima del dosel, que, al nivel del suelo del bosque donde la intensidad de la luz y la temperatura del aire son bajas, mientras que, la humedad relativa se acerca a 100%. Estas variaciones verticales en el microclima son reflejadas por varios aspectos florísticos, así diferentes familias y especies arbóreas, trepadoras y epífitas alcanzan diferentes niveles en el dosel.

Respecto a la variación horizontal, Fetcher, Oberbauer y Strain (1985), en La Selva, Costa Rica, determinaron que el microclima diurno de un claro de 5.000 m<sup>2</sup> difiere marcadamente de un claro de 400 m<sup>2</sup>, y éstos del sotobosque de la fase madura del bosque, lo cual repercute en las fases de regeneración del bosque (los registros se tomaron a una altura de 70 cm sobre el suelo). Así el claro de 5,000 m<sup>2</sup>, tuvo una temperatura del aire más alta y humedad relativa más baja, durante todo el día, que el claro de 400 m<sup>2</sup>. A su vez el sotobosque de la fase madura tuvo una temperatura más baja y humedad relativa más alta, que ambos claros. El microclima nocturno no varió significativamente entre los sitios. También encontraron que después de dos años de haberse abierto los dos claros, el microclima en ellos presentó diferencias mucho menos marcadas al compararse con el del sotobosque, debido a la recuperación rápida de la vegetación después de las perturbaciones.

### **2.1.6. Interpretación de la dinámica de los bosques primarios y secundarios**

Los procesos dinámicos en bosques húmedos pueden ser interpretados en términos de la variación microclimática y la reacción de las distintas especies arbóreas a ellas. Verificaciones completas de los modelos presentados aquí no existen todavía ya que la mayoría de los estudios cuantitativos publicados sobre regeneración de Bosques tropicales son de corto plazo, ya sean en bosque secundario (Uhl et al. 1981) o bosque primario (Brokaw, 1987).

En claros grandes, (que pueden ser naturales o resultado de la actividad humana) ambos grupos de árboles heliófitos se establecen en los primeros meses después de la creación del claro, junto con especies herbáceas y arbustos típicos de estas condiciones microclimáticas. Finegan (1988) señala que se observa una regeneración en tres fases dominada sucesivamente, por especies herbáceas y arbustos, luego las especies heliófitas efímeras, y posteriormente las heliófitas durables. La sucesión vegetal se debe a que las herbáceas y arbustos alcanzan la madurez más rápidamente que las heliófitas efímeras, y éstas, más rápidamente que las heliófitas durables. En la vertiente atlántica de Costa Rica, las heliófitas durables dominan la vegetación después de aproximadamente 10-15 años de sucesión, hasta 75 años o más (Finegan, 1988). Durante estas fases sucesionales, se observa una colonización continua y paulatina de especies esciófitas, dependiendo de la proximidad de las fuentes de semilla.

Ya que ni las especies herbáceas ni las heliófitas efímeras son importantes en claros pequeños, la regeneración natural en ellos no es sucesional. Más bien la apertura es colonizada por la regeneración de heliófitas durables y/o por esciófitas que estaban presentes en el sitio antes de la perturbación.

La presencia de especies heliófitas en el bosque primario, se debe a la ocurrencia de claros. Sin embargo, el hecho de que las esciófitas son capaces de regenerarse en cualquier fase del ciclo de regeneración, asegura su dominancia en dicho bosque.

### **2.2. La silvicultura en los bosques húmedos tropicales.**

Por medio de la silvicultura un bosque es convertido de su estado natural a un sistema productivo. El cuadro 1 muestra algunos ejemplos del crecimiento y rendimiento de Bosques naturales tropicales bajo tratamientos silviculturales apropiados. El tratamiento silvicultural muestra el potencial productivo del suelo, constituyendo una barrera para la agricultura migratoria y otras formas de ocupación que conducen, en la gran mayoría de los casos, a usos no-sostenibles de la tierra (Hutchinson, 1988).

Para facilitar el manejo basado en la regeneración natural a mediano y largo plazo, los tratamientos se combinan en sistemas silviculturales.

Se han desarrollado numerosos sistemas silviculturales en el sudeste asiático, en África Occidental y en América Tropical. Neil (1981) Menciona que los sistemas silviculturales actualmente ensayados, varían de país a país, en función a la tradición forestal, situación política, mercado, grado de tecnología, y las características ecológicas del bosque.

**Cuadro 1. Aumento en crecimiento esperado en el bosque natural como resultado de un tratamiento silvícola.**

Sistema Silvicultural	Tipo de tratamiento	Rotación Turno (años)	Rendimientos Estimados		
			Primer aprovechamiento o m <sup>3</sup> /ha	Incremento anual del Vuelo futuro (a)	Futuro aprovechamiento (m <sup>3</sup> /ha)
Malaya	Apeos Comerciales Regeneración	70	60	2,1-4,2	150-290
Nigeria	Bosque Protector	100	30	4,2	420
Trinidad	Bosque protector	60	90	6,2	350
Australia Oriental	Selección	25	20	?	125
Australia N.O.	Selección en Grupos	15-20	30	2,8	40-50
Puerto Rico	Selección en Grupos	5-10	2	4,2	21-42

a = Es el incremento medio anual para las masas regulares e incremento periódico anual para las masas irregulares.

Tomado de Bauer (1964b).

### 2.2.1 Tratamientos silviculturales

Un tratamiento silvicultural se define como un conjunto de operaciones, cuyo propósito es dirigir el bosque hacia los objetivos del manejo. Las operaciones pueden ejecutarse individual o simultáneamente pero siempre cumpliendo el objetivo del tratamiento silvicultural.

Al iniciarse el manejo de un bosque en base a la regeneración natural, el primer objetivo de la silvicultura es modificar la estructura del bosque, para reducir la intensidad de la competencia que afecta los árboles valiosos y aumentar el grado de iluminación que reciben.

Dicho objetivo se logra por medio de la **apertura del dosel**, que es la operación más común en un tratamiento silvícola del bosque húmedo tropical (Baur, 1964a).

La apertura del dosel se realiza, por lo general, a través de una combinación de las siguientes operaciones:

- 1) Aprovechamiento
- 2) Eliminación del dosel superior de árboles (valiosos y no valiosos) que son causa de competencia, así como, de árboles sobre maduros, defectuosos, enfermos o con propiedades no adecuadas de la madera
- 3) Un raleo de los doseles intermedios y
- 4) Corta de lianas en donde el dosel superior este muy enredado con las mismas.

El efecto de las operaciones 1) y 2) es, por supuesto, eliminar gran parte del dosel superior original del bosque, dejando, algunos árboles grandes pero todavía inmaduros. En este sentido es importante destacar que en el caso especial de bosques donde la meta es inducir la regeneración natural

Y crecimiento de especies valiosas, pero a la vez restringir el crecimiento de malezas, se utilizan los fustes mayores de las especies valiosas y no valiosas para formar un bosque protector. Una vez bien establecida la regeneración bajo este tipo de sistema, se elimina el dosel superior.

Después de estas operaciones iniciales, cuando la regeneración valiosa esté establecida, es necesario mantener las condiciones que favorecen el crecimiento y la supervivencia de dicha regeneración.

Según Hawley y Smith (1972) a los tratamientos necesarios en bosques templados se les llama cortas intermedias. Con respecto a los bosques húmedos tropicales Dawkins (1958) usa el término inglés "tending" (simplemente, "mantenimiento"). Ya que en el trópico estas operaciones a menudo consisten en envenenar árboles no-deseables, aquí se adopta el término tratamientos intermedios.

Dawkins (1958) señala que en bosques húmedos tropicales los tratamientos intermedios más importantes son el raleo de liberación y el refinamiento.

El raleo de liberación consiste en liberar árboles valiosos de la competencia de árboles inferiores de igual o mayor tamaño. Se eliminan solamente esos árboles que compiten directamente con el árbol valioso. Dichos árboles se identifican en el campo por medio de criterios como los de Hutchinson (1987c). En cambio, por medio de un refinamiento se eliminan del bosque todos los árboles de especies no-valiosas a partir de un tamaño mínimo dado, sin tomar en cuenta la presencia y distribución de árboles valiosos. Hutchinson (1987c) destaca que el refinamiento no toma en cuenta los cambios en el mercado, pudiendo resultar que una madera que en principio no fue deseable llegue a ser muy cotizada. Además no reconoce los efectos positivos que puede tener la presencia de especies no deseables referente a la autopoda y al crecimiento en altura de las especies deseables.

En Surinam se efectuaron operaciones de refinamiento en la etapa experimental del sistema CELOS (De Graaf, 1986). Sin embargo, este autor concluye que el eliminar árboles indiscriminadamente tiene a veces la consecuencia de abrir el bosque a la invasión de especies no deseables en sitios donde no hay árboles valiosos que favorecer. Por tanto, el raleo de liberación parece ser el tratamiento intermedio más apropiado.

Los tratamientos descritos se aplican, en términos generales, en bosques disetáneos en donde los árboles valiosos están sombreados por especies no deseables. En el caso de rodales coetáneos, o cualquier bosque inmaduro cuyo dosel superior consiste principalmente en especies valiosas, es necesario contemplar un raleo corriente, a través del cual se eliminan individuos inferiores de las especies valiosas cuando las condiciones de competencia del bosque lo requieran (Dawkins, 1958).

En cualquier tratamiento de liberación o raleo, los árboles a favorecer son seleccionados en base a las siguientes características: son de especies comercialmente deseables, establecidos (con diámetros >10 cm), de buena forma, buen vigor, copa sana y bien desarrollada y un buen espaciamiento en relación a sus vecinos. A dichos árboles se les llama deseables sobresalientes (DS) y un objetivo pragmático de la silvicultura en bosques naturales tropicales es mantener 100 árboles seleccionados/ha para constituir la cosecha final, (árboles maduros) ya sea en un bosque disetáneo o coetáneo (Dawkins, 1958).

### **2.2.2. Sistemas silviculturales**

Un sistema silvicultural es una serie de tratamientos cuya finalidad es permitir el establecimiento de la regeneración natural de especies valiosas y mantenerla en una condición vigorosa y saludable llevándola hacia la madurez. Los Tratamientos de establecimiento de la regeneración, junto con el mantenimiento sucesivo son considerados como parte principal y consumen la mayor parte del tiempo de diversos sistemas silvicolos aplicados en los bosques húmedos tropicales (Baur, 1964b).

Según Whitmore (1984) los sistemas silviculturales que han sido aplicados a los bosques húmedos tropicales se pueden clasificar en:

#### **A. Sistemas policiclicos:**

Basados en eliminaciones repetidas de árboles seleccionados en una serie continua de ciclos de corta, cuya longitud es menor que la edad de rotación de los árboles. El objetivo es eliminar los árboles antes que empiecen a estancarse en crecimiento y deteriorarse por la edad, dejando elevar el valor de mejores fustes para el futuro rendimiento. En el campo se traduce en explotaciones de intensidad relativamente baja, desde luego, en bosques disetáneos, con tratamientos silviculturales intermedios. Baur (1964b) informa que, se han usado sistemas policiclicos en los bosques de Australia Nororiental, en Assam, en Puerto Rico y de Graaf, (1986) informa del sistema CELOS en Surinam.

#### **B. Sistemas monociclicos:**

En un sistema monocíclico se eliminan todos los árboles valiosos en una sola operación, la longitud del ciclo de corta es más o menos igual a la edad de rotación de los árboles habiendo una sola explotación intensiva al final de la rotación. El daño al bosque es más drástico formándose claros grandes y el dosel es destruido más extensivamente, excepto en aquellos casos donde hay pocos árboles valiosos. En el campo se traduce en la producción de maderas relativamente livianas de especies heliófitas durables en rodales coetáneos, con raleos intermedios y tratamientos de inducción de regeneración incorporados con la explotación. Ejemplos de este sistema constituyen el Sistema Uniforme Malayo, y los sistemas de dosel Protector en Trinidad y en Nigeria respectivamente. Baur (1964b) señala que estos sistemas se basan en la inducción de la regeneración natural valiosa por medio de la apertura del dosel, a partir de brinzales y latizales suprimidos de dipterocarpáceas en Malasia; a partir de semilla en Trinidad, y finalmente una combinación de estas dos modalidades de inducción en Nigeria.

Es importante señalar que los tres sistemas monocíclicos mencionados, convierten el bosque primario a bosque secundario según las definiciones aquí empleadas. Desde luego, el tratamiento de inducción de regeneración favorece las especies heliófitas durables y ciertas esciófitas parciales y el dosel superior del bosque que se establece es aproximadamente coetáneo.

Finegan (1988) plantea el manejo de bosques secundarios neotropicales a través de sistemas monocíclicos, señalando la abundancia y el rápido crecimiento de especies comerciales en los mismos.

Aunque los sistemas silviculturales policíclicos y monocíclicos han sido aplicados, por lo menos a nivel experimental, vale la pena señalar ciertas diferencias importantes entre ellas que se presentan en la práctica. Según Dawkins (1958), un sistema policíclico es factible sólo en el caso de que las especies valiosas sean esciófitas, ya que presentan una distribución diamétrica marcadamente positiva (acápite 2.1.3.). Además, los bosques manejados deben estar ubicados cerca del mercado principal y los costos de apeo, extracción y transporte deben ser bajos. Esto permitiría el manejo de bosques con existencias comerciales relativamente bajas, y con los bajos crecimientos de las especies que producen los sistemas policíclicos. Dawkins plantea un límite superior de incremento volumétrico comercial anual de  $1.4 \text{ m}^3 / \text{ha/año}$ , para producción sostenible.

De acuerdo a estas consideraciones, Dawkins (1958) afirmó que la política forestal en Uganda tenía que orientarse a la conversión del bosque natural en un rodal relativamente uniforme bajo un sistema monocíclico (puesto que las especies comerciales principales eran heliófitas). Esta clase de sistema es mucho más productivo y corresponde además con el temperamento ecológico de muchas especies comerciales, no sólo en Uganda de los años 50, sino en el mundo tropical actual.

Los argumentos de Dawkins demuestran que la elección del grupo de sistemas silviculturales (policíclico y monocíclico) a desarrollarse en una situación dada es una decisión de suma importancia, exigiendo un estudio cuidadoso del mercado y el temperamento ecológico de las especies valiosas.

### **2.2.3 Principios generales de la silvicultura**

Se desprenden los siguientes tres principios en relación a posibles sistemas silviculturales en los bosques del área de estudio:

1. Ningún sistema silvicultural debe aplicarse fuera del ambiente ecológico y socioeconómico en el cual fue desarrollado, aunque sea una opción atractiva y las experiencias generadas en otros y continentes sirven de lineamientos generales o puntos de partida, solamente (Hutchinson, 1988).
2. Por tanto, como primer paso en el desarrollo de un sistema silvicultural en bosques nunca antes manejados conviene reducir el cuerpo de estudios de la silvicultura de bosques naturales tropicales, a la clasificación de sistemas policíclicos y sistemas monocíclicos (Dawkins, 1958). Un Sistema policíclico

considera dos o más ciclos de corta por turno. En cambio en un sistema monocíclico el largo del turno de rotación es igual al del ciclo de corta.

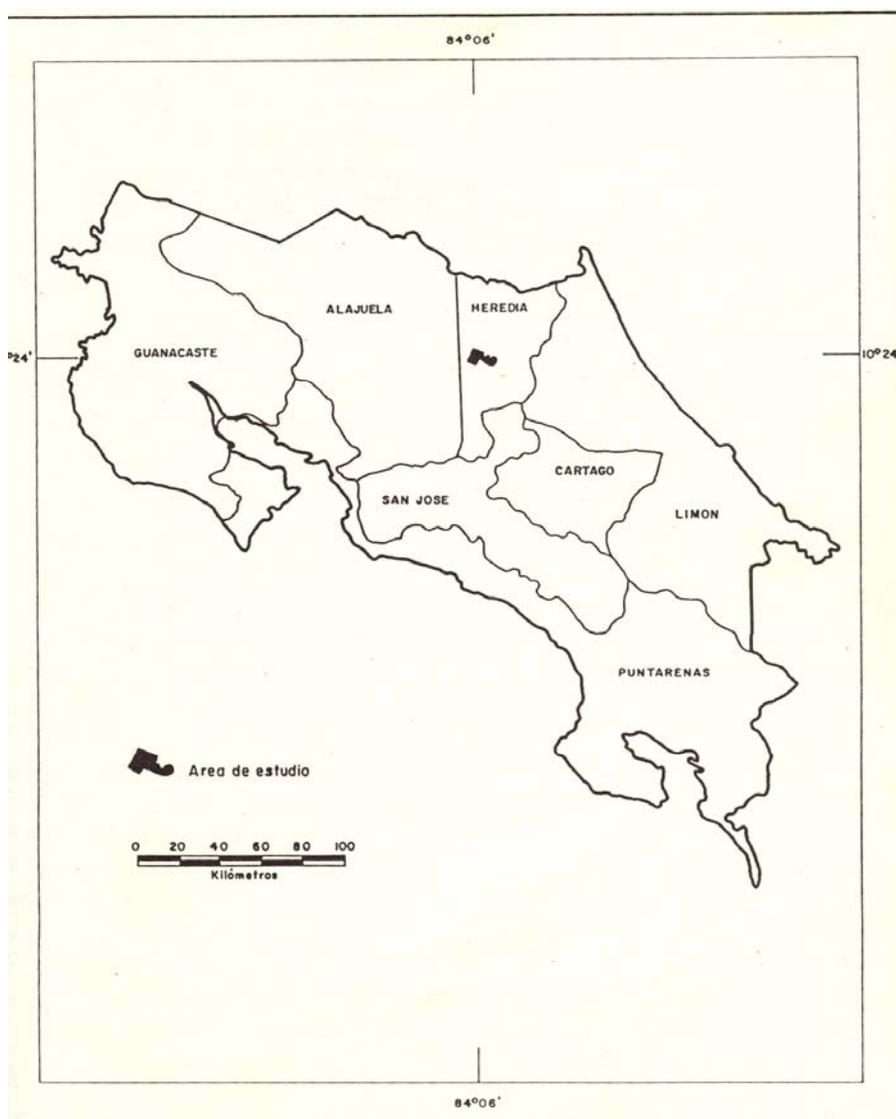
3. El diseño de tratamientos silviculturales específicos puede orientarse en el marco del concepto del área basal limitante (Dawkins, 1958). Planteándose que en un sitio determinado se, logrará un crecimiento aceptable de la regeneración natural valiosas cuando el área basal total se reduce de un 35 a 70 % del valor de los bosques primarios del sitio. Este principio general fue respaldado por los resultados independientes de investigaciones silviculturales en Surinam (dse Graaf, 1986).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Descripción de la zona de estudio

##### 3.1.1. Localización geográfica

El área de estudio está ubicada en la vertiente atlántica de Costa Rica, en la finca denominada "Tirimбина", Distrito Segundo, La Virgen, Cantón Décimo de Sarapiquí, Provincia de Heredia. Las coordenadas geográficas de la zona del estudio son  $10^{\circ}24'$  latitud Norte,  $84^{\circ}06'$  longitud Oeste (Figura 1), con una altitud comprendido entre 130 y 230 msnm.



**Figura 1.** Ubicación de la zona de estudio  
La Virgen de Sarapiquí, Costa Rica.

### 3.1.2. Clima y vegetación

La temperatura media anual es 24,5°C, las temperaturas máximas y mínimas promedio anuales alcanzan 26,2°C y 23,4°C respectivamente. La precipitación media anual está estimada en 3.864,6 mm, con ausencia de meses secos. En la Figura 2 se muestra la distribución de la temperatura y precipitación a través del año de un lugar cercano a la zona de estudio (La selva, Sarapiquí, situada a 7. km de la finca Tirimbina). El área de estudio pertenece a la formación vegetal "bosque muy húmedo premontano transición a basal (bmh-P)" y "bosque muy húmedo tropical (bmh-T) II de la clasificación de la zona de vida de Holdridge (1978).

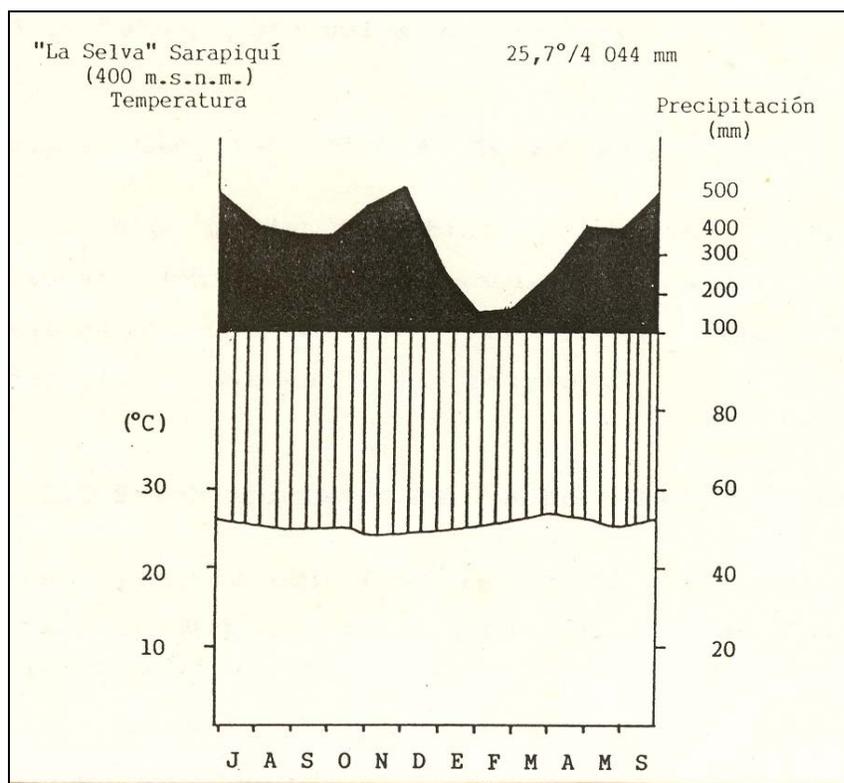


Figura 2. Climatograma de "La selva" Sarapiquí, Costa Rica

### 3.1.3 Descripción General de Suelos

Según Vásquez (1983), los suelos de la zona de estudio se desarrollan sobre un suelo ondulado a calinoso, donde los rasgos principales del sitio son: suelos residuales sobre relieve colinoso, con pendientes de 15 a 40 %. Nuñez et al. (1987) en un estudio de suelos de la estación biológica "la Selva", indican que los suelos del área son profundos, con erosión laminar leve, de color pardo oscuro, textura pesada (arcillosa), buen drenaje y los clasifican como suelos de aptitud forestal, de acuerdo al manual para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica del centro Científico Tropical (CCT), pues pertenece a la clase VI con límites de pendiente y de textura (Viels2).

## **3.2. Metodología del levantamiento**

### **3.2.1. Elección del área de estudio**

La finca donde se ubica el sitio de estudio fue seleccionada debido a la presencia de cada uno de los tipos de bosques presentes en las zonas bajas del país: secundarios, aprovechados y primarios.

### **3.2.2 Establecimiento de las parcelas de estudio**

Fue necesario ubicar áreas relativamente homogéneas de cada tipo de bosque, para poder establecer comparaciones entre los mismos (Figura 3).

#### **Bosque secundario**

El rodal que reunió los requisitos de tener el mismo grado de intervención humana, historia, y edad, tuvo una superficie de 1,6 ha. Este bosque se estableció después de la tala rasa y quema del bosque primario original en el año 1962\*. Sin embargo quedaron algunos árboles remanentes del bosque primario original (dos).

#### **Bosque aprovechado**

Mediante Fotointerpretación se seleccionó 25 ha (500x500 m), de una extensión aproximada de 80 ha de bosque aprovechado remanente. Inicialmente (25 años atrás) se cosechó madera de manú negro (*Minuartia quianensis*) en volúmenes no definidos. El acarreo de trozas fue realizado con tractores oruga. Se construyeron redes de caminos, para facilitar la extracción, los cuales fueron mantenidos hasta hace aproximadamente tres o cuatro años atrás, cuando tuvo lugar una segunda explotación en los lugares más accesibles, extrayéndose árboles de amarillón (*Terminalia amazonia*).

#### **Bosque primario**

Según información previa existía un bosque primario remanente de 2 ha. En el recorrido de campo se encontró tocones y caminos, poniendo en evidencia la intervención humana en el bosque equivocadamente estimado como primario. Por consiguiente no se prosiguió el estudio en este tipo de bosque.

---

(\* Hunter, R., Comunicación personal)

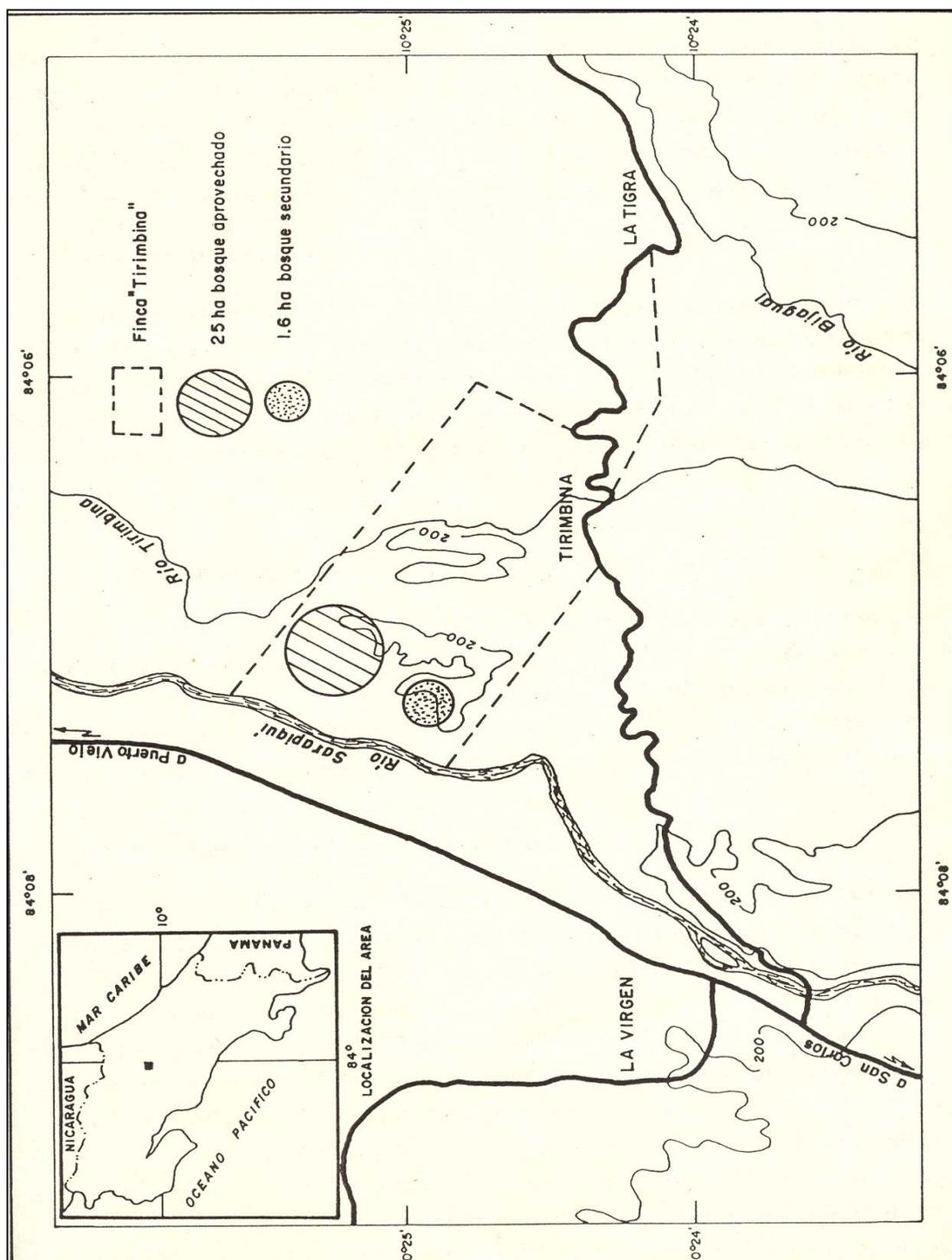


Figura 3. Localización de las parcelas de estudio según tipo de Bosque

### 3.2.3 Levantamiento topográfico

Con el propósito de conocer la configuración topográfica y poder relacionar las variaciones florístico-estructurales del bosque con las variaciones del relieve, se levantaron perfiles topográficos en cada uno de los tipos de bosque, utilizando varillas graduadas y un clinómetro Haga.

### 3.2.4 Reconocimiento de suelos

Para relacionar las variaciones florístico-estructurales de los tipos de bosque con la variabilidad edáfica, se realizó un muestreo de suelos considerando dos profundidades (0-30 cm y 30-60 cm) y tres unidades fisiográficas (cimas, laderas y bajas). Posteriormente se determinó las propiedades físicas y químicas de acuerdo a normas y métodos del Laboratorio de Suelos del CATIE. La textura fue determinada por el método de fracciones granulométricas; la densidad aparente por el método del cilindro; el contenido de materia orgánica por el método de Walkley Black, finalmente el análisis de fertilidad siguió la metodología descrita por Díaz-Romeu y Hunter (1978), utilizando cloruro de potasio (KCl) para la determinación de calcio, magnesio y acidez extraíble.

### 3.2.5 Muestreo de la vegetación arbórea.

El muestreo de la vegetación arbórea comprendió el estudio de la regeneración natural y de los árboles maduros. Se entiende por regeneración natural todas aquellas especies arbóreas menores de 40 cm de DAP, que pueden remplazar a los árboles maduros después de un aprovechamiento. Las categorías de regeneración fueron determinadas en base a una modificación de las categorías descritas por Barnard (1950), categorizando como:

Brinzales	:	Individuos de 0,3 m ≤ altura < 1,5 m
Latizal bajo A	:	Individuos de 1,5 m ≤ altura < 3,0 m
Latizal bajo B	:	Individuos de 3,0 m ≤ altura < 5,0 cm de DAP
Latizal alto	:	Individuos de 5,0 cm ≤ DAP < 10 cm
Fustal	:	Individuos de 10 cm ≤ DAP < 40 cm
Arboles maduros	:	Individuos con DAP > 40 cm

### 3.2.6. Clasificación de especies en grupos ecológicos y grupos comerciales.

Uno de los factores que ha dejado de ser limitante en el avance de la silvicultura del bosque húmedos natural ha sido la extraordinaria diversidad florística y el escaso conocimiento de los requerimientos ecológicos de las especies que lo componen. Intentando reducir la complejidad del procesamiento de datos, se clasificó las especies según grupos ecológicos y grupos comerciales, Cuadro 1A y 2A.

Los grupos ecológicos establecidos fueron:

1. Heliófitas efímeras
2. Heliófitas durables de crecimiento rápido
3. Heliófitas durables de crecimiento regular
4. Esciófitas parciales y
5. Esciófitas totales.

La clasificación de especies según grupos comerciales tomó en cuenta las consideraciones teóricas de Hutchinson (1982) y las condiciones actuales del mercado costarricense. Formándose los siguientes grupos:

1. Grupo comercial deseable
2. Grupo comercial aceptable y
3. Otras especies

El grupo comercial deseable contiene especies valiosas de plena aceptación en el mercado costarricense. Mientras el grupo comercial aceptable está formado por especies que están empezando a ser utilizadas en el mercado nacional. El grupo otras especies está formado por fustes que no son actual ni potencialmente comercializables todavía. Sin embargo, la influencia ecológica que este grupo ejerce sobre toda la masa boscosa hace importante el estudio de este grupo.

### 3.2.7. Inventario de la vegetación.

En el estudio de la vegetación se empleó parcelas de muestreo estratificado de tamaños variables, según cada categoría de regeneración natural y árboles maduros, tal como se define en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Tamaño de parcela en las que se realizó la evaluación de la regeneración natural y de árboles maduros**

Tamaño de parcela	Superficie de parcela (mt <sup>2</sup> )	Categoría de Regeneración natural y árboles maduros
1	4 (2x2)	Brinzales
2	25 (5x5)	Latizales bajos A Latizales bajos B
3	100 (10x10)	Fustales
4	400 (20x20)	Árboles Maduros

El número de parcelas para cada tamaño se realizó de acuerdo a una modificación de la Intensidad de muestreo utilizado en los bosques húmedos de Malasia (Barnard, 1950), tal como se detalla en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Intensidad de muestreo de la regeneración natural y número total de parcelas en cada tipo de bosque.**

Tamaño de parcela	Categoría de Regeneración	Intensidad Muestreo %	Número total parcelas		
			Por ha	Bosque Secundario	Bosque Aprovechado
1	Brinzal	2	50	80	250
2	Latizal bajo A Latizal bajo B Latizal alto	5	20	32	100
3	Fustal	20	20	32	100
4	Árbol Maduro	100	25	40	125

El bosque secundario fue dividido en 40 parcelas de tamaño 20x20 m. La distribución de las parcelas de muestreo 1, 2, 3 fue completamente aleatoria y dentro de las parcelas de 20x20 m.

El bosque aprovechado fue dividido en cinco estratos de 100x 500 m. De cada estrato se eligió al azar una unidad de muestreo de 20x500 m (1,0 ha). Luego esta faja fue dividida en 25 parcelas de 20x20 m. Al igual que en el bosque secundario la distribución de las parcelas de muestreo 1, 2, 3 fue completamente aleatoria y dentro de las parcelas de tamaño 20x20 m.

La información registrada para cada individuo está definida en el Cuadro 4. Las especies arbóreas más comunes de los grupos comerciales fueron identificadas directamente en el campo, mientras que en los casos de duda se colectaron muestras botánicas, identificadas en el Herbario del Museo Nacional de Costa Rica por el especialista en dendrología, Nelson Zamora. Cuando no fue posible colectar la muestra o ésta resultó insuficiente, el especialista realizó la identificación directamente en el área de trabajo.

El diámetro a la altura del pecho (1,30 m sobre el nivel del suelo) fue medido con cinta diamétrica con aproximación al mm. Cuando el árbol presentó gambas o deformaciones, la medición del DAP fue realizada a 30 cm arriba de ellas. En el caso de bifurcaciones, si ésta se presentó debajo del DAP se consideró como dos árboles y se tomó dos mediciones del DAP. Para las mediciones de altura se utilizó la barra telescópica y clinómetro Suunto.

**Cuadro 4. Información registrada para cada individuo según categoría de regeneración natural y árboles maduros**

<b>Regeneración y árboles maduros</b>	<b>Información registrada</b>
Brinzales	Nº de ejemplares/especie, abundancia de arbustos y palmas.
Latizales bajos A	Nº de ejemplares/especie, abundancia de arbustos y palmas.
Latizales bajos B	Nº de ejemplares/especie, abundancia de arbustos y palmas.
Latizales altos	Especie, DAP, altura total para el latizal con el DAP mayor, iluminación de copa, forma de copa y calidad de fuste.
Fustales	Especie, DAP, altura total para el fustal con el DAP mayor, iluminación de copa, forma de copa y calidad de fuste
Árbol maduro	Especie, DAP, altura total para el árbol maduro con el DAP mayor, iluminación de copa, forma de copa y calidad de fuste

Finalmente los parámetros de exposición y forma de copa fueron determinados de acuerdo a la clasificación de Dawkins (1958) Y Sinnott (1979) respectivamente (Figuras 1A y 2A). La calidad de fuste fue determinada según la calidad de la mejor troza de acuerdo a la clasificación realizada por Hutchinson, (1987b), Figura 3A.

### **3.2.8. El muestreo diagnóstico**

Con la finalidad de proporcionar una orientación sobre el (los) posible (s) tratamiento silvícola, según la edad, composición y estructura de los tipos de bosque, se siguió la metodología de Hutchinson, (1987c) en la instalación y evaluación de las parcelas.

Se levantaron parcelas de 10x10 m ubicadas a lo largo de líneas rectas en cada tipo de bosque, que contenían parcelas de 20x20 m. se instalaron dos parcelas de 10x 10 en forma opuesta, el total de parcelas instaladas en el bosque secundario fue 80 y en el bosque aprovechado 250

La evaluación se realizó de la siguiente manera:

- a) Dentro de cada parcela, se seleccionó una planta del grupo comercial deseable o aceptable, según normas de calidad y de acuerdo a la categoría de regeneración, teniendo prioridad los fustales sobre los latizales y brinzales. Dicha planta se llamó "Deseable sobresaliente" (DS), y el conjunto constituye la cosecha final (Cuadro 6A).
- b) Cada DS se clasificó según la clase (fustal, latizal o brinzal), iluminación de copa y presencia de lianas.

### 3.3 Análisis de la información

#### 3.3.1 Representatividad de los resultados.

El análisis, de la información del bosque secundario arroja estimaciones absolutas por hectárea, representativos de 1,6 ha. En cambio, los análisis del bosque aprovechado arrojan resultados promedios de cinco muestras representativas de la superficie de 25 ha. Para los parámetros área basal y número de árboles por hectárea se presentan estimadores de precisión (desviación estándar y límites de confianza) en los Cuadros 9A, 10A y 11A.

#### 3.3.2 Caracterización ecológica

La importancia ecológica de cada especie arbórea igual o mayor de 10 cm de DAP presente en cada tipo de bosque, fue determinado mediante el "Índice de Valor de Importancia Simplificado" I V Is, Salcedo, (1985), presentado en el cuadro de la vegetación. El cálculo del IVI s se hizo mediante la siguiente fórmula:

$$\boxed{I V I s = N \% \alpha + G \% \alpha}$$

Donde:

$N \% \alpha$  = abundancia relativa de cada especie  $\alpha$

$G \% \alpha$  = área basal relativa de cada especie  $\alpha$

$N \% \alpha$  fueron calculados mediante: 
$$N \% \alpha = \frac{A \alpha}{A} \times 100$$

Donde:

$A \alpha$  = Abundancia por hectárea de la especie  $\alpha$

$A$  = Número total de individuos/ha de la población

$G \% \alpha$  fueron calculados mediante: 
$$G \% \alpha = \frac{G \alpha}{G} \times 100$$

Donde:

$G \alpha$  =  $\Sigma$  del área basal/ha de la especie  $\alpha$

$G$  =  $\Sigma$  de las áreas basales/ha de la población

El cálculo del número de árboles/ha (N), y del área basal/ha (G) se realizó utilizando programas escritos por David Hughell, especialista en manejo y análisis de datos del proyecto Madeleña del CATIE, en DBASE-III PLUS los cuales fueron corridos en una microcomputadora PC-80.

### 3.3.3 Caracterización estructural

La descripción estructural de la población existente, fue analizada de acuerdo a Rollet, (1980). Se consideraron los siguientes aspectos:

#### 3.3.3.1 Organización horizontal

Los aspectos y rasgos de la organización horizontal de cada tipo de bosque, están expresados en términos de la abundancia de los individuos, área basal, frecuencia y distribución en clases diamétricas, tanto del número de árboles (N) como del área basal (G) de todos los individuos que componen cada tipo de bosque

Se presenta **la ocupación del sitio**, en términos de abundancia, área basal y frecuencia de la regeneración natural de los grupos comerciales deseables y aceptables Greig-Smith (1983) para determinar el estado de la regeneración natural valiosa en cada tipo de bosque. El análisis considera también a otros grupos vegetales (otras especies arbóreas, palmas y arbustos) cuya influencia ecológica, debe ser tomada en cuenta en las categorías de regeneración pertinentes de modo que análisis silvicultural sea más completo.

El cálculo de cada uno de los parámetros de la organización horizontal fue determinado de la siguiente manera:

#### Abundancia (N)

$$N = \frac{\sum \text{número árboles en toda la parcela}}{(A)(B)}$$

Donde:

- N = número de individuos por ha.
- A = tamaño de la parcela en hectáreas
- B = número de parcelas en una hectárea

#### Área basal (G)

La fórmula para el cálculo del área basal de un árbol individual es:

$$g = \frac{\pi(D^2)}{4}$$

Donde:

- g = área basal de un árbol individual
- D = Diámetro a la altura del pecho (DAP)

El área basal promedio por hectárea para un rodal es:

$$G = \frac{\sum \text{del área basal de todos los árboles de las parcelas}}{(A)(B)}$$

Donde:

G = área basal por hectárea

A = área de una parcela en hectáreas

B = número de parcelas en una hectárea

### **Frecuencia**

Fue calculada mediante la siguiente fórmula:

$$F \% \alpha = \frac{F \alpha}{F} \times 100$$

Donde:

F %  $\alpha$  = frecuencia relativa de la especie  $\alpha$

F  $\alpha$  =  $\frac{\text{N}^\circ \text{ de parcelas donde ocurre la especie } \alpha}{\text{N}^\circ \text{ total de parcelas de levantamiento}}$

F =  $\sum F_i$  ( $\sum$  frecuencias absolutas de todas las especies)

### **3.3.3.2 Organización vertical**

La organización vertical está expresada en función de la altura total máxima (altura del árbol más alto), altura total mínima (altura del árbol más bajo) y de la altura total promedio (Hx).

$$Hx = \frac{\sum \text{de alturas de cada categoría de regeneración}}{n}$$

Donde:

Hx = Altura promedio

n = Número de alturas medidas

### **3.3.4 Condición silvicultural**

La condición silvicultural de la regeneración natural fue analizada de acuerdo a distribuciones diamétricas. El intervalo de clase elegido fue 10 cm. Sin embargo, con la finalidad de obtener mayor información, se incluyó la clase diamétrica de 5-10 cm correspondiente a los Latizales altos.

La distribución del número de árboles por hectárea, según clases diamétricas, fue determinado para:

- los grupos ecológicos
- clases de iluminación de copa
- clases de forma de la copa y
- clases de calidad de fuste para cada uno de los grupos comerciales.

### **3.3.5 Análisis del muestreo diagnóstico**

Se calculó el número de deseables sobresalientes (DS) por hectárea y el número de DS afectados por lianas.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Descripción de los tipos de bosque**

#### **4.1.1. Topografía**

Según la pendiente, se reconocieron dos unidades fisiográficas (ladera y cima) para el bosque secundario y tres unidades fisiográficas para el bosque aprovechado (laderas, cimas, y partes bajas). El relieve del bosque secundario se caracteriza por tener pendientes que van desde 1%. Al 67 %. La altitud oscila entre 193 msnm y 225 msnm (Figuras 4A y 5A). Mientras el bosque aprovechado tiene una altitud comprendida entre 164 msnm y 193 msnm. Presenta pendientes que van desde 1%. a 133%. (Figura 6A). Es importante destacar que las pendientes más fuertes se registraron en distancias cortas lo que no constituye una limitante para el aprovechamiento forestal.

#### **4.1.2. Suelos**

Las características morfológicas, propiedades físicas y químicas encontradas en los suelos del bosque secundario y bosque aprovechada coinciden con los resultados encontrados por Nuñez et. al. (1979) en la zona de estudio.

Las principales características de los suelos se presentan en los Cuadro 7A y 8A. Los suelos del bosque secundario y aprovechado son de color pardo oscuro y textura por lo general pesada (arcillosa). Los valores de densidad aparente varían entre 0,57 g/cm<sup>3</sup> a 0,76 g/cm<sup>3</sup> típico de suelos volcánicos. Químicamente los suelos tienen reacciones fuertemente ácidas en las dos profundidades. El contenido de materia orgánica es mayor en el bosque secundario que en el aprovechado y varía con la pendiente. Las laderas de ambos bosques presentan menos materia orgánica que las cimas, por efecto de la erosión. La concentración de los principales elementos químicos es baja. Estas características los hace suelos infértiles. La acidez extraíble y el aluminio intercambiable son altos para ambos tipos de bosque, lo cual constituye un factor limitante para la mayoría de los cultivos.

El estudio de suelos y topografía mostró que estos dos bosques son iguales en cuanto a propiedades intrínsecas, presentando ligeras diferencias en cuanto a materia orgánica y pH los cuales pueden ser resultados de la intervención humana y del tipo de hojarasca producto de la composición florística. Los resultados ecológicos silviculturales presentados en ésta investigación, entonces, se pueden atribuir únicamente al grado de intervención humana.

### **4.2 Bosque secundario**

#### **4.2.1. Caracterización ecológica**

Se identificó un total de 22 especies comerciales (Cuadro 5) en el bosque secundario, 10 de las cuales fueron encontradas también por Hartshorn ( 1983 ) en el Bosque secundario de la estación biológica "La Selva", Costa Rica. Estas especies conviven con otras de escaso valor comercial actual, arbustos y palmas. Este hallazgo es importante para el manejo del bosque, pues la composición florística es más simple (menor número de especies).

**Cuadro 5. Especies comerciales del bosque secundario (todas clases de tamaño)**

Nombre Científico	Nombre Común	Familia	Grupo Ecológico
<b>Especies Deseables</b>			
<i>Minuartia quianensis</i>	Manú negro	OLACACEAE	5
<i>Symphonia globulifera</i>	Cerillo	GUTTIFERAE	9
<i>Vochyseia ferruginea</i>	Botarrama	VOCHYSIACEAE	2
<i>Vitex cooperi</i>	Manú platano	VERBENACEAE	3
<i>Virola sebifera</i>	Fruta dorada	MYRISTICACEAE	4
<i>Terminalia amazonia</i>	amarillón	COMBRETACEAE	4
<i>Lecythis ampla</i>	Jicaro	LECYTHIDACEAE	4
<i>Guarea sp</i>	Cocora	MELIACEAE	5
<b>Especies aceptables</b>			
<i>Pentaclethra macrobota</i>	Gavilán	MIMOSACEAE	4
<i>Pourona aspera</i>	Chumico	MORACEAE	3
<i>Dendropanax arboreus</i>	Fósforo	ARALIACEAE	3
<i>Vochysia hondurensis</i>	Chancho	VOCHYSIACEAE	2
<i>Simarouba amara</i>	Aceituno	SIMAROUBACEAE	2
<i>Laetia procera</i>	Manga larga	FLACOURTIACEAE	3
<i>Rollinia microsepala</i>	Amonillo	ANNONACEAE	2
<i>Apeiba membranacea</i>	Peine de mico	TILIACEAE	3
<i>Couepia polyandra</i>	Piedrilla	CHRYSOBALANACEAE	3
<i>Jacaranda copaia</i>	Jacaranda	BIGNONIACEAE	2
<i>Stryphnodendron excelsus</i>	Vainillo	MIMOSACEAE	2
<i>Dussia towarensis</i>	Targuayugo	PAPILIONACEAE	3
<i>Pouruma minor</i>	Chumica	MORACEAE	3
<i>Goethalsa meiantha</i>	Guacimo blanco	TILIACEAE	2
<b>Otras especies</b>			9
<b>Arbustos</b>			9
<b>Palmas</b>			9

**Grupo ecológico**

2 heliófita durable de crecimiento rápido

3 heliófita durable de crecimiento regular 4 esciofita parcial

5 esciofita total

9 desconocido

En cuanto a la clasificación comercial, de las 22 especies comerciales que están presentes en el bosque secundario, ocho especies pertenecen al grupo de las especies deseables y 14 pertenecen al grupo de las aceptables (Cuadro 5).

### Cuadro de la vegetación

El Cuadro de la vegetación (Cuadro 6) destaca la importancia ecológica de las especies con DAP  $\geq$  a 10 cm en el seno del bosque secundario.

**Cuadro 6. Cuadro de vegetación del bosque secundario para las especies con DAP  $\geq$  10 cm.**

Nombre de la especie	I V I s	Abundancia		Área basal	
		(N)	(%)	(G)	(%)
Vochysia ferruginea	60,1	96,9	18,5	8,01	41,6
Pentaclethra macroloba	27,7	93,8	17,9	1,87	9,8
Goethalsia meiantha	19,8	44,4	8,6	2,17	11,2
Simarouba amara	13,4	28,7	5,5	1,52	7,9
Laetia procera	11,2	40,6	4,8	0,65	3,4
Apeiba membranaceae	9,8	25,0	2,4	0,96	4,9
Rollinia microsepala	6,1	12,5	0,6	0,71	3,7
Couepia polyandra	1,8	3,1	0,6	0,24	1,2
Jacaranda copaia	1,5	3,1	0,1	0,18	0,9
Lecythis ampla	1,3	0,6	0,6	0,23	1,3
Minuartia quianensis	0,9	3,1	0,1	0,07	0,3
Guarea sp	0,7	0,6	67,6	0,12	0,6
SUB TOTAL (12 esp.	154,4	352,4	32,4	16,73	86,8
Otras especies	45,6	168,8		2,55	13,2
<b>TOTAL</b>	<b>200,0</b>	<b>521,2</b>	<b>100,0</b>	<b>19,28</b>	<b>100,0</b>

La importancia ecológica de una especie cualquiera puede ser expresada a través del "índice de valor de importancia simplificado" IVIs. El IVIs integra la información de la abundancia y del área basal en términos relativos. Según el IVIs cinco especies valiosas. Vochysia ferruginea, Pentaclethra macroloba, Goethalsia meiantha, Simarouba amara y Laetia procera determinan más de la mitad del peso ecológico del bosque secundario. Destaca la dominancia de la especie Vochysia ferruginea, cuyo IVIs alcanza 60.1 (30% del total del bosque), el doble del IVIs de Pentaclethra macroloba, la segunda especie en orden de importancia, pese a que la abundancia relativa (17,9%) de esta es casi igual a la de Vochysia, tiene un valor bajo del IVIs ya que está conformada por árboles jóvenes de diámetros pequeños. El caso inverso ocurre con Goethalsia meiantha que la ubica en el tercer lugar de importancia ecológica. Las especies Simarouba amara y Laetia procera presentan menos abundancia y menores diámetros en relación a las especies anteriores.

En el Cuadro 7 se presenta el "cuadro de la vegetación" del bosque secundario por grupos comerciales. El grupo comercial de mayor importancia ecológica es el grupo de las especies aceptables que forman casi la mitad del peso ecológico del bosque. El grupo comercial de especies deseables ocupa el segundo lugar en importancia ecológica, destacándose que este grupo posee la mayor área basal del bosque pues numerosos árboles tienen diámetros superiores a los 20 cm de DAP; la gran mayoría de estos árboles gruesos son de Vochysia ferruginea. El grupo otras especies, es menos abundante y de menor área basal, lo cual pone

en evidencia la dominancia e importancia de los grupos deseables y aceptables en el bosque secundario, haciéndolo apto para la producción de madera.

**Cuadro 7. Cuadro de la vegetación por grupo comercial para las especies con DAP  $\geq$  10 cm del bosque secundario.**

Grupo comercial	I V I s	Abundancia		Área Basal	
		(N)	(%)	(G)	(%)
Aceptable	91,2	251,2	48,2	8,29	43,0
Deseable	63,2	101,2	19,4	8,44	43,8
Subtotal	154,4	352,2	67,6	16,73	86,8
Otras especies	45,6	168,8	32,4	2,55	32,2
<b>TOTAL</b>	200,0	521,2	100,0	19,28	100,0

#### 4.2.2. Caracterización estructural

##### 4.2.2.1 Organización horizontal

En el Cuadro 8 se observa que el número total de individuos es 19.840/ha. Bajo 5 cm DAP, la abundancia de individuos aumenta bastante, siendo el total de latizales bajos 3.215/ha, y de brinzales, 14.719/ha. La distribución del número de individuos por clases de tamaño se presenta en la Figura 4. Los brinzales constituyen un 74,2% de la población total. A partir de esta clase el número de individuos/ha se reduce bruscamente conforme se incrementa la categoría de regeneración, de manera que los árboles maduros constituyen sólo un 0.1% de la población. De acuerdo a los resultados presentados la organización horizontal del bosque secundario está de acuerdo al patrón general del bosque húmedo tropical (Rollet, 1980).

El área basal total (G) del bosque secundario es 21,34m<sup>2</sup>/ha (árboles con DAP  $\geq$  de 5 cm.), los fustales representan el 73% de la misma, indicando la importancia económica de esta categoría de regeneración pues es la materia prima de la próxima cosecha. El área basal de los árboles con DAP  $\geq$  de 10 cm es 19,3 m<sup>2</sup>/ha (Cuadro 8)

En cuanto a la frecuencia de encontrar un individuo de una categoría de regeneración en una parcela de tamaño respectivo es 100 % en el caso de brinzales y fustales. Esto quiere decir, que en todas las parcelas inventariadas siempre se encontró un brinjal(es) y fustal (es), respectivamente. En cambio los latizales bajos A y B, y latizales altos, presentan una frecuencia de 97% y 69%, respectivamente.

Por tanto, estos tamaños de regeneración no se encontraron en todas las parcelas levantadas. La frecuencia más baja corresponde a los árboles maduros, estando ocupadas; por un árbol (es) de esta categoría sólo un 60 % de las parcelas levantadas (Cuadro 8 y Figura 4). En general existe una buena distribución en el terreno de la población vegetal exceptuándose en el caso de latizales altos.

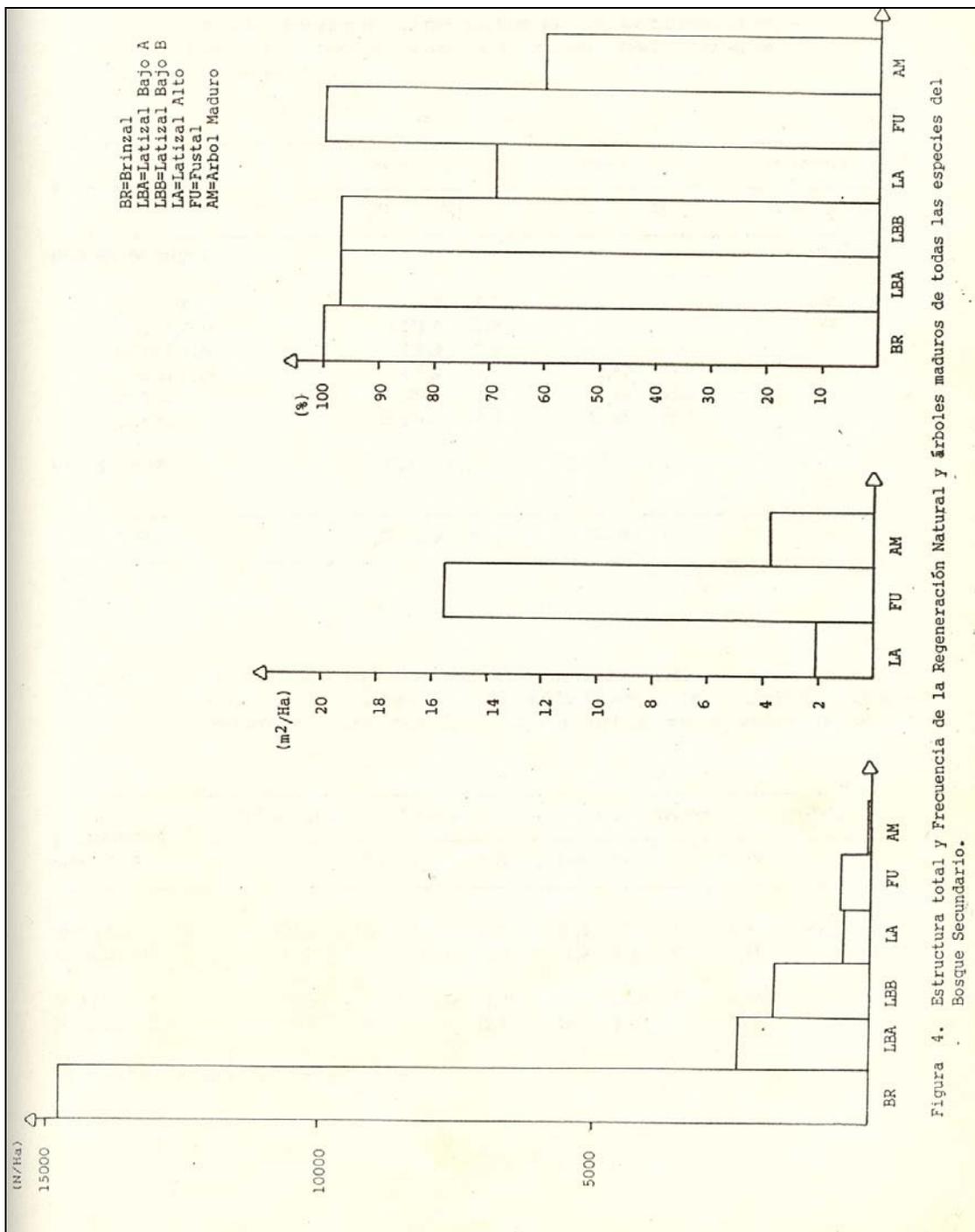


Figura 4. Estructura total y Frecuencia de la Regeneración Natural y Árboles maduros de todas las especies del Bosque Secundario.

Figura 4.

**Cuadro 8. Abundancia, área basal y frecuencia promedio de la regeneración natural y árboles maduros de todas las especies del bosque secundario.**

Bosque secundario	Abundancia		Área Basal		Frecuencia
	(N)	(%)	G	(%)	(% Ocupación)
<b>Regeneración natural</b>					
Brinzales	14.719,0	74,2	-	-	100
Latizal bajo A	2.375,0	12,0	-	-	97
Latizal Bajo B	1.750,0	8,8	-	-	97
Latizal alto	475,0	2,4	2,07	9,7	69
Fustales	500,0	2,5	15,58	73,0	100
Subtotal	19.819,0	99,9	17,65	82,7	-
Arboles Maduros	21,1	0,1	3,69	17,3	60
<b>TOTAL</b>	<b>19.840,2</b>	<b>100,0</b>	<b>21,34</b>	<b>100,0</b>	<b>184</b>

De acuerdo al Cuadro 9 y Figura 5, el número total de individuos con DAP  $\geq$  de 5 cm es 996/ha. La distribución del número de árboles/ha por clases de DAP se acerca aproximadamente a la curva en forma de "J" invertida (Rollet, 1980), con diámetros menores de 20 cm de DAP el número de árboles aumenta rápidamente, mientras que con diámetros mayores de 20 cm el número decrece considerablemente. No se presentaron árboles de DAP superior a 79 cm.

**Cuadro 9. Distribución de la abundancia (N) y área basal (G) por clases diamétricas de todas las especies con DAP  $\geq$  de 5 cm del bosque secundario.**

Distribuciones Diamétricas	Latizal alto	Fustales			Árboles maduros				TOTAL
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	
ABUNDANCIA	475,0	315,9	128,2	56,0	17,5	1,9	1,2	0,6	996,3
Porcentaje (%)	47,7	31,7	12,9	5,6	1,8	0,2	0,1	0,0	100,0
AREA BASAL	2,07	4,44	6,38	4,76	2,66	0,39	0,40	0,24	21,34
Porcentaje (%)	9,7	20,8	29,9	22,3	12,5	1,8	1,8	1,2	100,0

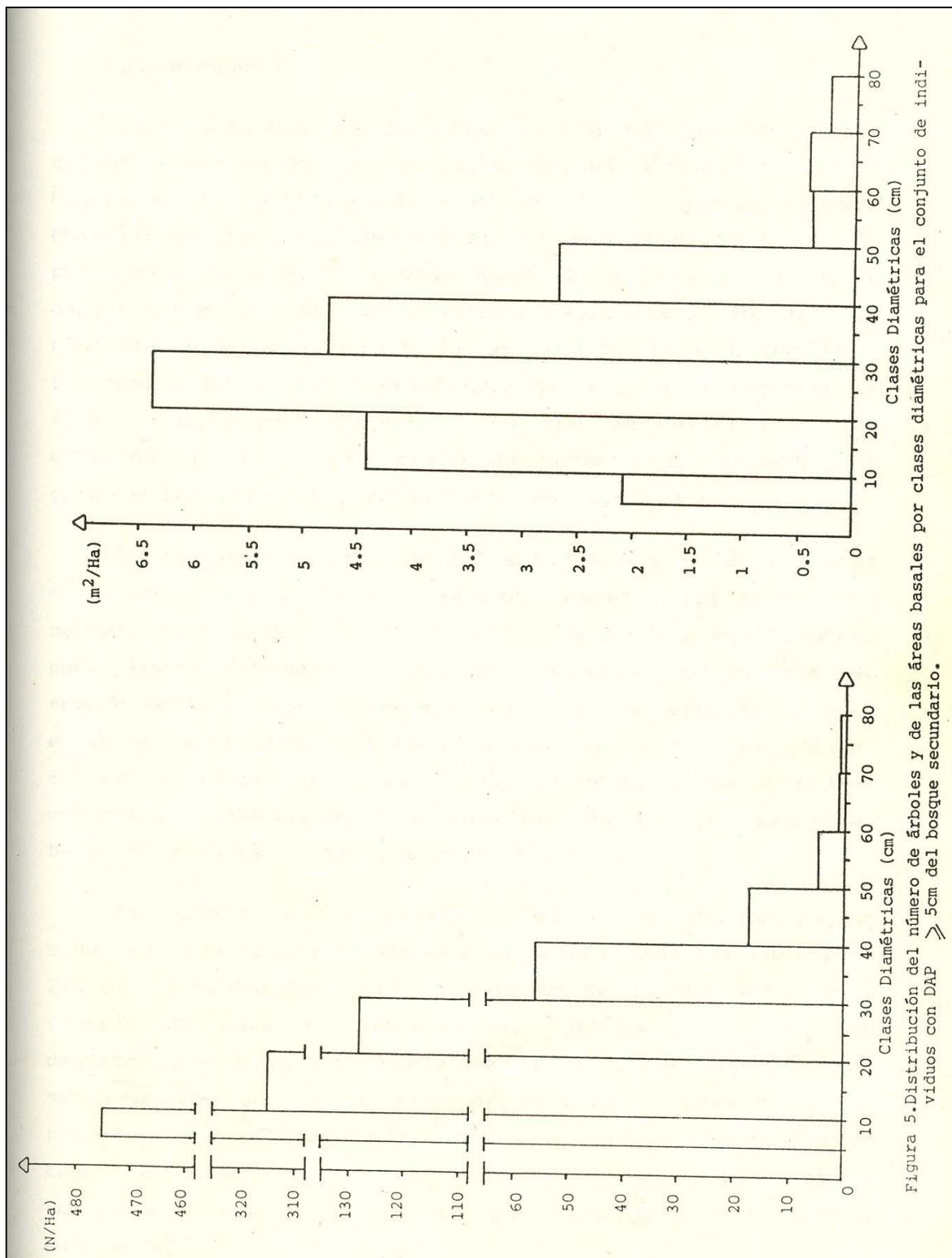


Figura 5. Distribución del número de árboles y de las áreas basales por clases diamétricas para el conjunto de individuos con DAP  $\geq$  5cm del bosque secundario.

Figura 5.

## Ocupación del sitio

### a. Abundancia

La abundancia de la regeneración natural según los grupos comerciales se presenta en el cuadro 10 y la Figura 6. En los brinzales, el 49 % de la población esta constituida por especies arbustivas (no leñosas) y el 43 % por otras especies arbóreas quedando solamente un 8 % de especies comerciales. La abundancia absoluta de los árboles comerciales en esta categoría es 1031/ha (469 deseables y 562 aceptables). Estos resultados evidencian la competencia (luz y suelo principalmente) en que se desarrollan las especies valiosas. El grado de competencia depende del grupo ecológico al que pertenecen las especies valiosas.

En la población de latizales bajos A y B los arbustos están reducidos al 5% y 2% respectivamente, así mismo, las palmas, representan el 2% en cada una de las poblaciones, para luego desaparecer en las sucesivas categorías de regeneración indicando la baja capacidad de supervivencia de estas especies vegetales en el bosque secundario estudiado. En estas clases de tamaño la abundancia de especies comerciales (deseables y aceptables) es 163/ha (latizales bajos A) y 74/ha (latizales bajos B).

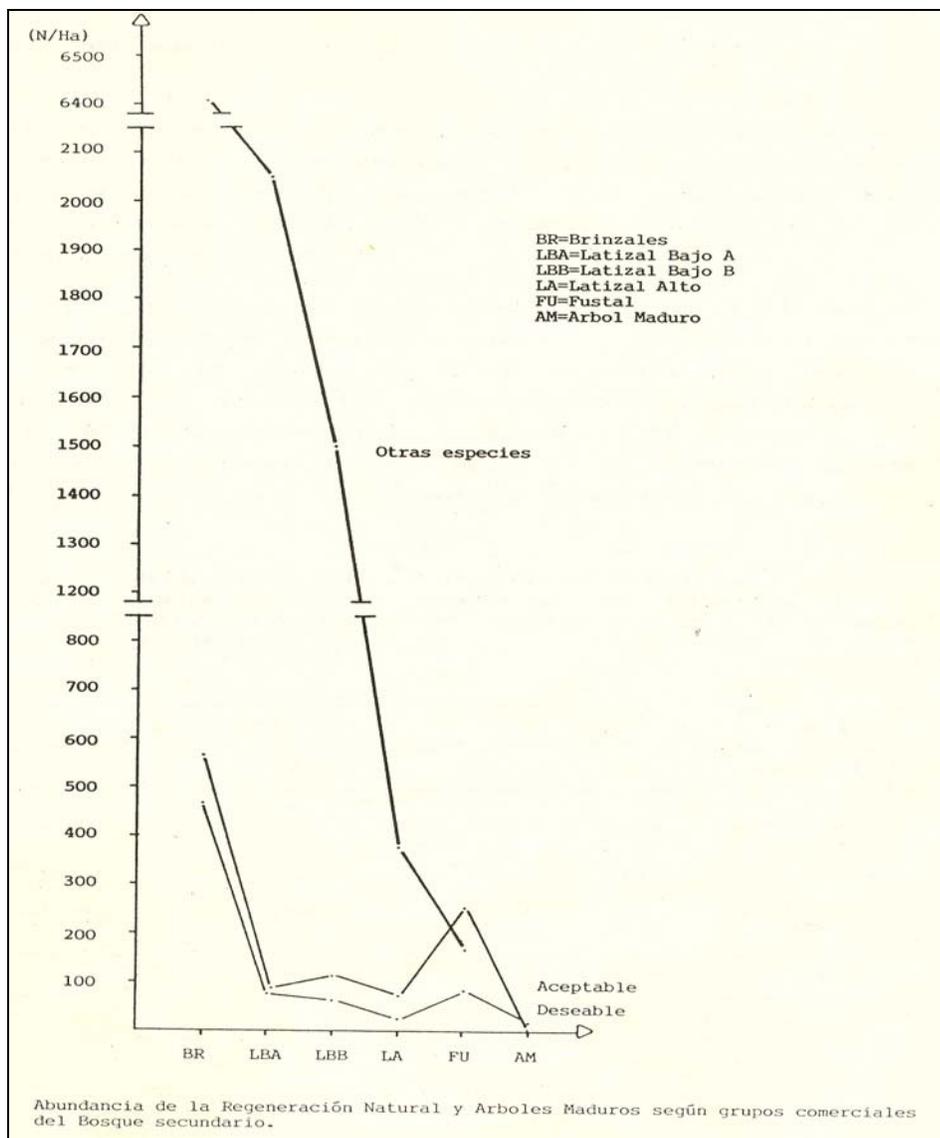
En cuanto a los latizales altos la abundancia de especies comerciales asciende a 100 árboles/ha, es decir, un 21 % de la población total. El resto de la población está formado de especies arbóreas no comerciales. Hay que destacar que la gran mayoría de estas "otras especies" no son especies de dosel, sino árboles que alcanzan tamaño pequeño o mediano indicando la escasa potencialidad comercial de este grupo. Incluye, por ejemplo, especies de los géneros Guatteria, Anaxaqorea y Annona de la familia Annonaceae.

En la categoría de regeneración fustales la población se incrementa y concentra por primera vez en especies de los grupos deseable y aceptable (331 árboles/ha), estas constituyen un 66% (50% aceptables, 16% deseables) de la población total de fustales. Este incremento del número de árboles puede explicarse por la abundancia de la regeneración de heliófitas durables, establecida en los meses después del abandono del lote.

**Cuadro 10. Abundancia (N) de la regeneración natural y de Arboles maduros según grupos comerciales del bosque secundario.**

Grupo comercial	Brinzales (N)	Latizal bajo A (N)	Latizal bajo B (N)	Latizal alto (N)	Fustales (N)	Árbol Maduro (N)	Total	
							(N)	(%)
Aceptable	562	88	12	75	250	1,2	1.088,2	3,7
Deseable	469	75	62	25	81,2	20,0	732,2	5,4
<u>Otras especies</u>	6.406	2.050	1.500	375	168,8	-	10.499,8	53,0
Arbustos	7281	112	38	-	-	-	7.431,0	37,5
Palmas	-	50	38	-	-	-	88,0	0,4
Total	1.4714	2.375	1.750	475	500	21,2	19.840,2	100,0
Porcentaje	74,1	11,9	8,9	2,4	2,6	0,1	100,0	

El grupo otras especies desaparece a nivel de árboles maduros. Los resultados anteriores demuestran la satisfactoria abundancia de los fustales de los grupos aceptables y deseables dentro del bosque secundario (Cuadro 10)



**Figura 6.**

### b. Área basal

El 81 % del área basal total (21,34 m<sup>2</sup>/ha) está constituido por especies comerciales deseables y aceptables, mientras el grupo otras especies solamente tiene un área basal de 4,05 m<sup>2</sup>/ha (19 % del área basal total), lo cual muestra la potencialidad de los grupos comerciales en el bosque secundario (Cuadro 11).

En los fustales, la mayor área basal (8,12 m<sup>2</sup>/ha) se presenta en el grupo comercial aceptable, el segundo lugar es ocupado por el grupo maderable deseable (4,9 m<sup>2</sup>/ha); mientras a nivel de árboles maduros el área basal mayor la presenta el grupo comercial deseable (3,51 m<sup>2</sup>/ha). En general el área basal de la regeneración natural valiosa muestra mayor potencial que los árboles maduros valiosos.

**Cuadro 11. Área basal (G) de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos comerciales de individuos con DAP  $\geq$  5 cm en el bosque secundario.**

Grupo Comercial	Latizal alto (G)	Fustales (G)	Árbol Maduro (G)	Total	
				(G)	(%)
Deseable	0,14	4,90	3,51	8,55	40,9
Aceptable	0,45	8,12	0,17	8,74	40,1
Otras especies	1,48	2,57	-	4,05	19,0
<b>TOTAL</b>	<b>2,07</b>	<b>15,59</b>	<b>3,68</b>	<b>21,34</b>	<b>100,0</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>9,8</b>	<b>73,0</b>	<b>17,2</b>	<b>100,0</b>	

### c. Frecuencia.

En el Cuadro 12 se observa la frecuencia de distribución de los grupos comerciales en las parcelas levantadas. El grupo deseable registra la mejor distribución a nivel de fustales (41 %) y árboles maduros (61 %), es decir, de 32 parcelas de 10x10 m, 13 están ocupadas por fustales de especies deseables, y de 40 parcelas de 20x20 m, 24 están ocupadas por árboles maduros de especies deseables. Para el grupo comercial aceptable la frecuencia de distribución es 100 %. a nivel de fustales, es decir, que todas las parcelas levantadas se hallan ocupadas por uno o más fustales. Los fustales y árboles maduros de las especies deseables se hallan distribuidos adecuadamente en el bosque secundario siguiéndole en importancia los fustales aceptables. Lo contrario ocurre en las categorías más pequeñas de regeneración. Este hecho se explica debido al carácter heliófita de la mayoría de las especies valiosas que probablemente mueren al no recibir la iluminación requerida para su desarrollo.

El grupo otras especies presenta frecuencias de ocurrencia superiores al 40 % en todos los tamaños de regeneración alcanzando su máximo valor a nivel de brinzales (100%) y el mínimo en los latizales bajos B (0 %) y árboles maduros (0 %).

**Cuadro 12. Frecuencia de los grupos comerciales de la regeneración natural y de árboles maduros en el bosque secundario.**

Grupo comercial	Brinzales		Latizal bajo A		Latizal bajo B		Latizal alto		Fustales		Árbol Maduro	
	(No)	(%)	(No)	(%)	(No)	(%)	(No)	(%)	(No)	(%)	(No)	(%)
Aceptable	8,0	10,0	8,8	28,0	4,6	15,0	2,8	9,0	13,1	41,0	24,4	61,0
Deseable	15,2	19,0	4,6	37,0	7,9	25,0	5,6	18,0	32,0	100,0	0,8	2,0
Otras especies	80,0	100,0	47,3	14,8	32,0	100,0	19,8	62,0	28,2	88	-	-
Arbustos	60,0	75	8,0	25	1,9	6	-	-	-	-	-	-
Palmas	-	-	5,1	16	2,8	9	-	-	-	-	-	-
<b>Total (Parcelas levantadas)</b>	80,0		32,0		32,0		32,0		32,0		40,0	

#### 4.2.2.2. Organización vertical

Respecto a la posibilidad de que existan estratos en la masa boscosa, resulta difícil hacer evidente tal patrón de organización en base a las alturas determinadas, pues están distribuidas continuamente sin existir divisiones rígidas entre ellas.

La altura total promedio para los latizales altos es 10,5 m (Cuadro 13) correspondiendo a *Laetia procera* la altura máxima. Árboles inmaduros de esta especie tienden a ser altos y delgados en comparación con otras especies como *Vochysia ferruginea* y *Simarouba amara*. Para los fustales la altura promedio es 21,2 m, *Minquartia quianensis* presenta la altura mínima y *Simarouba amara* la altura máxima. A nivel de árboles maduros *Lecythis* alcanza la altura máxima, la que corresponde a un árbol remanente del bosque primario original, mientras que, *Vochysia ferruginea* representa la altura mínima. Los árboles maduros representan el dosel superior del bosque secundario que en promedio alcanza 27,5 m de altura.

**Cuadro 13. Altura total mínima (H min), máxima (H máx.) y promedio (H x) de la regeneración natural y árboles maduras del bosque secundaria.**

Regeneración Natural	H. min. (m)	H. máx. (m)	Hx (m)	Desviación Standard
Brinzales*	0,30	1,49	-	-
Latizales bajos A	1,50	2,99	-	-
Latizales bajos B	3,0	< 5 cm DAP	-	-
Latizales altos	6,20	15,30	10,51	2,5
Fustales	10,30	33,20	21,20	5,7
Árboles maduros	21,40	40,20	27,50	3,8

\* Las alturas de esta categoría de regeneración fueron fijadas previamente al trabajo de campo

#### 4.2.3. Condición silvicultural de los grupos comerciales

A partir de acá el análisis del bosque secundario está dirigido sólo a los latizales altos, fustales y árboles maduros de los grupos comerciales deseables y aceptables, a fin de examinar el potencial de la vegetación para un manejo forestal basado en la regeneración natural, e indicar posibles tratamientos silviculturales. Los brinzales, latizales bajos A y latizales bajos B son excluidos del análisis pues se desconoce la supervivencia y la reacción de los mismos a los tratamientos silviculturales, corriéndose riesgos ecológicos y económicos al trabajar con estos niveles de regeneración.

La condición silvicultural de la población de especies comerciales se presenta a través de distribuciones diamétricas de variables como: número de árboles por hectárea, área basal en m<sup>2</sup>/ha, grupos ecológicos, iluminación de la copa, forma de copa, calidad de fuste, para los individuos valiosos mayores de 5 cm de DAP, y el muestreo diagnóstico.

La distribución del número de árboles por clases diamétricas según los grupos comerciales se presenta en el Cuadro 14 y Figura 7. A diferencia de la vegetación entera (Figura. 4) las especies agrupadas según criterios comerciales muestran distribuciones diamétricas del número de árboles bastante irregulares. El grupo deseable presenta una distribución con dos máximos, uno en la clase 5,0-9,9 cm DAP y el otro en la clase 20-29,9 cm DAP; la clase 10,0-19,9 cm DAP es la menos poblada. A partir de 10 cm DAP la distribución se aproxima a la forma de una campana.

En el caso de las especies aceptables la distribución del número de árboles por clases diamétricas también se aproxima a la forma de una campana, corrida hacia la izquierda con un máximo en la clase 10,0-19,9 cm DAP. Hay más árboles en la clase 20-29,9 cm DAP que en la de 5,0-9,9 cm DAP. En cambio la distribución del número de árboles del grupo otras especies están fuertemente inclinadas hacia la izquierda. Se observa un número elevado de individuos en la clase 5,0-9,9 cm DAP y no se encontró ningún árbol de diámetro superior a 30 cm en este grupo.

Relacionando las distribuciones diamétricas de los dos grupos de especies comerciales, ambas son características de especies que no toleran la sombra (Rollet, 1980) y que, por lo tanto, no presentan un proceso continuo de regeneración natural. En cambio, la distribución del grupo "otras especies" indica especies tolerantes que se regeneran a la sombra de otros árboles, presentando un proceso continuo de regeneración.

**Cuadro 14. Distribución diamétrica del número de árboles (N) según grupos comerciales de los individuos con DAP  $\geq$  5 cm del bosque secundario.**

Grupo comercial	Latizal alto	Fustal			Árbol Maduro				TOTAL	
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	(G)	(%)
Deseable	25,0	12,5	37,5	31,2	16,3	1,9	1,2	0,6	326,3	37,7
Porcentaje	19,8	10,0	29,7	24,7	13,0	1,5	0,9	0,4	100,0	
Aceptable	75,0	147,2	78,1	24,8	1,2	-	-	-	126,2	12,7
Porcentaje	23,0	45,1	23,9	7,6	0,4	-	-	-	100,0	
Otras especies	375,0	156,2	12,6	-	-	-	-	-	543,8	54,6
Porcentaje	68,9	28,8	2,3	-	-	-	-	-	100,0	
<b>Total</b>	475,0	315,9	128,2	56,0	17,5	1,9	1,2	0,6	996,3	100,0
<b>porcentaje</b>	47,7	31,7	12,9	5,6	1,8	0,2	0,1	0,1	100,0	

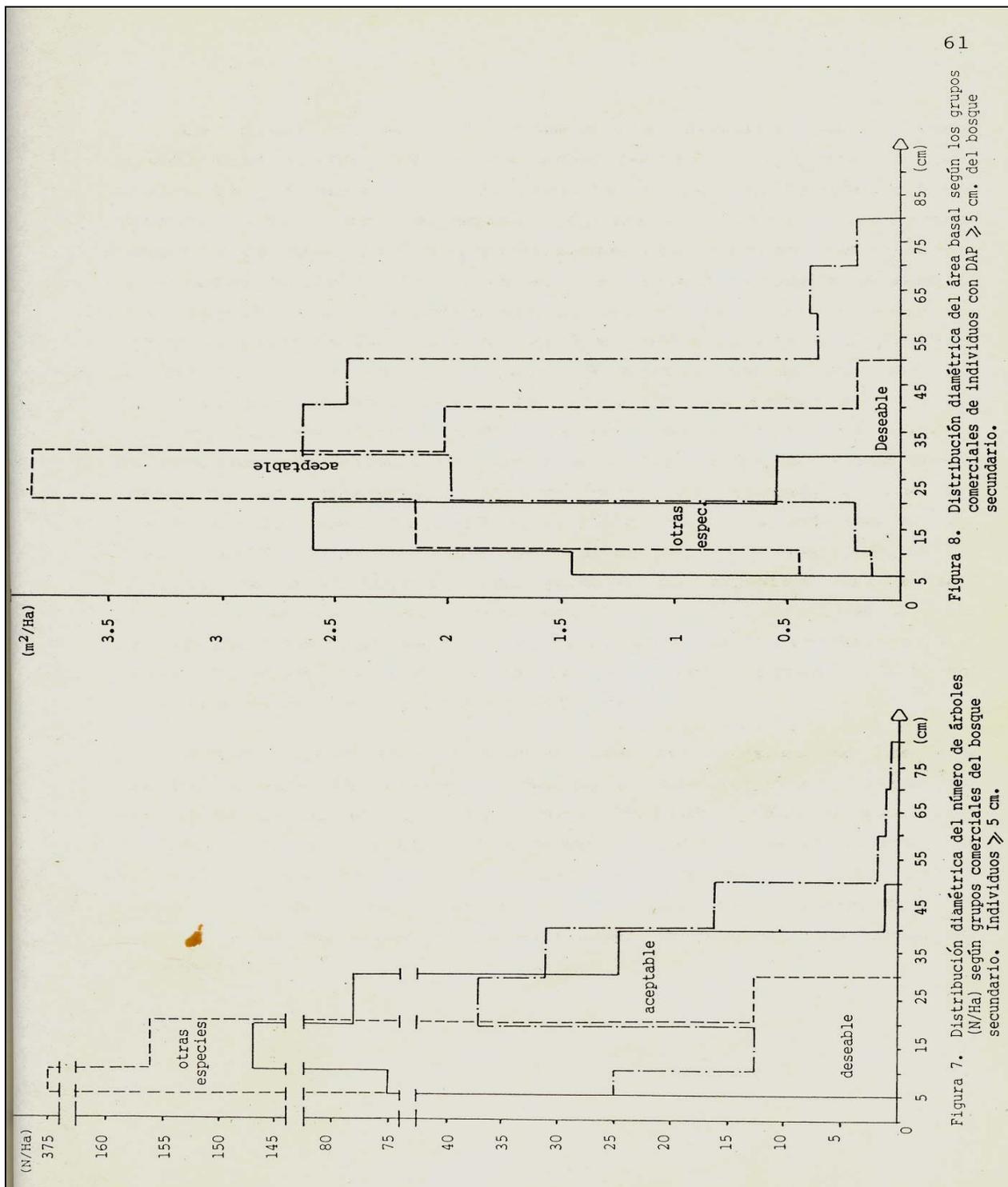


Figura 7.

Figura 8. Distribución diamétrica del área basal según los grupos comerciales de individuos con DAP  $\geq$  5 cm. del bosque secundario.

Figura 7. Distribución diamétrica del número de árboles (N/Ha) según grupos comerciales del bosque secundario. Individuos  $\geq$  5 cm.

La distribución diamétrica del área basal de los tres grupos de especies se presenta en el Cuadro 15 y Figura 8 donde la menor área basal se presenta en los latizales altos y la mayor área basal se concentra en los fustales. A su vez, los árboles maduros del grupo deseable (*Vochysia ferruginea* principalmente) presentan mayor área basal (3,51 m<sup>2</sup>/ha) disponible para el aprovechamiento actual que el grupo aceptable (0,18 m<sup>2</sup>/ha), lo cual evidencia la importancia de las heliófitas durables a este nivel.

**Cuadro 15. Distribución Diamétrica del área basal (G) según los grupos comerciales de individuos con DAP  $\geq$  5 cm del bosque secundario.**

Grupo comercial	Latizal alto	Fustal			Árbol Maduro				TOTAL	
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	(G)	(%)
Deseable	0,14	0,23	2,00	2,67	2,48	0,39	0,40	0,24	8,55	40,1
Porcentaje	1,6	2,7	23,4	31,2	29,0	4,6	4,6	2,9	100,0	
Aceptable	0,46	2,15	3,86	2,09	0,18	-	-	-	8,74	40,9
Porcentaje	5,3	24,6	44,2	23,9	2,0	-	-	-	100,0	
Otras especies	1,47	2,06	0,52	-	-	-	-	-	4,05	19,0
Porcentaje	36,3	50,9	12,8	-	-	-	-	-	100,0	
<b>Total</b>	2,07	4,44	6,38	4,76	2,66	0,39	0,40	1,24	21,34	100,0
porcentaje	9,7	20,8	29,9	22,3	12,5	1,8	1,8	1,2	100,0	

En el Cuadro 16 las poblaciones de los grupos comerciales se descomponen en grupos ecológicos, observándose que en esta etapa de la sucesión secundaria no se encuentran heliófitas efímeras (especies pioneras) porque tienen un ciclo de vida corto y crecen solamente en condiciones de plena iluminación (claros grandes).

Integrando los grupos deseable y aceptable se encontró que las heliófitas durables de crecimiento rápido representan el 43,7% de éstos grupos y está representada principalmente por *Vochysia ferruginea*; las heliófitas durables de crecimiento regular representan el 20,8% mientras el 35,5% Son esciófitas parciales, principalmente *Pentaclethra macroloba*. Las heliófitas durables deseables de crecimiento rápido llegan a alcanzar todas las clases diamétricas y dominan el dosel superior, mientras que las heliófitas durables aceptables de crecimiento rápido y regular se encuentran restringidas en clases diamétricas  $\leq$  30 cm DAP al igual que las esciófitas parciales.

Existe un bajo número de latizales altos del grupo heliófita durables de crecimiento rápido, a pesar de existir la fuente de semillas apropiada, indicando la ausencia de luz para la supervivencia de ésta categoría de regeneración.

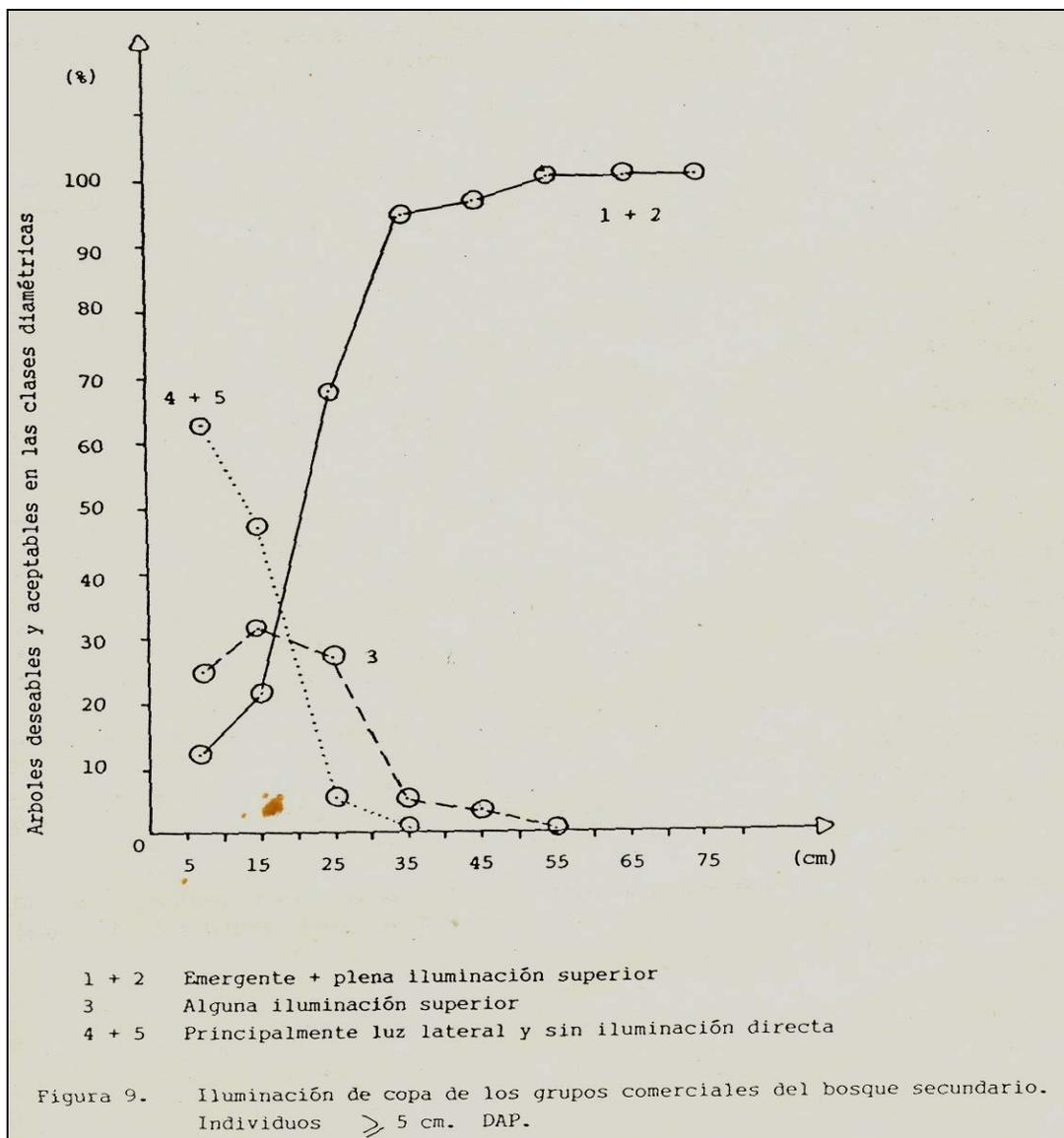
**Cuadro 16. Grupos ecológicos según los grupos comerciales para los individuos con DAP  $\geq$  5 cm, del bosque secundario**

Grupo comercial	Latizal alto	Fustal			Árbol Maduro				TOTAL	
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	(N)	(%)
Deseable										
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	9,4	37,5	31,2	15,6	1,9	0,6	0,6	96,8	21,4
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	25,0	-	-	-	-	-	0,6	-	25,6	5,7
5	-	3,2	-	-	0,6	-	-	-	3,8	0,8
Acceptable										
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	12,5	25,1	46,9	15,4	1,2	-	-	-	101,1	22,3
3	25,0	47,0	12,5	9,4	-	-	-	-	93,9	20,8
4	37,5	75,0	18,8	-	-	-	-	-	131,3	29,0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	100,0	159,3	115,8	56,2	17,5	1,9	1,2	0,6	425,5	100,0
porcentaje	22,1	25,6	25,6	12,4	4,0	0,4	0,2	0,1	100,0	
Otras especies										
9	375,0	156,2	12,6	-	-	-	-	-	543,8	100,0
total	475,0	315,9	128,2	56,0	17,5	1,9	1,2	0,6	996,3	
porcentaje	47,7	31,7	12,9	5,6	1,8	0,2	0,1	0,0	100,0	

1 = Heliófito efímera,      2 = Heliófito durable de crecimiento rápido,  
 3 = Heliófito durable de crecimiento regular,      4 = Esciófito parcial,  
 5= Esciófito total,      9 = Desconocido.

Es evidente (Figura 9), que existe una relación directa entre la iluminación de la copa y el DAP. Así, el número de árboles en las clases 1 y 2 (emergentes y plena iluminación superior) aumenta significativamente a partir de 10 cm de DAP, de manera que un (67%) de los árboles de 20,0-29,9 cm DAP se encuentran en dichas clases. A partir de 30 cm DAP el 90 y 100% de los árboles en una clase diamétrica dada son emergentes o reciben plena iluminación superior.

Así mismo, casi un 62% de los árboles DAP 5,0-9,9 cm reciben luz lateral o ninguna iluminación directa (clase 4 y 5), mientras en la clase diamétrica 20,0-29,9 cm menos del 10% de los árboles en esta clase diamétrica se encuentran en condiciones de sombra. A partir de 30 cm DAP, no se encuentran árboles en las clases de iluminación 4 y 5. Los resultados indican que el 62,5% de los latizales altos no reciben condiciones de luz adecuadas. La existencia o no de latizales al tos condiciona la existencia de fustales, por tanto, el cuello de botella del ciclo de regeneración del bosque secundario, estaría a este nivel.



La distribución de los árboles de los grupos comerciales por clases de iluminación de copa se presenta en el Cuadro 17. Un 44% de la población total de los grupos maderables deseable y aceptable presenta copas emergentes o con plena iluminación superior, mientras el 24% de la misma población recibe alguna iluminación superior. El 32% de los árboles maderables del bosque secundario presentan copas que reciben principalmente luz lateral o no reciben ninguna iluminación directa, siendo estos, árboles de especies aceptables con diámetros inferiores a 20 cm DAP.

**Cuadro 17. La iluminación de copa de los grupos comerciales para individuos con DAP de 5 cm del bosque secundario**

Grupo comercial	Latizal alto	Fustal			Árbol Maduro				TOTAL	
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	(N)	(%)
Deseable										
1	-	-	9,4	-	4,5	-	0,6	0,6	15,1	3,3
2	-	-	25,2	28,1	11,2	1,9	0,6	-	67,0	14,8
3	-	-	-	3,1	0,6	-	-	-	3,7	0,8
4	25,0	12,5	3,1	-	-	-	-	-	40,6	8,9
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceptable										
1	-	6,2	18,8	12,5	-	-	-	-	37,5	8,2
2	12,5	28,1	25,0	12,5	1,2	-	-	-	79,3	17,6
3	25,0	50,0	35,2	-	-	-	-	-	106,2	23,6
4	37,5	53,1	3,1	-	-	-	-	-	93,7	20,7
5	-	9,4	-	-	-	-	-	-	9,4	2,1
<b>Total</b>	100,0	159,3	115,8	56,2	17,5	1,9	1,2	0,6	452,5	100,0
Porcentaje	22,1	35,2	25,6	12,4	4,0	0,4	0,2	0,1	100,0	

1 = Emergente

2 = Plena iluminación superior

3 = alguna iluminación superior

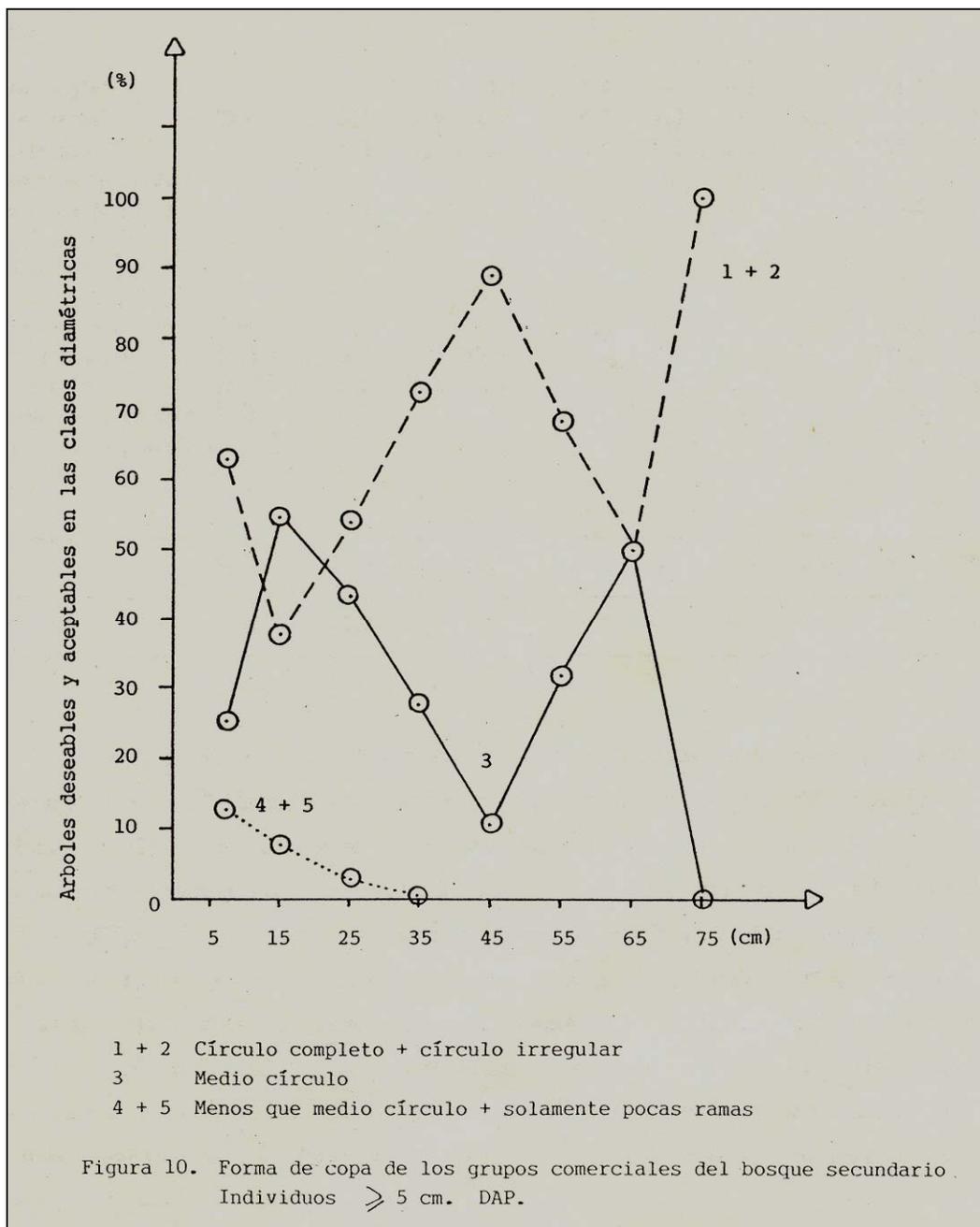
4 = Principalmente luz lateral

5 = Sin ninguna iluminación directa

Las distribuciones del número de árboles por clases de forma de copa se presentan, por grupos comerciales, en el Cuadro 18. Se puede apreciar que el 43,9 % de la población de árboles comerciales presenta copas en las clases, círculo completo y círculo regular (1 y 2); el 40 % en la clase medio círculo y sólo el 6 % en las clases menos que medio círculo o solamente pocas ramas (4 y 5). Synnott (1979) y Hutchinson (1987c) manifiestan que las clases 4 y 5 representan árboles con pocas posibilidades de crecimiento o reacción a tratamientos silviculturales. Las clases 1 y 2 son óptimas. En base a estos resultados se puede afirmar, con respecto a la forma de copa como medida de la salud y vigor de un árbol, que la población de árboles maderables del bosque secundario se encuentra en condiciones bastante aceptables.

Resulta difícil percibir una relación clara entre la forma de copa y el DAP (Figura 10). Parece razonable, sin embargo, concluir que existe una relación directa entre la iluminación y la forma de copa, así las copas de baja calidad (clases 4 y 5) se presentan principalmente en clases diamétricas menores, por ausencia de luz necesaria para el desarrollo de copas saludables y vigorosas, sobretodo cuando se trata de especies heliófitas.

Hay indicaciones de que el porcentaje de copas óptimas (1 y 2) va aumentando con DAP crecientes. Ecológicamente las copas bien iluminadas poseen buena forma y crecen bien en el rodal. La distribución es de forma muy irregular a partir de 50 cm DAP, pero se debe tomar en cuenta el bajo número de árboles a partir de éste diámetro que puede conducir, a que algunos (dos) árboles viejos sobresalientes, con copas pobres, remanentes del bosque primario original, afecten los resultados.



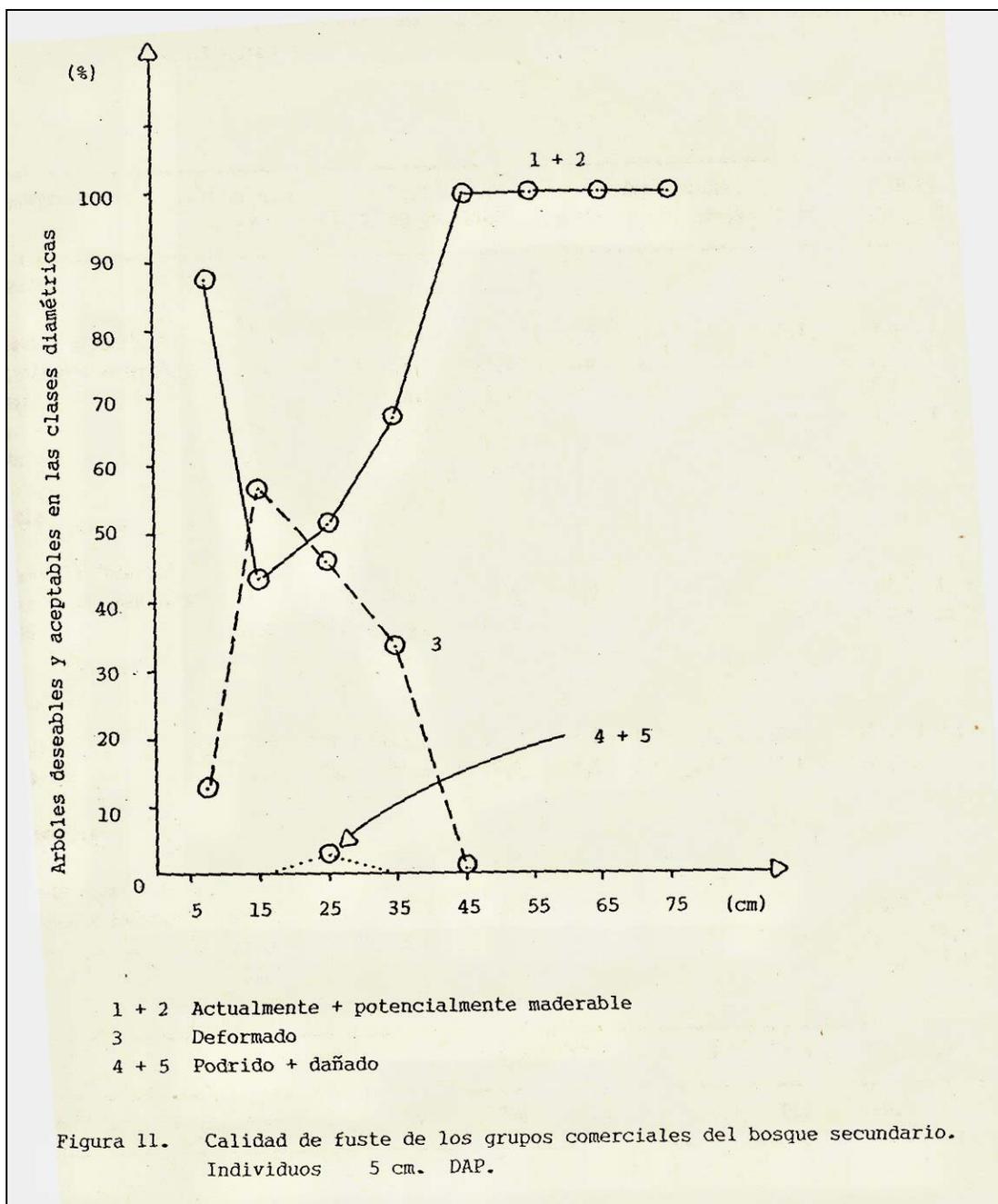
**Cuadro 18. Forma de copa de los grupos comerciales para individuos con DAP  $\geq$  5 cm del bosque secundario.**

Grupo comercial	Latizal alto	Fustal			Árbol Maduro				TOTAL	
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	(N)	(%)
<b>Deseable</b>										
Circulo completo	-	-	3,1	3,1	4,4	-	0,6	-	11,2	2,5
Circulo Irregular	25,0	3,1	21,9	21,9	10,0	1,3	-	0,6	83,8	18,5
Medio circulo	-	6,2	9,5	6,2	1,9	0,6	0,6	-	25,0	5,5
Menos que medio circulo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solamente pocas ramas	-	3,1	3,1	-	-	-	-	-	6,2	1,3
<b>Aceptable</b>										
Circulo completo	-	3,1	-	3,1	0,6	-	-	-	6,8	1,5
Circulo irregular	37,5	53,6	37,5	12,5	0,6	-	-	-	141,6	31,3
Medio circulo	25,0	81,2	40,6	9,4	-	-	-	-	156,2	34,5
Menor a medio circulo	12,5	9,4	-	-	-	-	-	-	21,9	4,9
Solamente pocas ramas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	100,0	159,3	115,8	56,2	17,5	1,9	1,2	0,6	452,5	100,0
<b>Porcentaje</b>	22,1	35,2	25,6	12,4	4,0	0,4	0,2	0,1	100,0	

Por último se considera la distribución del número de árboles de la población comercial por clases de calidad de fuste. En el Cuadro 19 se observa que un 61% de la población comercial se encuentra en las clases actualmente (1,2%) o potencialmente maderable (59,5%). El 38,6% de los fustes valiosos se encuentra deformado (clase 3) y menos del 1% están dañados o podridos (clases 4 y 5). Cabe destacar que un 35,2% de los árboles deformados son del grupo aceptable y sólo un 3,4% del grupo deseable. En general el bosque secundario presenta muy buenas características, en cuanto a calidad de fuste.

El número de árboles con fustes deformados en el grupo de especies aceptables se debe en gran medida a la presencia de las heliófitas durables de crecimiento rápido *Stryphnodendron excelsum* (vainillo) e *Inga spp.* (Guabilla), cuyas forma son casi siempre malas en las condiciones abiertas de la vegetación secundaria.\*

\* B. B. Finegan, comunicación personal, 1988.



Es difícil percibir relaciones claras y consistentes entre el DAP y la calidad de fuste (Figura 11), pues se observa buenas calidades de fuste en diferentes clases diamétricas.

El porcentaje de árboles en clases 1 y 2 es alto en la clase 5,0-9,9 cm DAP.

Baja, sin embargo, a su valor mínimo en la siguiente clase de DAP, 10,0-19,9 cm, para luego ir aumentando con diámetros creciente de manera que a partir de 40 cm DAP todos los árboles son potencialmente maderables. El descenso en la distribución se debe otra vez a la presencia a árboles deformados de la clase aceptable, los cuales podrían ser eliminados a fin de reducir la competencia y mejorar la calidad de la futura cosecha (favoreciendo el crecimiento en DAP).

**Cuadro 19. Calidades de fuste de los grupos comerciales para individuos con DAP  $\geq$  5 cm., del bosque secundario.**

Grupo Aceptable	Latizal alto	Fustal			Árbol Maduro				TOTAL	
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	(N)	(%)
<b>Deseable</b>										
Actualmente maderable	-	-	-	-	2,5	1,3	1,2	0,6	5,6	1,2
Potencialmente Maderable	25,0	9,4	28,3	25,0	13,8	0,6	-	-	102,1	22,6
Deformado	-	3,1	6,2	6,2	-	-	-	-	15,5	3,4
Dañado	-	-	3,1	-	-	-	-	-	3,1	0,7
podrido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Aceptable</b>										
Actualmente maderable	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencialmente Maderable	62,5	59,6	31,2	12,5	1,2	-	-	-	167,0	36,9
Deformado	12,5	87,5	46,9	12,5	-	-	-	-	159,4	35,2
Dañado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
podrido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub total	100,0	159,3	115,8	56,2	17,5	1,9	1,2	0,6	452,5	100,0
Porcentaje	22,1	35,2	25,6	12,4	4,0	0,4	0,2	0,1	100,0	
<b>Otras especies</b>										
Actualmente maderable	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencialmente Maderable	187,5	75,0	6,2	-	-	-	-	-	268,7	27,0
Deformado	150,0	81,2	6,2	-	-	-	-	-	237,4	24,0
Dañado	37,5	-	-	-	-	-	-	-	37,5	3,7
podrido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>475,0</b>	<b>315,8</b>	<b>128,1</b>	<b>56,2</b>	<b>17,5</b>	<b>1,9</b>	<b>1,2</b>	<b>0,6</b>	<b>996,3</b>	<b>100,0</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>47,7</b>	<b>31,7</b>	<b>12,9</b>	<b>5,6</b>	<b>1,8</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>100,0</b>	

### El muestreo diagnóstico

Todas las parcelas de 10x10 m contenían un deseable sobresaliente, de manera que en una hectárea hay 100 deseables sobresalientes (DS). El 83,6% de ellos son fustales, 10,2% son latizales y 6,2% brinzales (Cuadro 20).

El 51,2 % de los DS Fustales tienen iluminación adecuada, permitiéndoles crecer y desarrollar sin mayores limitaciones. Mientras el 32,4% de los DS fustales son árboles dominados por otros, porcentaje suficiente para justificar mejoras en las condiciones de iluminación de las copas. Los DS latizales y brinzales no se encuentran en condiciones de iluminación adecuada, sin embargo, trabajar con estas categorías de regeneración aún siendo comercialmente valiosas no se justifica, pues se corre el riesgo de hacer retroceder la sucesión secundaria además que los costos de intervención serían muy elevados.

**Cuadro 20. Muestreo diagnóstico del bosque secundario de 25 años.  
Número de deseables sobresalientes/ha (N) según iluminación de copa.**

Clases de Deseable Sobresaliente	Emergente (N)	Plena iluminación superior (N)	Alguna iluminación superior (N)	Luz lateral (N)	Ninguna iluminación directa (N)	Ningún deseable sobresaliente (N)	Total	
							(N)	(%)
Fustal	10,0	41,2					51,2	51,2
Fustal	-	-	13,7	17,5	1,2		32,4	32,4
Latizal	-	-	1,2	9,0	-		10,2	10,2
Brinzal	-	-	2,5	3,7	-		6,2	6,2
Ningún DS						-	-	-
<b>Total</b>	10,0	41,2	17,4	30,2	1,2	-	100,0	100,0
<b>Porcentaje</b>	10,0	41,2	17,4	30,2	1,2	-	100,0	

Respecto a los deseables sobresalientes afectados por lianas, se encontró que el 63,7% de ellos no presentan lianas (Cuadro 21). La mayor incidencia de lianas (25%) se produce en la copa de los DS fustales, y se concentra en iluminaciones del tipo emergente y plena iluminación superior. La reducción de la actividad fotosintética inhibe el crecimiento y la productividad de la biomasa total. A su vez el 12,4% de los DS presentan lianas en el fuste sin causar pérdida de volumen por causa de deformaciones, pues las lianas utilizan al fuste como apoyo en búsqueda de luz.

**Cuadro 21. Número de deseables sobresalientes (N) Afectados por lianas en el bosque secundario**

Presencia de lianas	Iluminación del Deseable Sobresaliente					Total	
	1	2	3	4	5	(N)	(%)
<b><u>En la Copa</u></b>							
Fustales	6,2	11,2	2,5	2,5	-	22,5	22,5
Latizales	-	-	-	2,5	-	2,4	2,4
Brinzales	-	-	-	-	-	-	-
<b><u>En el fuste</u></b>							
Fustales	-	3,8	3,8	2,4	-	10,0	10,0
Latizales	-	-	1,2	-	-	1,2	1,2
Brinzales	-	-	1,2	-	-	1,2	1,2
<b><u>Sin lianas</u></b>							
Fustales	3,8	26,2	7,5	12,6	1,2	51,3	51,3
Latizales	-	-	-	6,4	-	6,4	6,4
brinzales	-	-	1,2	3,8	-	5,0	5,0
<b>TOTAL</b>	10,0	41,2	16,4	21,2	11,2	100,0	100,0
<b>PORCENTAJE</b>	10,0	41,2	16,4	21,2	11,2	100,0	

1 = Emergente      2 = Plena iluminación superior

3 = Alguna Iluminación Superior

4 = Principalmente iluminación Superior ¿???? lateral

5 = Sin ninguna iluminación superior

Los resultados del muestreo diagnóstico, definen la necesidad de realizar un tratamiento de raleo. Las operaciones a seguir en dicho tratamiento serán definidas a través de la información complementaria del muestreo convencional.

### 4.3 Bosque aprovechado

#### 4.3.1. Caracterización Ecológica

El número de especies comerciales en este tipo de bosque es exactamente el doble al registrado en el bosque secundario estando presentes un total de 44 especies arbóreas comerciales (Cuadro 22) reflejando la estructura y composición del bosque primario original. Estas crecen asociadas a "otras especies" de escaso valor comercial actual, arbustos y palmas, entre otras especies vegetales.

De las 44 especies valiosas, 23 pertenecen al grupo maderable deseable y 21 al grupo maderable aceptable.

**Cuadro 22. Lista de especies comerciales encontradas en el bosque aprovechado (Todas clases de tamaño)**

Nombre científico	Nombre común	familia	Grupo ecológico
<b>Especies deseables</b>			
Aspidosperma cruentum	Amargo	Apocynaceae	3
Calophylluml brasiliense	Maria	Guttiferae	4
Carapa quianensis	Caobilla	Meliaceae	4
Cedrela odorata	Cedro amargo	Meliaceae	2
Guarea glabra	Cocora	Meliaceae	5
Guarea sp.	Cocora	Meliaceae	5
Hieronyma alchornoides	Pilón	Euphorbiaceae	3
Humiriastrum diquense	Lorito	Humiriaceae	3
Hymenolabiuml pulcllerrinuo	Cola de pavo	Caesalpiniaceae	4
Lecythis ampla	Jicaro	Lecythidaceae	4
Minquartia quianensis	Manú negro	Olacaceae	5
Nectandra sp.	Quizarrá	Lauraceae	9
Ocotea ira	Ouizarrá	Lauraceae	9
Sacoqlottis trichoqyna	Campano	Humiriaceae	5
Symphonia globulifera	Cerillo	Guttiferae	9
Tabebuia Rosea	Roble sabana	Bignoniaceae	9
Terminalia amazonia	Amarillón	cimbretaceae	4
Virola koschnyii	Fruta dorada	Myristicaceae.	4
Virola sebifera	Fruta dorada	Myristicaceae	4
Vitex cooperi	Manú platano	Verbenaceae	3
Vochysia ferruginea	Botarrama	Vochysiaceae	2
<b>Aceptables</b>			
Apeiba membranacea	Peine de mico	Tiliacea	3
Cordia bicolor		Boraginaceae	2
Couepia polyandra		Chrysobalanaceae	3

Dendropanax arboreus	Fósforo	Araliace.	3
Dialyanthera otoa	Fruta dorada	Myristicaceae	4
Dussia macrophyllata	Targuayugo	Papilionaceae	3

Nombre científico	Nombre común	familia	Grupo ecológico
Dussia tovarensis	Targuayugo	Papilionaceae	3
Goethalsia meiantha	Guácimo blanco	Papilionaceae	2
Inga coruscans	Guabo	Mimosaceae	4
Inga longispica	Guabo	Mimosaceae	4
Inga thibaudiana	Guabo	Mimosaceae	2
Jacaranda copaia	Jacaranda	Bignoniaceae.	2
Laetia procera	Manga larga	Flacourtiaceae	3
Pentaclethra macroloba	Gavilán	Mimosaceae	4
Pourouma aspera	Chumico	Moraceae	3
Pourouma minor	Chumica	Moraceae	3
Pterocarpus hayessi	Paleta	Papilionaceae	3
Qualea sp.	Areno	Vochysiaceae	4
Simarouba amara	Aceituno	simaroubaceae	2
Sloanea sp.	Abrojo	Elaeocarpaceae	3
Stryphnodendron excelsum	vainillo	Mimosaceae	2
Tapirira quianensis	Manteco	Anacardiaceae	3
Vochysia hondurensis	chancho	Vochysiaceae	2

### Otras especies

#### Arbustos

#### Palmas

Grupo ecológico:

- 2: Heliófito durable de crecimiento rápido
- 3: Heliófito durable de crecimiento regular
- 4: Esciófito parcial
- 5: Esciófito total
- 9: Grupo desconocido.

### Cuadro de la vegetación

El cuadro de la vegetación (Cuadro 23) destaca la importancia ecológica de las especies de bosque aprovechado, con DAP  $\geq$  10 cm.

La mitad del peso ecológico corresponde a las especies deseables y aceptables cuyo IVIs suman 101. La especie *Pentaclethra macroloba* tiene más de la cuarta parte del peso ecológico total. La segunda especie comercial en orden de importancia ecológica es *Vochysia ferruginea*, cuyo IVIs asciende a solo 5,5.

**Cuadro 23. Cuadro de la vegetación del bosque aprovechado para las especies con DAP 10 cm.**

Nombre científico	IVI s (%)	abundancia		Area basal	
		(N)	(%)	(G)	(%)
<i>Pentaclethra macroloba</i>	46,7	65,4	14,1	7,65	32,6
<i>Vochysia ferruginea</i>	5,5	7,2	1,6	0,92	3,9
<i>Dendropanax arboreus</i>	4,9	12,0	2,6	0,55	2,3
<i>Laetia procera</i>	3,6	7,8	1,7	0,45	1,9
<i>Minuartia quianensis</i>	3,2	6,6	1,4	0,42	1,8
<i>Qualea</i> sp	3,2	5,0	1,0	0,51	2,2
<i>Pterocarpus hayesii</i>	3,1	5,2	1,1	0,48	2,0
<i>Pourouma minor</i>	2,7	8,2	1,8	0,21	0,9
<i>Humiriastrum diquense</i>	2,6	4,0	0,8	0,42	1,8
<i>Pourouma Aspera</i>	2,0	4,4	1,0	0,24	1,0
<i>Apeiba menbranaceae</i>	1,8	2,2	0,4	0,34	1,4
<i>Tapirira quianensis</i>	1,8	4,0	0,8	0,24	1,0
<i>Virola sebifera</i>	1,7	4,2	0,9	0,20	0,8
<i>Virola koschnyii</i>	1,5	2,6	0,5	0,23	1,0
<i>Stryphnodendron excelsum</i>	1,4	2,6	0,5	0,20	0,9
<i>Inga thibaudiana</i>	1,3	3,2	0,7	0,13	0,6
<i>Ocotea insularis</i>	1,9	3,2	0,7	0,11	0,5
<i>Carapa quianensis</i>	1,1	3,2	0,7	0,09	0,4
<i>Lecythis ampla</i>	1,1	1,2	0,3	0,18	0,8
<i>Aspidosperma cruentum</i>	1,0	3,0	0,6	0,10	0,4
<i>Guarea glabra</i>	0,9	3,0	0,6	0,08	0,3
<i>Guarea</i> sp	0,8	2,0	0,4	0,10	0,4
<i>Vitex cooperi</i>	0,8	0,6	0,1	0,17	0,7
<i>Cordia bicolor</i>	0,7	1,2	0,3	0,10	0,4
<i>Symphonia globulifera</i>	0,6	2,0	0,4	0,04	0,2
<i>Terminalia amazonia</i>	0,5	1,2	0,3	0,05	0,2
<i>Goethalsia meiantha</i>	0,4	2,0	0,4	0,02	0,0
<i>Simarouba amara</i>	0,3	1,0	0,2	0,03	0,1
<i>Vochysia hondurensis</i>	0,3	0,2	0,0	0,06	0,2
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0,2	1,0	0,2	0,01	0,0
<i>Cedrela odorata</i>	0,2	1,0	0,2	0,02	0,0
<i>Tabebuia rosea</i>	0,2	1,0	0,2	0,01	0,0
<i>Hieronym alchornoides</i>	0,2	1,0	0,2	0,02	0,0
<i>Hymenolobium pulcherrinum</i>	0,2	0,2	0,0	0,04	0,0
<i>Dialyanthera otoba</i>	0,2	0,2	0,0	0,04	0,2
<i>Jacaranda copaia</i>	0,2	0,2	0,0	0,05	0,2
<i>Dussia tovarensis</i>	0,2	1,0	0,2	0,01	0,0
<i>Inga longispica</i>	0,2	1,0	0,2	0,01	0,0
<i>Dussia macrophyllata</i>	0,1	0,2	0,0	0,04	0,1
SUB TOTAL (39 especies)	101,0	177,0	38,3	14,73	67,7
OTRAS ESPECIES	82,0	226,8	49,0	7,75	33,0
Palmas	17,0	59,0	12,7	1,00	4,3
<b>TOTAL</b>	<b>200,0</b>	<b>462,8</b>	<b>100,0</b>	<b>23,48</b>	<b>100,0</b>

El IVIs total del grupo comercial deseable y aceptable (101), Está compuesto predominantemente por el grupo aceptable (77), mientras las especies del grupo deseable representan el 24, sin embargo, es alentador que más del 50% del peso ecológico total consista de especies deseables. Según estos resultados el grupo otras especies arbóreas dominan el bosque aprovechado, poniendo en evidencia la mayor complejidad florística de este bosque.

**Cuadro 24. Cuadro de la vegetación por grupo comerciales. Especies con DAP  $\geq$  10 cm del bosque aprovechado.**

Grupo comercial	IVIs	Abundancia		Area Basal	
		(N)	(%)	(G)	(%)
Otras especies	82,0	226,8	49,0	7,75	33,0
Aceptable	76,9	128,6	27,8	11,51	49,1
Deseable	24,1	48,4	10,4	3,22	13,7
Sub total (grupos valiosos)	101,0	177,0	38,2	14,73	62,7
Palmas	17,0	59,0	12,8	1,00	4,9
<b>TOTAL</b>	<b>200,0</b>	<b>462,8</b>	<b>100,0</b>	<b>23,48</b>	<b>100,0</b>

### 4.3.2 Caracterización estructural

#### 4.3.2.1. Organización horizontal

De acuerdo al Cuadro 25 y Figura 12, se observa que el bosque aprovechado también se organiza de acuerdo al patrón general de bosques húmedos tropicales, (Rollet 1980).

El número total promedio de individuos es 15.052/ha. Este número se reduce drásticamente con el aumento de la categoría de la regeneración; así de 10.330 (68,6%) brinzales/ha .se llega a 418 (2,8%) fustales/ha, donde la máxima reducción ocurre a nivel de árboles maduros con 45 individuos/ha (0,3%). El número total de individuos con DAP  $\geq$  de 5 cm es 983/ha, ligeramente menor al encontrado en el bosque secundario (996 individuos/ha).

**Cuadro 25. Abundancia, área basal y frecuencia promedio de la regeneración natural y árboles maduros de todas las especies del bosque aprovechado.**

Bosque aprovechado	Abundancia		Area basal		Frecuencia (% de ocupación)
	(N)	(%)	(G)	(%)	
<b>Regeneración natural</b>					
Brinzales	10.330	68,6	-	-	92
Latizal bajo A	2.028	13,5	-	-	100
Latizal bajo B	1.712	11,4	-	-	100
Latizal alto	520	3,5	2,06	8,1	76
Fustales	418	2,8	12,37	48,4	98
Subtotal	15.008	99,7	14,43	56,4	
Árboles maduros	44,8	0,3	11,11	43,5	89
<b>TOTAL</b>	<b>15.052,8</b>	<b>100,0</b>	<b>25,54</b>	<b>100,0</b>	

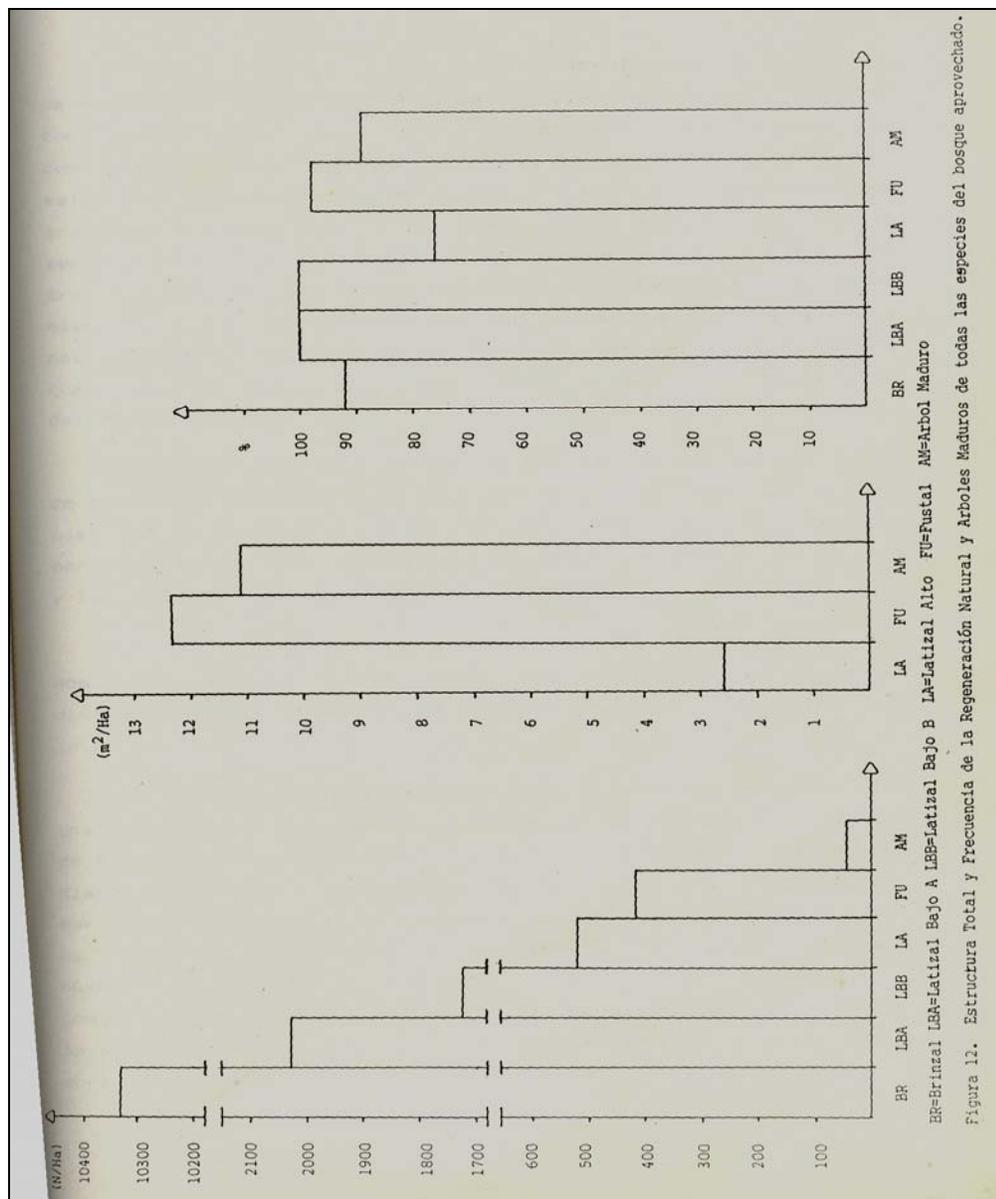


Figura 12. Estructura Total y Frecuencia de la Regeneración Natural y Árboles Maduros de todas las especies del bosque aprovechado.

El área basal del bosque aprovechado es 25,54 m<sup>2</sup>/ha, para árboles con DAP ≥ de 5 cm y 23,48 m<sup>2</sup>/ha para árboles con DAP ≥ de 10 cm. El 48 % del área basal total se concentra en los fustales y el 43 % en árboles maduros. El saldo corresponde a los latizales altos (9 %). Comparando el área basal total del bosque aprovechado con la del bosque secundario (21,34 m<sup>2</sup>/ha para árboles con DAP ≥ de 5 cm), el área del bosque secundario es 83,5 % del bosque aprovechado, mientras que la representación porcentual de los fustales es más alta en el bosque secundario (73 % del área basal total, comparada con 48 %), lo cual indica la mayor potencialidad del bosque secundario.

Respecto a la frecuencia de ocurrencia de la población de regeneración natural y de árboles maduros es 100 % para el caso de latizales bajos A y B, es decir, que en las 100 parcelas levantadas siempre se encontró latizal (es) bajo A y latizal (es) bajo B, respectivamente.

En el Cuadro 26 se observa que la distribución del número de árboles por hectárea (N) obedece a la curva de distribución clásica de los bosques húmedos tropicales "J" invertida (Rollet, 1980), Figura.13.

La distribución diamétrica del área basal no presenta una relación tan marcada con respecto al DAP como el número de árboles. El área basal más baja se presenta en la clase diamétrica 5,0-9,9 cm, a pesar de los numerosos árboles, por ser más delgados. A partir de 10 cm DAP la tendencia global es una reducción paulatina del área basal debido al bajo número de individuos con DAP gruesos. Sin embargo, al comparar ésta reducción con la de la abundancia (N), surge la conclusión de que el área basal se mantiene a pesar de la mortalidad de árboles por medio de un crecimiento compensatorio de los supervivientes.

**Cuadro 26. Distribución de la abundancia (N) y área basal (G) por clases diamétricas de todas las especies con DAP  $\geq$  5 cm del bosque aprovechado.**

Distribuciones Diamétricas	Latizales Altos	Fustales			Árboles maduros				TOTAL
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-119	(N)
ABUNDANCIA	520,0	281,0	102,0	35,0	17,6	15,2	6,8	5,2	982,80
Porcentaje (%)	53,0	28,6	10,4	3,5	1,8	1,5	0,7	0,5	100,0
AREA BASAL	2,06	4,41	4,75	3,21	2,80	3,53	2,18	2,6	25,54
Porcentaje (%)	8,1	17,3	18,6	12,6	11,0	13,8	8,5	10,1	100,0

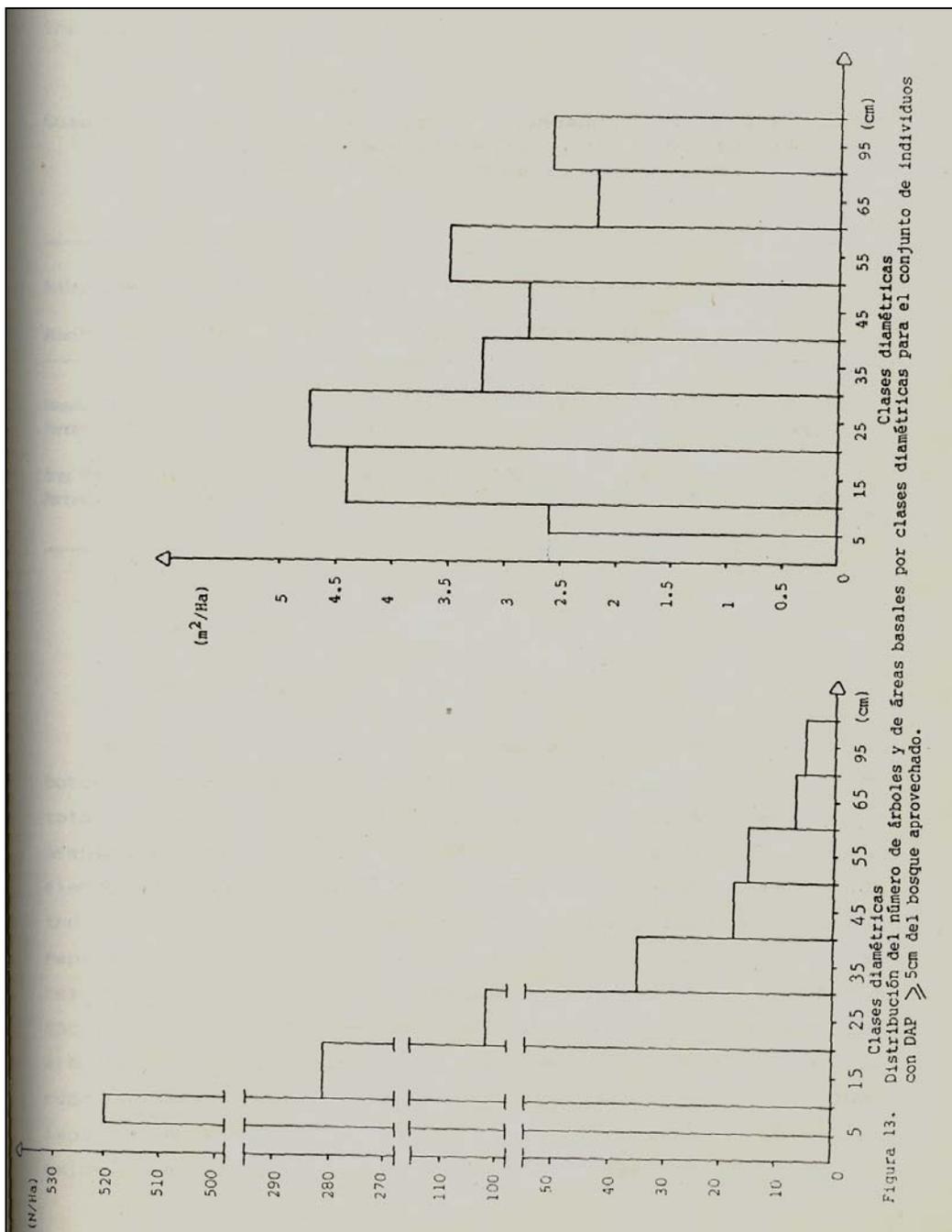


Figura 13. Distribución del número de árboles y de áreas basales por clases diamétricas para el conjunto de individuos con DAP  $\geq$  5cm del bosque aprovechado.

## Ocupación del sitio

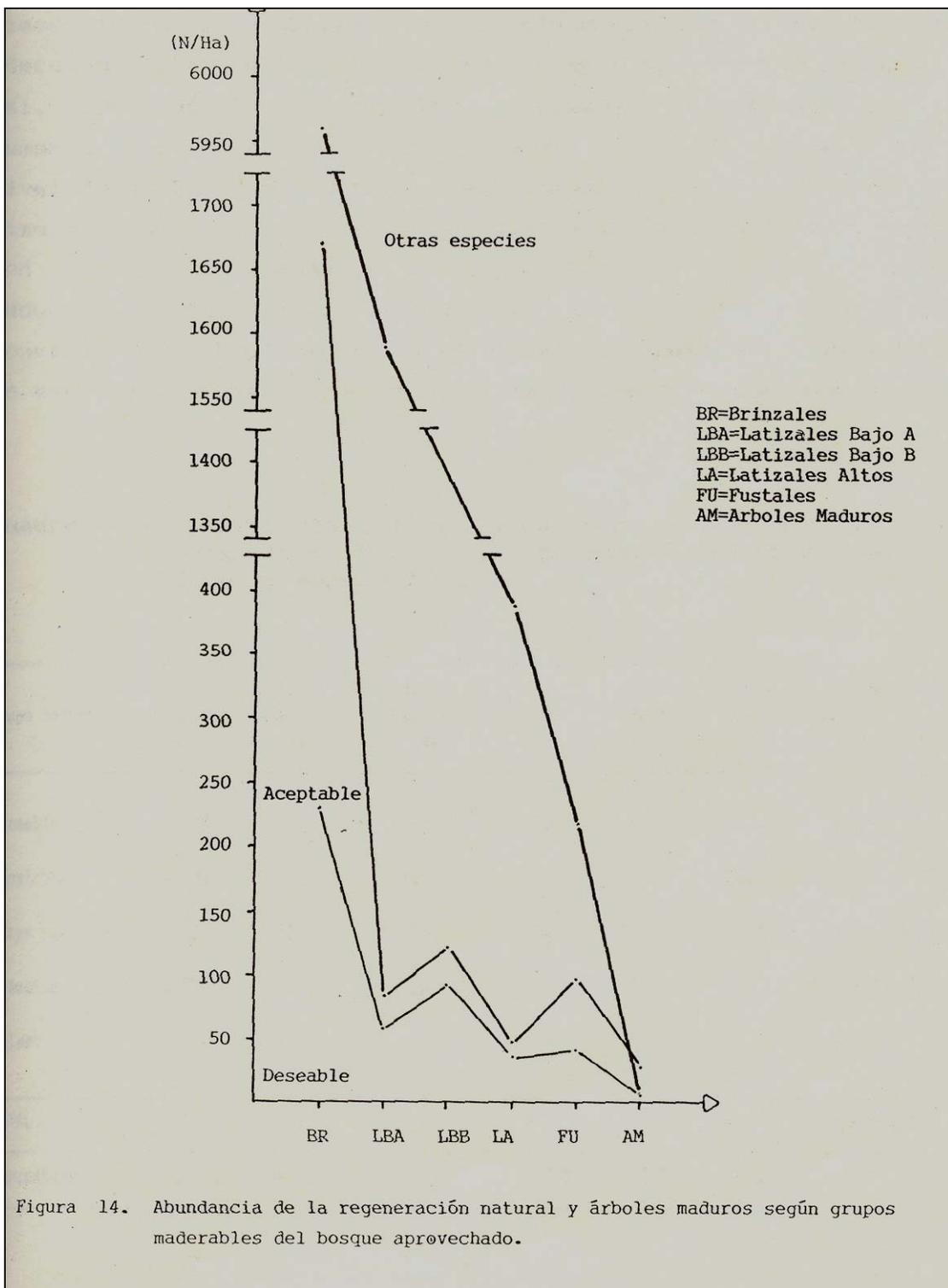
### a. Abundancia

El grupo "otras especies" es el más abundante en el bosque aprovechado, constituye un 63,4 % de la población total, (Cuadro 27 y Figura 14). Los grupos deseables y aceptables representan el 16,7 % de la población total, siendo el grupo aceptable más abundante que el deseable en todos los tamaños de regeneración.

Los arbustos y palmas representan el respectivamente. 12 % y 7 % de la población total. Dos rasgos diferencian al bosque aprovechado del bosque secundario: la baja densidad de arbustos y la presencia de palmas en todos los tamaños de regeneración, excepto a nivel de árboles maduros, lo cual implica menor competencia para los brinzales y latizales bajos y mayor competencia para los fustales.

**Cuadro 27. Abundancia (N) de la regeneración natural y de Árboles maduros según grupos comerciales del bosque aprovechado.**

Grupo comercial	Brinzales (N)	Latizal bajo A (N)	Latizal bajo B (N)	Latizal alto (N)	Fustales (N)	Árbol Maduro (N)	Total	
							(N)	(%)
Aceptable	230	56	92	36	43	5,4	462,4	3,1
Deseable	1.670	84	120	48	99	29,6	2.049,6	13,6
Otras especies	5.960	1.588	1.376	388	217	9,8	9.538,8	63,4
Arbustos	1.700	84	28	-	-	-	1.812,0	12,0
Palmas	770	216	96	48	59	-	1.189,0	7,9
<b>Total</b>	<b>10.330</b>	<b>2.028</b>	<b>1.712</b>	<b>520</b>	<b>418</b>	<b>44,8</b>	<b>15.052,8</b>	<b>100,0</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>68,6</b>	<b>13,5</b>	<b>11,4</b>	<b>3,5</b>	<b>2,8</b>	<b>0,3</b>	<b>100,0</b>	



Debido a que la representación porcentual de los diferentes grupos comerciales va cambiando con las clases diamétricas, el análisis de la población total, no resulta adecuado desde el punto de vista ecológico-silvicultural. Así, 3,3 % de la población valiosas (latizales altos) aumenta a 5,6 % a nivel de fustales y disminuye a 1,3 % a nivel de árboles maduros. Mientras el grupo otras especies disminuye conforme aumenta el diámetro (4,1 % de este grupo son latizales altos, 2,2 % son fustales y 0,1 % árboles maduros). Como en el caso del bosque secundario, se puede concluir que el grupo otras especies consiste en gran medida en especies leñosas que no alcanzan diámetros considerables.

### b. Area basal

El área basal del bosque aprovechado alcanza 25,54 m<sup>2</sup>/ha (cuadro 28), donde el grupo deseable y aceptable representan el 59,2% del total (deseable 13,5% y aceptable 45,7 %). Mientras el grupo otras especies (36,2%) y palmas (5%) representan el 41% del área basal total, lo cual refleja el nivel de competencia en que se desarrolla la regeneración natural.

**Cuadro 28. Área basal (G) de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos comerciales de individuos con DAP  $\geq$  5 cm del bosque aprovechado.**

Grupo Comercial	Latizal alto (G)	Fustales (G)	Árbol Maduro (G)	Total	
				(G)	(%)
Deseable	0,24	1,61	1,61	3,46	13,5
Aceptable	0,15	4,15	7,37	12,67	45,7
Otras especies	1,48	5,61	2,15	9,24	36,2
Palmas	0,19	1,00	-	1,18	4,6
<b>TOTAL</b>	2,06	12,37	11,13	25,55	100,0
<b>PORCENTAJE</b>	8,1	48,50	43,40	100,0	

### c. Frecuencia

El grupo "otras especies" presenta una ocupación muy superior al 40% en las parcelas levantadas en todas las categorías de regeneración (Cuadro 29). Mientras, los Grupos comerciales aceptable y deseable no están distribuidos muy regularmente sobre el terreno, ya que ocupan menos del 40% de las parcelas levantadas para cada categoría de regeneración. El máximo valor encontrado es a nivel de fustales (78%) y de árboles maduros (92%) del grupo comercial aceptable. El mínimo valor encontrado es a nivel de latizales altos de los grupos deseables y aceptables (9% y 10 respectivamente)

Esta irregularidad en la distribución de las especies valiosas pudiera indicar la baja capacidad de diseminación de las semillas de esciófitas no permitiéndoles colonizar áreas distantes de los árboles semilleros.

**Cuadro 29. Frecuencia de la regeneración natural y de Arboles maduros según grupos comerciales en el bosque aprovechado.**

Grupo comercial	Brinzales		Latizal bajo A		Latizal bajo B		Latizal alto		Fustales		Árbol Maduro	
	(No)	(%)	(No)	(%)	(No)	(%)	(No)	(%)	(No)	(%)	(No)	(%)
Aceptable	17,5	7	14	14	21	21	9	9	43	43	27,5	22
Deseable	100,0	40	19	19	25	25	10	10	78	78	115	92
Otras especies	200,0	87	100	100	98	98	68	68	100	100	49	39
Arbustos	60,0	24	12	12	4	4	-	-	-	-	-	-
Palmas	47,5	19	14	14	7	7	8	8	52	52	-	-
Total (Parcelas levantadas)	250		100		100		100		100		125	
Porcentaje	100		100		100		100		100		100	

#### 4.3.2.2 Organización vertical

En el Cuadro 30 se presentan las alturas totales promedias de los árboles en cada clase de tamaño, con los rangos y desviaciones estándares correspondientes. La altura promedio para los latizales altos es 9,65 m, correspondiendo a *Laetia procera* la altura máxima. En los fustales la altura promedio es 20 m y, *Laetia procera* alcanza la altura máxima nuevamente; repitiéndose este hecho a nivel de árboles maduros (un árbol de *Laetia* de 43 m de altura). La altura promedio de esta última clase define el dosel superior del bosque aprovechado, el cual alcanza 29,5 m de altura.

**Cuadro 30. Altura mínima (H min.), máxima (H máx.) y promedio (Hx) de la regeneración natural y de los árboles maduros del bosque aprovechado**

Regeneración Natural	H. min. (m)	H. máx. (m)	Hx (m)	Desviación Standard
Brinzales*	0,30	1,49	-	-
Latizales bajos A	1,50	2,99	-	-
Latizales bajos B	3,0	< 5 cm DAP	-	-
Latizales altos	4,30	15,00	8,90	2,7
Fustales	7,00	33,00	20,80	5,7
Arboles maduros	16,00	43,00	29,40	1,7

\* Las alturas de esta categoría de regeneración fueron fijadas previamente al trabajo de campo

### 4.3.3. Condición silvicultural de los grupos comerciales

El estudio de la condición Silvicultural de la regeneración natural de los grupos comerciales, será enfocado hacia los latizales altos y fustales principalmente ya que la abundancia y frecuencia de los brinzales, latizales bajos A y latizales bajos B de los grupos comerciales deseables y aceptables resultó inadecuada, para iniciar algún tratamiento silvicultural considerando estas categorías de regeneración.

La distribución diamétrica del número de árboles según los grupos comerciales se presenta en el Cuadro 31 y la Figura 15. El grupo otras especies y el grupo deseables presentan distribuciones positivas, o sea, muestran un número decreciente de árboles en relación con el DAP, tendiendo nuevamente, en el caso del grupo otras especies, hacia la curva exponencial negativa. En cambio, el grupo aceptables es menos abundante en la clase 5,0-9,9 cm DAP que en la clase 10,0-19,9 cm, presentando más bien una curva neutra. A partir de 10 cm DAP, sin embargo, la población de aceptables también está distribuida en una curva positiva.

**Cuadro 31. Distribución diamétrica del número de árboles (N) según grupos comerciales de los individuos con DAP  $\geq$  5 cm del bosque aprovechado.**

Grupo comercial	Latizal alto	Fustal			Árbol Maduro				TOTAL	
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	(N)	(%)
Deseable	36	21	14	8	1,4	2,2	1,0	0,8	84,4	9,6
Porcentaje	42,6	25,0	16,6	9,5	1,6	2,6	1,1	1,0	100,0	
Aceptable	48	50	31	18	11,6	9,0	5,4	3,6	176,6	20,2
Porcentaje	27,2	28,3	17,6	10,2	6,6	5,1	5,0	2,0	100,0	
Otras especies	388	156	52	9	4,6	4,0	0,4	0,8	614,8	70,2
Porcentaje	63,2	25,5	8,5	1,4	0,7	0,6	0,0	0,1	100,0	
<b>Total</b>	472	227	97	35	17,6	15,2	6,8	5,2	875,8	100,0
<b>Porcentaje</b>	54,0	26,0	11,1	3,9	2,0	1,7	0,7	0,6	100,0	



Figura 15. Distribución diamétrica del número de árboles (N) según grupos comerciales individuos con DAP > 5 cm del bosque aprovechado.

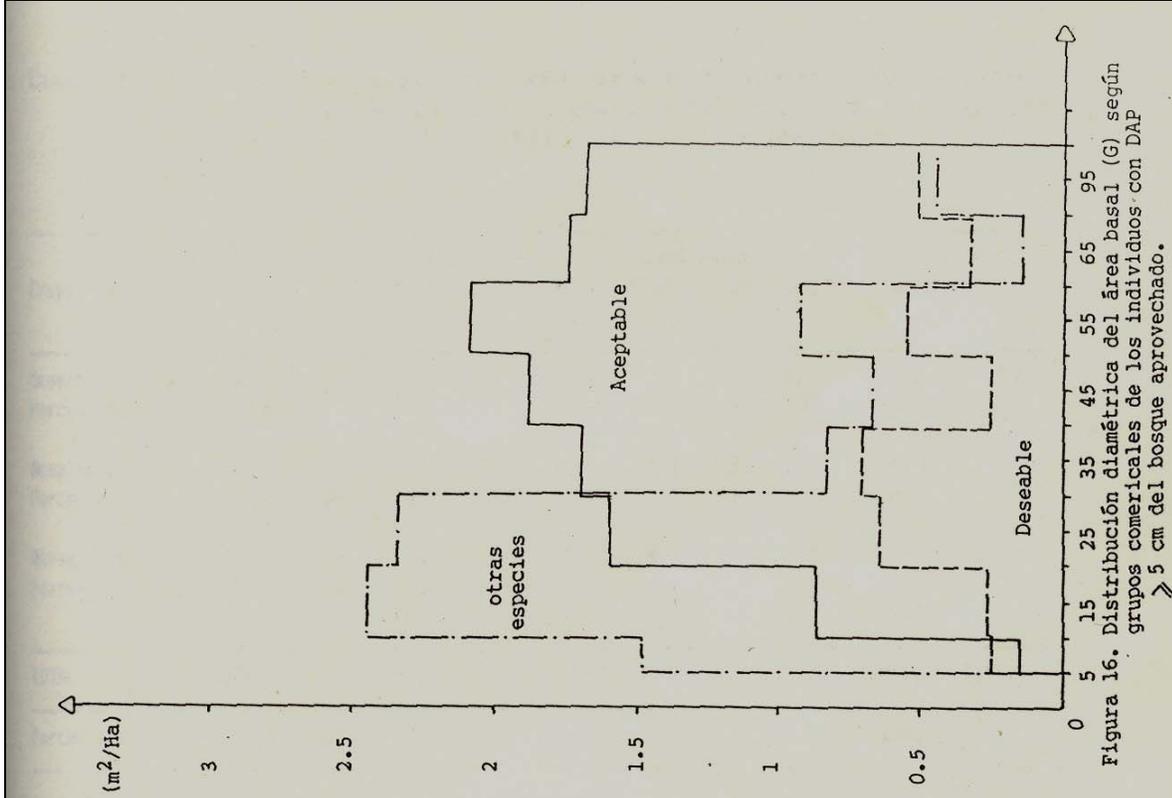


Figura 16. Distribución diamétrica del área basal (G) según grupos comerciales de los individuos con DAP > 5 cm del bosque aprovechado.

La distribución diamétrica del área basal por grupos maderables (Cuadro 32 y Figura 16) muestra los cambios en la dominancia del bosque aprovechado por los grupos comerciales que se presentan a medida que aumenta el DAP. cm de DAP el grupo otras especies presenta De 5,0-29,9 cm de DAP el rufo otras especies presenta la mayor área basal, representando el 69% del área basal de este grupo comercial. Sin embargo, el área basal para este grupo se reduce marcadamente a partir de 30 cm, y el área basal del grupo aceptable va aumentando rápidamente. A partir de 40 cm de DAP, se vuelve el más importante. A diferencia de las otras especies, sólo el 22% del área basal total de los árboles aceptables se concentra por debajo de 30 cm DAP, la cifra correspondiente para el grupo deseable es 33%. Cabe agregar que a partir de 30 cm DAP el área basal del grupo deseable se aproxima a la de "otras especies", aunque las distribuciones oscilan bastante. Queda claro, la importancia que tienen los grupos deseables y aceptables en el bosque aprovechado, y la potencialidad de los mismos.

**Cuadro 32. Distribución diamétrica del área basal (G) según grupos comerciales de los individuos con DAP  $\geq$  5 cm del bosque aprovechado.**

Grupo comercial	Latizal alto	Fustal			Árbol Maduro				TOTAL	
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	(G)	(%)
Deseable	0,24	0,25	1,64	0,71	0,25	0,53	0,32	0,51	3,46	14,2
Porcentaje	7,0	7,5	18,5	20,5	7,2	15,3	9,3	14,7	100,0	
Aceptable	0,15	0,87	1,59	1,69	1,88	2,08	1,73	1,68	11,67	47,8
Porcentaje	1,3	7,5	13,6	14,5	16,1	17,8	14,8	14,4	100,0	
Otras especies	1,48	2,45	2,34	0,82	0,68	0,92	0,13	0,43	9,24	38,0
Porcentaje	16,2	27,3	25,7	8,9	7,5	10,1	1,4	4,6	100,0	
<b>Total</b>	1,87	3,58	4,57	3,22	2,81	3,52	2,18	2,62	24,37	100,0
<b>Porcentaje</b>	7,7	14,7	18,8	13,2	11,5	14,4	9,0	10,7	100,0	

En el Cuadro 33 se presenta la distribución de los grupos ecológicos de acuerdo a los grupos comerciales. Aparentemente la ausencia de heliófitas efímeras en el bosque aprovechado, se deba a que éstas fueron registradas como otras especies por no ser de importancia económica y por no estar presentes. Analizando los grupos comerciales deseable y aceptable se encontró que las esciófitas parciales y totales representan el 51,5 % de la población valiosa; las heliófitas durables de crecimiento regular 35,5%; mientras un 10,3 % son heliófitas durables de crecimiento rápido. Es importante destacar, el dominio de las esciófitas valiosas sobre las heliófitas durables valiosas. El dominio de este grupo ecológico, se explica en que la regeneración de este grupo puede soportar la sombra de otros árboles.

En cuanto a la distribución de los individuos de especies heliófitas y esciófitas en las clases diamétricas, en general, están representados en todas las categorías diamétricas, tendiendo heliófitas durables a ser menos continua en las heliófitas durables.

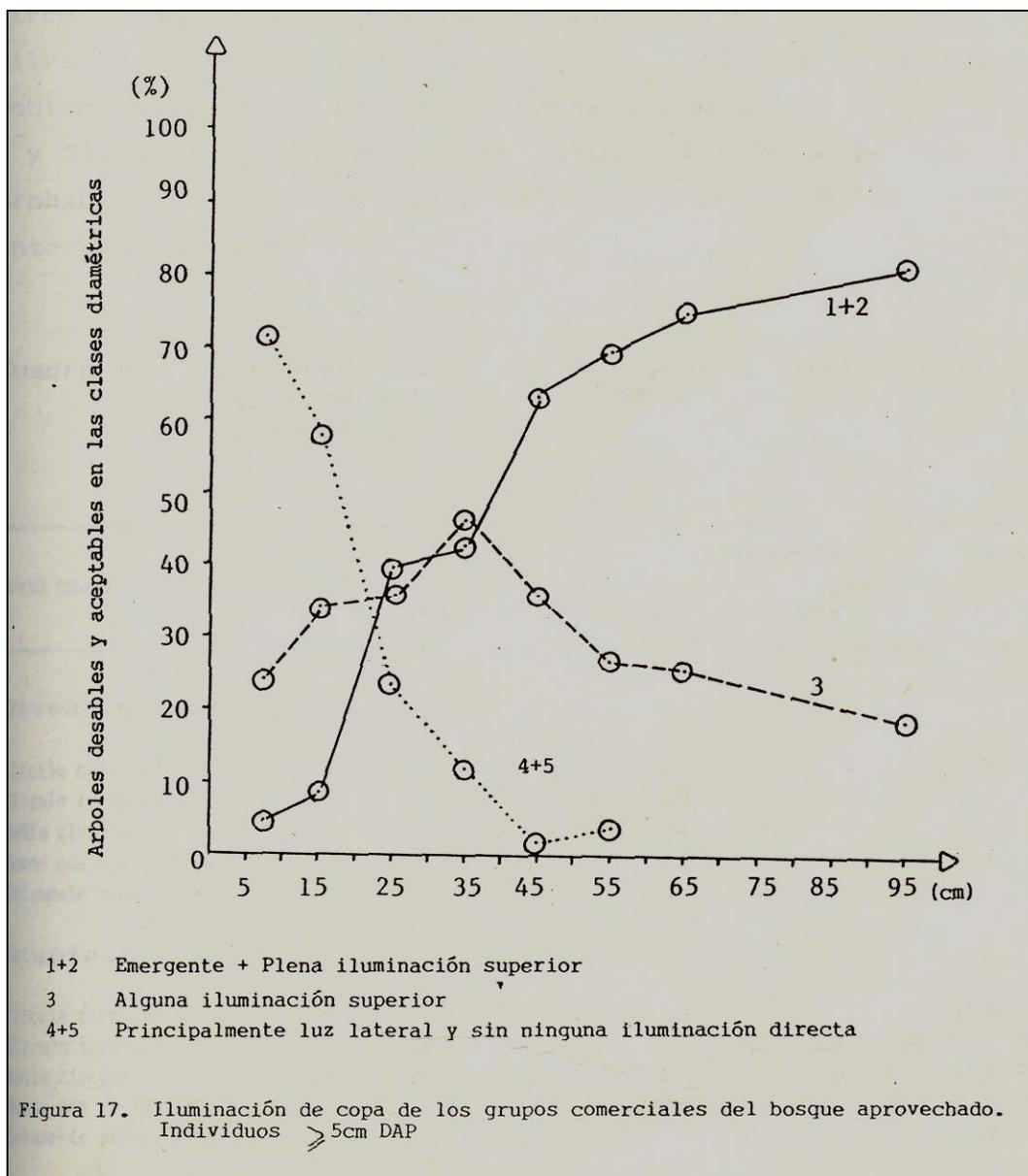
**Cuadro 33. Grupos ecológicos según grupos comerciales para los individuos con DAP  $\geq 5$  cm del bosque aprovechado.**

Grupo comercial	Latizal alto	Fustal				Árbol Maduro				TOTAL	
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-119	(N)	(%)	
<b>Deseable</b>											
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	4,0	1,0	3,0	3,0	0,2	0,6	0,4	0,4	12,6	4,8	
3	4,0	6,0	1,0	1,0	0,4	0,8	0,2	0,4	13,8	5,3	
4	16,0	8,0	4,0	2,0	0,6	0,4	0,4	-	31,4	12,0	
5	8,0	4,0	5,0	2,0	0,2	0,4	-	-	19,6	7,5	
9	4,0	2,0	1,0	-	-	-	-	...	7,0	2,6	
<b>Aceptable</b>											
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	4,0	5,0	4,0	-	0,4	0,8	0,2	-	14,4	5,5	
3	32,0	23,0	15,0	3,0	2,8	1,6	0,6	0,6	78,6	30,2	
4	12,0	22,0	12,0	15,0	8,4	6,6	4,6	3,0	83,6	32,0	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sub-total	84,0	71,0	45,0	26,0	13,0	11,2	6,4	4,4	261,0	100,0	
Porcentaje	32,1	27,2	17,2	9,9	4,9	4,3	2,4	1,7	100,0		
<b>Otras especies</b>											
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	8,0	6,0	-	2,0	0,2	0,2	-	-	16,4	2,4	
4	8,0	5,0	2,0	-	0,8	0,4	-	-	16,2	2,6	
5		2,0	3,0	-	0,4	-	-	-	5,4	0,9	
9	372,0	143,0	47,0	7,0	3,2	3,4	0,4	0,8	575,8	93,8	
Sub-total	388,0	156,0	52,0	9,0	4,6	4,0	0,4	0,8	613,8	100,0	
Total	472,0	227,0	97,0	35,0	17,6	15,2	6,8	5,2	875,6	100,0	
Porcentaje	54,0	26,0	11,0	4,0	2,0	1,7	0,7	0,6	100,0		

1 = Heliófito efímero, 2 = Heliófito durable de crecimiento rápido, 3 = Heliófito durable de crecimiento regular 4= Esciófito parcial, 5 = Esciófito total, 9 = Desconocido.

El Cuadro 34 muestra la distribución del número de árboles por clases de iluminación de copa según grupos comerciales. Se observa que, sumando los datos de los grupos deseables y aceptables, un 24.3 % de la población deseable y aceptable son árboles emergentes o reciben plena iluminación superior. El 31.4% de la misma población recibe alguna iluminación superior, mientras el 44.2% restante consiste en árboles sombreados en las clases 4 y 5, concluyendo que el bosque aprovechado tiene condiciones de iluminación deficiente comparado con el bosque secundario



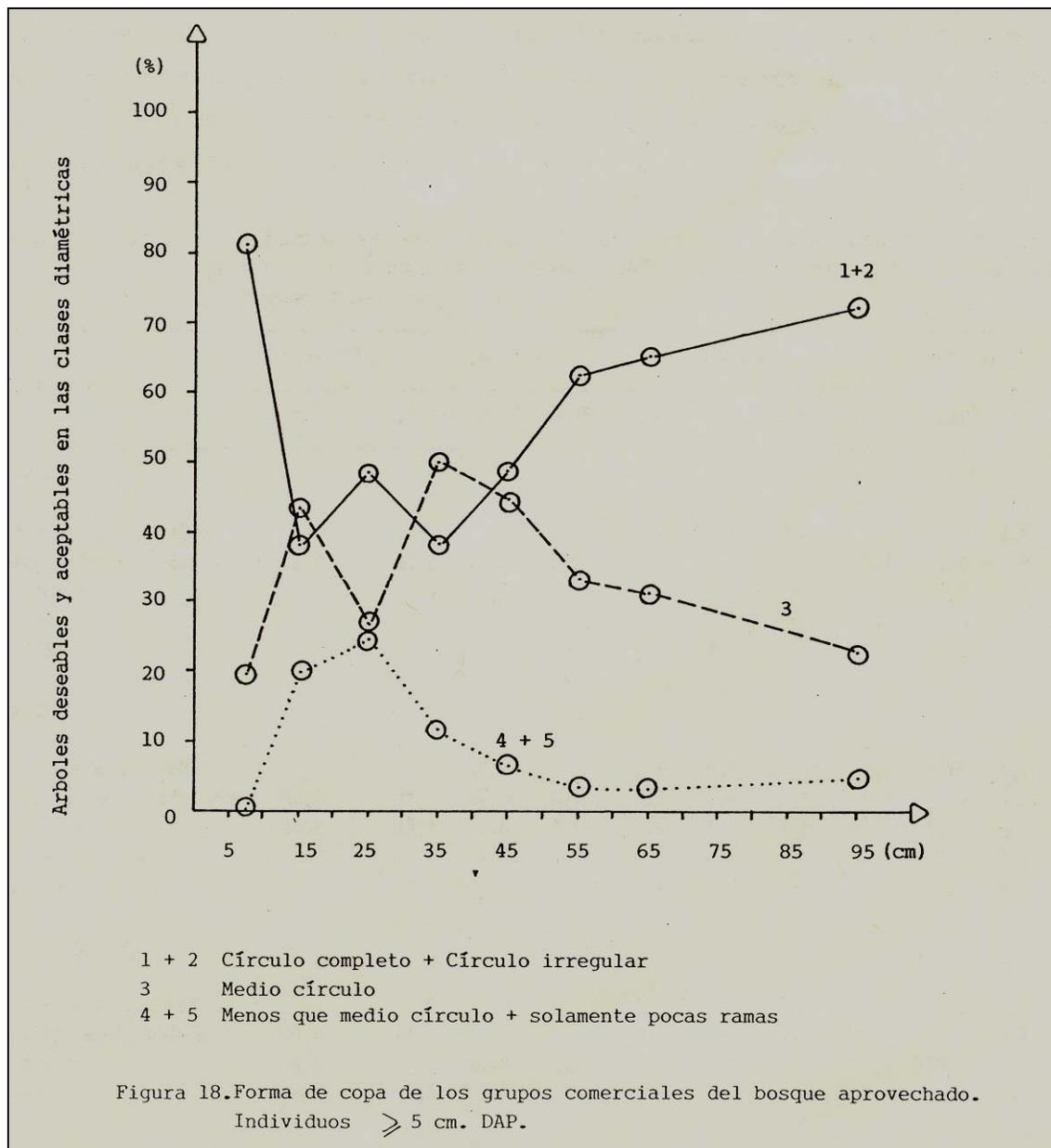


En cuanto a la forma de copa, el 56.6% de la población comercial deseable y aceptable presenta copas en las clases ideales 1 y 2 (circulo completo y circulo irregular, Cuadro 35). El 36% de la misma, tiene la copa en forma de medio circulo, situación que se puede mejorar con tratamientos silviculturales (Synnott, 1979). Sólo un 11.4% de la población presenta copas de forma pobre o muy pobre (clases 4 y 5), estos árboles son el componente de la población que probablemente no es capaz de reaccionar positivamente a intervenciones silviculturales.

**Cuadro 35. Forma da copa de los grupos comerciales, para individuos  
Con DAP  $\geq$  5 cm del bosque aprovechado.**

Grupo comercial	Latizal alto	Fustal			Árbol Maduro				TOTAL	
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-119	(N)	(%)
<b>Deseable</b>										
Círculo completo	16,0	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	16,8	6,4
Círculo Irregular	16,0	2,0	2,0	1,0	0,2	1,6	0,4	0,6	23,8	9,1
Medio círculo	4,0	9,0	3,0	4,0	0,8	0,2	0,2	-	21,2	8,1
Menos que medio círculo	-	6,0	8,0	3,0	0,2	-	0,2	-	17,4	6,6
Solamente pocas ramas	-	4,0	1,0	-	-	0,2	-	-	5,2	2,0
<b>Aceptable</b>										
Círculo completo	12,0	4,0	2,0	2,0	0,6	-	-	-	20,6	7,9
Círculo irregular	24,0	21,0	18,0	7,0	5,4	5,2	3,6	2,4	86,6	33,2
Medio círculo	12,0	21,0	9,0	9,0	5,0	3,6	1,8	1,0	62,4	23,9
Menor a medio círculo	-	1,0	-	-	0,6	0,2	-	0,2	2,0	0,8
Solamente pocas ramas	-	3,0	2,0	-	-	-	-	-	5,0	2,0
<b>Total</b>	84,0	71,0	45,0	26,0	13,0	11,2	6,4	4,4	261,0	100,0
<b>Porcentaje</b>	32,1	27,2	17,2	9,9	4,9	4,3	2,4	1,7	100,0	

La distribución porcentual de las formas de copa por clases diamétricas (Figura. 18) muestra dos tendencias. Más del 80 % de los árboles de la clase diamétrica menor (5,0-9,9 cm) presentan copas de clase de forma uno ó dos, este hecho probablemente se deba al carácter esciófita de las especies comerciales, quienes en su primera etapa de vida no son exigentes en luz. En esta clase diamétrica no se encontró ningún árbol en las clases 4 y 5. Entre 10 y 40 cm DAP la situación desmejora, aumentando la proporción de copas pobres y la proporción de copas ideales disminuye. Sin embargo, a partir de 40 cm DAP el porcentaje de copas ideales aumenta constantemente, de manera que más del 60 % de los árboles en cada clase diamétrica está en las clases de forma uno y dos. A partir de la clase diamétrica 20,0-39,9 cm el porcentaje de árboles con copas pobres baja, quedando menos del 5 % en las clases diamétricas mayores. El porcentaje de copas en la clase tres (alguna iluminación superior) oscila entre 20 y 50 % para todo el rango diamétrico.



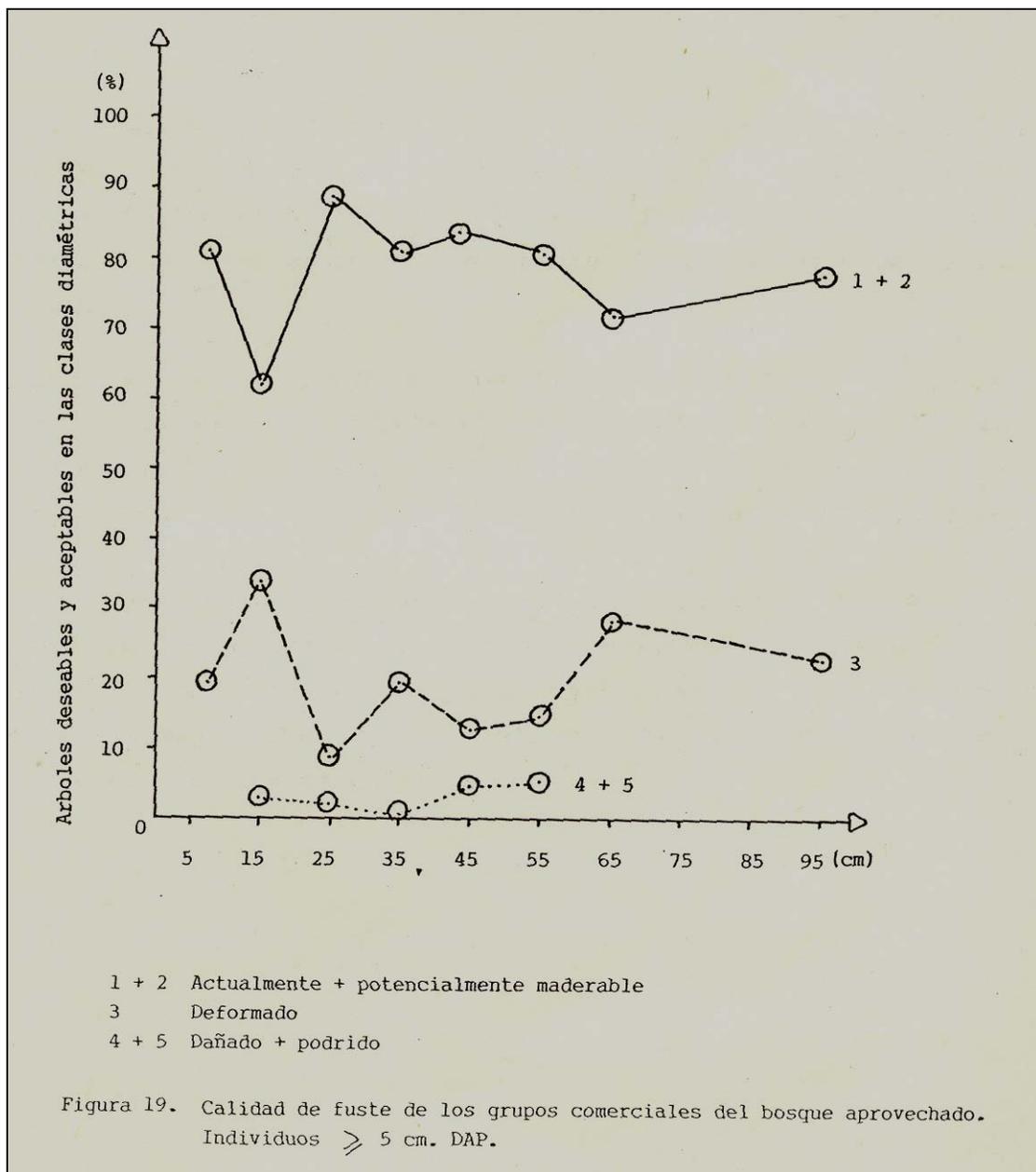
El resumen del análisis de la población comercial según calidad de fuste se presenta en el Cuadro 36. Destaca el resultado alentador que un 77 % de la población deseable y aceptable, consta de árboles actual o potencialmente maderables indicando la potencialidad del bosque aprovechado. La cosecha actual proporciona un área basal de 4 m<sup>2</sup>/ha. Dentro de la población deseable y aceptable, el 21 % de fustes son deformados y el 2 % de los fustes dañados o podridos, de tal modo que no contienen ni una troza comercial actual o futura.

**Cuadro 36. Calidades de fuste de los grupos comerciales, para individuos con DAP  $\geq 5$  cm del bosque aprovechado.**

Grupo Aceptable	Latizal alto	Fustal				Árbol Maduro				TOTAL	
	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-119	(N)	(%)	
<b>Deseable</b>											
Actualmente maderable	-	-	-	-	0,4	2,0	0,8	0,4	3,6	1,4	
Potencialmente Maderable	36,0	15,0	12,0	8,0	0,8	-	0,2	0,4	72,4	27,8	
Deformado	-	5,0	2,0	-	-	-	-	-	7,0	2,8	
Dañado	-	1,0	-	-	-	-	-	-	1,0	0,3	
podrido	-	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,4	0,1	
<b>Aceptable</b>											
Actualmente maderable	-	-	-	-	2,4	2,4	2,2	2,2	11,4	4,4	
Potencialmente Maderable	32,0	29,0	28,0	13,0	7,2	7,2	1,4	0,4	113,4	43,4	
Deformado	16,0	19,0	2,0	5,0	1,6	1,6	1,8	1,0	48,0	18,4	
Dañado	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	2,2	0,8	
podrido	-	1,0	-	-	0,4	0,4	-	-	1,6	0,6	
<b>Otras especies</b>											
Actualmente maderable	-	-	-	-	0,4	2,0	0,2	0,4	3,0	0,3	
Potencialmente Maderable	200,0	101,0	40,0	6,0	3,0	1,2	0,2	-	351,4	40,1	
Deformado	176,0	48,0	10,0	3,0	1,0	0,8	-	0,4	239,2	27,3	
Dañado	8,0	7,0	2,0	-	-	-	-	-	17,0	2,0	
podrido	4,0	-	-	-	0,2	-	-	-	4,2	0,5	
<b>Total</b>	472,0	227,0	97,0	35,0	17,6	15,2	6,8	5,2	875,6	100,0	
<b>Porcentaje</b>	54,0	26,0	11,0	3,9	2,0	1,7	0,7	0,6	100,0		

La representación porcentual de las clases de calidad de fuste por clases diamétricas se muestra en la Figura 19. Más del 70 % de los árboles en cada clase diamétrica, a excepción de la clase 10,0-19,9 cm DAP son actualmente maderable (DAP > 40 cm) o potencialmente (DAP entre 5,0 y 39,9 cm) maderables. Sin embargo, llama la atención que esta alta concentración baja paulatinamente a partir de la clase diamétrica 20,0-29,9 cm DAP. Este resultado parece ser consecuencia de la abundancia de la especie aceptable *Pentaclethra macroloba*, cuya calidad de fuste, desmejora notoriamente con la madurez en la mayoría de los árboles. Este problema ha sido tal vez más importante en determinar la aceptación comercial de *Pentaclethra\**, que las propiedades tecnológicas de la madera.

- B. G. Finegan, Comunicación personal, 1988.



### El muestreo diagnóstico

El número total de deseables sobresalientes (DS) por hectárea fue 95. El 36% de los DS, son fustales dominados por otros árboles, siendo necesario mejorar las condiciones de iluminación de estos fustales a través de una liberación. El 15% de los DS son fustales emergentes o con plena iluminación superior.

El 35 % y 9 % de los DS restantes son latizales y brinzales. La mayor parte de ellos no se encuentran en condiciones de iluminación adecuada (Cuadro 37) y no se encontró algún deseable sobresaliente en 5% de las parcelas levantadas.

**Cuadro 37. Muestreo diagnóstico del Bosque Aprovechado de 25 años. Número de deseables sobresalientes (N) según iluminación de copa.**

Clases de Deseable Sobresaliente	Emergente (N)	Plena iluminación superior (N)	Alguna iluminación superior (N)	Luz lateral (N)	Ninguna iluminación directa (N)	Ningún deseable sobresaliente (N)	Total	
							(N)	(%)
Fustal	0,4	14,4					14,8	14,8
Fustal			26,6	9,6	0,8		36,4	36,4
Latizal	-	0,8					0,8	0,8
Latizal	-		5,2	20,8	8,0		34,0	34,0
Brinzal	-	0,4					0,4	0,4
Brinzal			2,4	4,0	2,4		0,8	0,8
Ningún DS		-				4,8	4,8	4,8
Total	0,4	15,6	33,6	34,4	11,2	4,8	100,0	100,0
Por ciento	0,4	15,6	33,6	34,4	11,2	4,8	100,0	

En cuanto a la presencia de lianas, el 63% de los DS no presentan lianas el 32 % restante si está afectado (22% en el fuste y 10% en la copa). Es importante resaltar, que los DS afectados, tenían luz lateral o alguna iluminación superior (Cuadro 38).

De igual manera que en el bosque secundario, la técnica del muestreo diagnóstico define la necesidad de realizar un tratamiento de liberación para favorecer a los fustales (número justificable para realizar el tratamiento) que formarán la próxima cosecha.

**Cuadro 38. Número de deseables sobresalientes (N) afectados por lianas en el bosque aprovechado.**

Presencia de lianas	Iluminación del Deseable Sobresaliente						Total	
	1	2	3	4	5	9	(N)	(%)
<b><u>En la Copa</u></b>								
Fustales	-	2,4	2,8	1,2	1,2	-	7,6	7,6
Latizales	-	-	0,8	0,8	-	-	1,6	1,6
Brinzales	-	-	-	0,8	-	-	0,8	0,8
<b><u>En el fuste</u></b>								
Fustales	-	4,8	8,8	1,6	2,4	-	17,6	17,6
Latizales	-	-	0,4	2,8	0,8	-	4,0	4,0
Brinzales	-	-	-	-	-	-	-	-
<b><u>Sin lianas</u></b>								
Fustales	0,4	7,2	14,0	4,0	-	-	25,6	25,6
Latizales	-	0,8	4,4	17,2	7,6	-	30,0	30,0
Brinzales	-	0,4	2,0	3,2	2,4	-	4,0	8,0
<b><u>Ningún DS</u></b>								
							4,8	4,8
<b>TOTAL</b>	0,4	15,6	33,2	31,6	14,4		100,0	100,0
<b>PORCENTAJE</b>	0,4	15,6	33,2	31,6	14,4		100,0	

1 = Emergente

2 = Plena iluminación superior

3 = Alguna iluminación superior

4 = Luz lateral

5 = ninguna iluminación superior

## 5. DISCUSION

### 5.1. Bases de la Silvicultura

#### 5.1.1. Existencias de especies comerciales y potenciales para el manejo

El objetivo principal de esta discusión es evaluar el potencial de los bosques estudiados a fin de darles manejo forestal, considerando las existencias de árboles comerciales.

El bosque secundario presenta un número muy bajo de árboles aceptables y deseables a nivel de árboles maduros, resultado que se explica por el grado de desarrollo de la sucesión secundaria (inmaduro). En cambio, la regeneración de los grupos deseables y aceptables es muy satisfactoria, a nivel de fustales. Así, el número de individuos valiosos por hectárea entre 10 y 40 cm de DAP (331), supera ampliamente el grado de ocupación óptima de Dawkins (1958), quien propone que el bosque estará exento de riesgo si existen como mínimo 150 árboles valiosos/ha entre 10 y 50 cm de DAP. Los árboles valiosos producen 17 m<sup>2</sup>/ha (individuos  $\geq$  de 10 cm de DAP), rendimiento alentador que indica un gran potencial productivo del bosque secundario, susceptible de ser mejorado.

Las existencias, en las categorías de regeneración menores, son muy variables. Aunque el número de brinzales deseables y aceptables supera las 1,000 plantas/ha, las existencias valiosas se reducen a 74/ha a nivel de latizal bajo B, Y 100/ha a nivel de latizal alto. Si se asume, que la mortalidad de la población de la categoría latizales es elevada, esta escasez afectaría la disponibilidad de fustales y más tarde de árboles maduros, peligrando el proceso de la regeneración natural, en el bosque secundario.

En cuanto al bosque aprovechado, el número de árboles deseables y aceptables maduros (35/ha) supera el número que se extrae en explotaciones selectivas. La dominancia de árboles maduros de especies valiosas se debe principalmente a la presencia de Pentaclethra macroloba.

A nivel de fustales la regeneración de los grupos deseable y aceptable resulta adecuada. Comparándolo, con el grado de ocupación óptima de Dawkins el bosque aprovechado es inferior al límite mínimo ya que presenta 142 árboles valiosos/ha comprendidos entre 10 y 40 cm de DAP. El área basal de los individuos valiosos es 15 m<sup>2</sup>/ha ( $\geq$ 10 cm de DAP) la que puede ser mejorada mediante un tratamiento silvicultural apropiado.

Como en el caso del bosque secundario, la variabilidad de las existencias comerciales valiosas en las categorías de regeneración menores es preocupante. De 1,900 brinzales/ha se reduce a 84 latizales altos/ha, existencia valiosa menor a la de fustales.

En resumen, las existencias de regeneración de especies de los grupos deseables y aceptables están dentro del mínimo aceptable según lineamientos existentes, a nivel de fustales, en ambos tipos de bosque. En el bosque secundario esta situación podría calificarse como "espectacular". En cambio, a nivel de latizales la baja representación de

especies comerciales valiosas induce a considerar que hay un "cuello de botella" en el proceso de regeneración natural, analizada en términos dinámicos, más adelante.

Es importante destacar que el potencial de estos bosques para el manejo, depende mucho de las condiciones actuales de mercado. Hace una década *Vochysia ferruginea* se consideraba apenas buena para formaleta. Sin embargo, actualmente es una madera bastante cotizada en el mercado, razón por la cual se incluye en la clase deseable.

Parecidos cambios de actitud se perciben con respecto a muchas especies del grupo aceptable (*Pentaclethra macroloba*). Por lo tanto este estudio hubiera obtenido conclusiones muy diferentes en cuanto a las posibilidades de manejo de estos bosques si se hubiera realizado 10 años atrás.

### 5.1.2. Estructura y composición florística de los tipos de bosque

Las estructuras totales de ambos tipos de bosque, en términos del número de árboles/ha según distribuciones diamétricas, se organizan horizontalmente de acuerdo a los patrones generales de los bosques húmedos tropicales (Rollet, 1980). Sin embargo, los efectos de la intervención humana son notorios. El área basal de todas las especies  $\geq$  de 10 cm de DAP en ambos tipos de bosque (19,30 m<sup>2</sup>/ha en el bosque secundario y 23,48 m<sup>2</sup>/ha en el aprovechado) es significativamente menor al del promedio (28,23 m<sup>2</sup>/ha) del bosque virgen de La Selva (7 km al Este de la finca Tirimbina), determinado por Hartshorn (1983); y al promedio (29,08 m<sup>2</sup>/ha) del bosque virgen de la Finca Los Laureles (32 km al Sur de la finca Tirimbina) según Finegan y Sabogal (1988).

La diferencia del área basal en el bosque aprovechado debe ser consecuencia de la extracción selectiva de árboles, mientras que, en el bosque secundario, se debe, a que éste se encuentra en estado inmaduro después de la tala rasa. Ambos tipos de bosque se encuentran en un proceso de recuperación después de haber sufrido diferentes grados de intervención humana.

La información general aportada por los cuadros de la vegetación constituye una forma de orientación básica, valiosa en lo que al manejo de estos bosques se refiere. En ambos tipos de bosque el IVI(s) permitió indicar la dominancia de una o algunas especies, valiosas. Así en el bosque aprovechado, *Pentaclethra macroloba*, tiene casi la cuarta parte del "peso ecológico" medido en términos del IVI (s), además, el 14% de los árboles con DAP  $\geq$  10 cm son de esta especie, mientras que en el bosque secundario *Vochysia ferruginea*, tiene casi la tercera parte del IVI y el 19% de los árboles con DAP  $\geq$  10 cm son de esta especie.

Una dominancia parecida de *Pentaclethra* se registró, en los bosques primarios y aprovechados de lugares próximos a la zona de estudio (Hartshorn, 1983; Finegan y Sabogal, 1988) Y parece ser general en la zona atlántica del país, hasta aproximadamente 350-450 msnm (Costa Rica. Dirección General Forestal, 1984). La composición florística del bosque aprovechado comparada con los bosques primarios y aprovechados de la amazonia peruana, estudiados por Cárdenas (1986), indican una composición florística menos compleja que la del amazonas. Así la dominancia de la especie comercial,

Pentaclethra macroloba, en el bosque aprovechado de Costa Rica, parece simplificar bastante la situación.

Las diferencias florísticas entre los bosques secundarios y los primarios citados por Richards (1976) y Whitmore (1984), tal como la baja diversidad florística, los grandes cambios en la abundancia de ciertas especies y la alta frecuencia de la dominancia de una o algunas especies en los bosques secundarios, son parcialmente similares a los encontrados en este estudio.

La dominancia monoespecífica es marcada en el bosque secundario, donde la especie más importante, Vochysia ferruginea, tiene un IVI(s) de 60 (cuatro veces el valor máximo del IVI (s) de la especie más abundante en algunos bosques primarios "típicamente" diversos como los del amazonas y nuevamente Pentaclethra macroloba se encuentra en abundancia, junto con otras tres especies presentando un IVIs mayor a 10.

En el bosque aprovechado Pentaclethra macroloba y Vochysia Ferruginea son también las especies más importantes. Sin embargo, al analizar más profundamente los resultados del bosque ambos secundario, las diferencias florísticas entre ambos bosques se manifiestan. La importancia de Pentaclethra en el bosque secundario es sólo un 60 % del valor alcanzado en el bosque aprovechado. En cambio, Vochysia ferruginea es 11 veces más abundante en el bosque secundario que en el aprovechado. De las tres especies, en el bosque secundario, que presentan un IVIs mayor de 10, Laetia procera tiene un valor de sólo 3.6 en el bosque aprovechado y las otras dos (Goethalsia meiantha y Simarouba amara) tienen valores menores a uno.

El número reducido de especies comerciales en el bosque secundario (22) coincide con los principios generales antes señalados.

Analizando la composición de los grupos ecológicos en los bosques, la mezcla de heliófitas durables y esciófitas, con predominancia de esciófitas, es típica de bosques afectados principalmente por perturbaciones naturales de pequeña escala, lo cual caracteriza al bosque aprovechado. La dominancia de heliófitas durables es típica en bosques secundarios y según Finegan (1988) corresponde a la tercera etapa de sucesión secundaria en la vertiente atlántica de Costa Rica.

### **5.1.3. Interpretación dinámica de los resultados, con énfasis en la regeneración comercial**

En términos generales la mezcla de especies heliófitas y esciófitas con predominancia de esciófitas, en el bosque aprovechado, coincide con el esquema del ciclo de regeneración descrito para la dinámica de este bosque. El hecho de que esciófitas y heliófitas crecen conjuntamente y se regeneren continuamente, da una, apariencia compleja en especies, altura del dosel y calidad de fuste, lo cual dificulta la silvicultura del bosque aprovechado. En el caso de un bosque ya sujeto a actividades madereras, es importante agregar, a este esquema general las siguientes observaciones. Las aperturas creadas en el bosque original a causa del aprovechamiento selectivo (vías de extracción, patios de acopio, claros

ocasionados por la tala, etc.) y la buena capacidad de diseminación de las semillas del grupo heliófitas durables, permite la colonización de ellas. Debido a la naturaleza intolerante de estas especies, se formaron pequeños rodales coetáneos en la matriz de bosque discetáneo. Es probable que así, aumentó la abundancia de especies como Vochysia ferruginea y Laetia procera, producto de la primera explotación (25 años atrás), observándose fustales de estas especies a lo largo de los caminos de extracción. Lamentablemente no se puede complementar este análisis con estudios en el bosque primario, que hubieran servido de testigo para estas hipótesis. Hartshorn y Poveda (1983) estiman que en sitios cercanos a La Selva, Vochysia ferruginea es menos abundante que en el bosque aprovechado (presentándose de 0,1 a 1 árboles/ha), mientras que Laetia procera es de abundancia parecida (1-10 árboles/ha), evidencias que proporcionan un respaldo parcial a lo aquí planteado.

En general, mientras más intensivas son las intervenciones futuras en el bosque aprovechado, más cambiará su composición florística comercial hacia la del bosque secundario. Surgiendo así un principio importante.

Tales cambios tienen consecuencias importantes con respecto al manejo. Las heliófitas durables como grupo tienen maderas suaves y poco durables, mientras el grupo de especies deseables del bosque aprovechado consiste principalmente en esciófitas parciales (Virola spp., Carapa Quianensis, Humiriastrum diquense, por ejemplo), especies que tienen maderas semi-duras y duras, y que se perderían bajo un régimen de intervención intensiva disminuyendo el valor comercial del bosque aprovechado.

Las diferencias florísticas entre el bosque aprovechado y el bosque secundario son explicables en los siguientes términos:

Las heliófitas durables requieren de un alto grado de iluminación solar para el crecimiento y desarrollo. Las semillas y frutos poseen características que aseguran una amplia diseminación en el espacio para que alcancen los claros en el bosque natural, los cuales presentan las condiciones ambientales necesarias. En cambio, las semillas de las esciófitas son de diseminación relativamente limitada en el espacio, factor que no limita su regeneración, ya que éstas están capacitadas para tolerar la sombra.

Debido a la extensión espacial limitada de los claros naturales y las aperturas creadas por los madereros, el bosque aprovechado, mantiene la dominancia de especies esciófitas parciales. El bosque secundario, abandonado hace 25 años, fue colonizado rápidamente por aquellas especies del bosque primario mejor adaptadas para ocuparlo: Las heliófitas durables. La colonización de esciófitas ha sido lenta, a excepción de Pentaclethra macroloba, pero es probable que continúe.

En cuanto a Pentaclethra macroloba, posee una combinación excepcional de características biológicas, (Hartshorn, 1972; 1983), las cuales incluyen tolerancia a la sombra y alta capacidad para regenerarse después de perturbaciones. El comportamiento de esta especie, observado en el bosque secundario, se repite en la reserva forestal de Arena en Trinidad, donde, es la especie esciófita más frecuente en la regeneración natural inducida por la

formación del dosel protector. Esta situación imprevista y consecuencia del tratamiento silvicultural es indeseable debido a que la especie no es cotizada en esa isla (Palmer, 1987).

Respecto a las distribuciones del número de árboles por clases diamétricas, según grupos comerciales y grupos ecológicos, en el contexto dinámico de cada tipo de bosque, se observa que en el bosque secundario los grupos comerciales deseables y aceptables se distribuyen diamétricamente en curvas que tienen la forma de una campana tal como la Figura 7. Estas curvas evidencian la presencia de heliófitas durables de crecimiento rápido principalmente. Finegan (1988) señala que en el contexto del bosque secundario, estas curvas tipifican una población coetánea en estado avanzado de desarrollo, reflejando una jerarquía de árboles dominantes y dominados, y se produce la eliminación paulatina de individuos en las clases diamétricas menores a través de un proceso de autoraleo. Mientras las heliófitas durables de crecimiento regular y esciófitas parciales tienden a formar una curva positiva, lo cual puede indicar que el proceso de regeneración es continua. Es importante destacar la deficiencia de latizales altos valiosos aún de estos grupos ecológicos.

Con respecto a la silvicultura, en el caso que se pretenda mantener la actual estructura y composición de este tipo de bosque, será necesario en algún momento un tratamiento de inducción de regeneración de heliófitas durables valiosas.

En el bosque aprovechado, las distribuciones diamétricas de las especies valiosas según grupos ecológicos corresponden aproximadamente a curvas exponenciales negativas las que parecen indicar que los procesos naturales de renovación se mantienen formando poblaciones discetáneas. Sin embargo, como en el caso del bosque secundario, se nota la deficiencia de latizales altos. Sin embargo, los resultados indican que en este tipo de bosque no sería necesario tomar medidas silviculturales dirigidos hacia la inducción de regeneración valiosa.

## **5.2. Silvicultura**

### **5.2.1. Marco General**

Considerándose las características ecológicas de los dos tipos de bosque queda claro que el marco general apropiado para el bosque aprovechado es un sistema policíclico, y el apropiado para el bosque secundario es un sistema monocíclico. A continuación se hacen propuestas específicas para la silvicultura de los dos tipos de bosque, partiendo de estos principios básicos.

Es importante destacar que las operaciones aquí planificadas son un marco referencial que determina los rangos máximos y mínimos del tratamiento, pero la última palabra o decisión final será tomada de acuerdo a las observaciones de campo.

### **5.2.2 Propuesta del tratamiento silvicultural en el bosque secundario**

El bosque Secundario presenta un dosel superior uniforme, cerrado, compuesto principalmente de fustales valiosos del grupo ecológico heliófitas durables. El elevado número de fustales (331) valiosos constituye más del 50 % del área basal (13.02 m<sup>2</sup>/ha). En cambio, aunque la abundancia de especies valiosa de brinzales es alta, la escasez de individuos comerciales a nivel de latizales parece demostrar que el proceso de regeneración no es continuo. En estas circunstancias el objetivo principal del silvicultor es favorecer el crecimiento y supervivencia de fustales seleccionados con vistas a una explotación futura de 200 árboles/ha. Este objetivo se logrará a través de un raleo de los doseles superior e intermedio.

Tomando en cuenta el principio del área basal limitante de Dawkins, se ve que el área basal de árboles con DAP  $\geq 10$  cm (19.3 m<sup>2</sup>/ha) es 66% del total promedio del bosque primario, por lo que no es necesario efectuar una reducción drástica de la biomasa existente. Se recomienda favorecer el incremento del área basal de los fustales los cuales constituyen la próxima cosecha, dejando 200 fustales/ha de los grupos comerciales deseables y aceptables (con un espacio equivalente a 7x7 m), para lo cual se propone eliminar del 10% (1,88 m<sup>2</sup>/ha) al 40% (7,68 m<sup>2</sup>/ha) del área basal total de las especies con DAP  $\geq$  a 10 cm del bosque secundario, quedando un remanente de 11,60 m<sup>2</sup>/ha a 17,40 m<sup>2</sup>/ha, que corresponde al 40 y 60% del área basal de todas las especies con DAP  $\geq$  de 10 cm de los bosques primarios de la zona.

El raleo del bosque secundario comprende las siguientes operaciones silviculturales:

1. Liberación de los fustales seleccionados (grupos deseables y aceptables), teniendo preferencia en todos los casos los fustales de *Vochysia ferruginea*, cuando sean de buena forma, salud y vigor. La liberación del fustal seleccionado comprende la eliminación de todos los árboles no seleccionados que causen competencia lateral y/o superior.
2. Entresaca selectiva del dosel medio, extrayendo los fustales de los grupos no deseables o aceptables. Esta operación junto con la apertura del dosel superior, dejaría abierta la posibilidad para el propietario de la finca, de producir leña en base al manejo de rebrotes.

El producto raleado será utilizado como combustible en el secado de la pimienta negra (*Piper nigrum*) en las inmediaciones de la finca. Se prevee que los daños al bosque remanente y al suelo no serán graves, puesto que se trata de la eliminación de árboles del dosel intermedio del bosque, como *Casearia arborea* y otras especies que no forman fustes leñosos mayores de 20 cm de DAP (156 árboles/ha), así como la mayoría de los árboles del grupo comercial aceptable (como *Inga sp.*) tienen fustes comprendidos entre 10 y 30 cm de DAP (130 árboles/ha).

### 5.2.3. Propuesta de tratamiento silvicultural en el bosque aprovechado

El bosque aprovechado es un rodal discetáneo compuesto de esciófitas parciales principalmente. Las condiciones de iluminación para la mayoría (44%) de las especies deseables y aceptables, no son las mejores, condicionando las posibilidades de crecimiento de las especies valiosas. La estructura del bosque aprovechado indica que existe un número aceptable de fustales valiosos (142 árboles/ha) que no están creciendo en condiciones óptimas por lo que tienen área basal baja (5,76 m<sup>2</sup>/ha).

Según lo descrito anteriormente, se pretende favorecer el crecimiento del DAP y por lo tanto del área basal de la regeneración de la categoría fustal dejando fustales de mejor calidad de fuste, iluminación de copa. y forma de copa del grupo comercial deseable y aceptable (con aproximadamente un espaciamiento equivalente a 8x8 m).

Para lograr el objetivo propuesto se pretende eliminar de 25% (6,08 m<sup>2</sup>/ha) a 50% (11,88 m<sup>2</sup>/ha) del área basal del bosque aprovechado (23,48 m<sup>2</sup>/ha) correspondiente a todas las especies  $\geq$  de 10 cm DAP. El Área basal remanente (11,60 m<sup>2</sup>/ha a 17,40 m<sup>2</sup>/ha) corresponde al 40 y 60 % del área basal que producen todas las especies a partir de 10 cm de DAP en los bosques primarios de la zona. Se contemplan las siguientes operaciones (Cuadro 40):

1. Explotación de 15 árboles/ha (4,15 m<sup>2</sup>/ha) de los grupos comerciales deseables y aceptables con fustes actualmente maderables (DAP  $\geq$  40 cm) que podrían ser comercializados como madera para aserrio.
2. Tratamiento de mejora. A aplicarse obligatoriamente dentro de un año después de la explotación, con la finalidad de eliminar la sombra sobre los fustales seleccionados (grupos deseables y aceptables) a través de la eliminación de fustes sobremaduros.
3. Realizar un muestreo diagnóstico con la finalidad redeterminar si las intervenciones anteriores fueron efectivas y cual es el estado actual de los fustales seleccionados para la próxima cosecha.
4. Reducción efectiva de la competencia (liberación). En el caso de que el muestreo diagnóstico indique la necesidad, se eliminarían, todos los árboles no seleccionados que causen competencia lateral y/o superior a los fustales seleccionados para la próxima cosecha.

Para evitar daños a los árboles que constituyen la futura cosecha, y considerando que se desea mantener la dominancia de especies esciófitas en el bosque aprovechado, se empleará la técnica del envenenamiento para eliminar aquellos árboles que no se cosechen. Toda operación de envenenamiento se llevará a cabo en la época seca (febrero y marzo en la costa atlántica). El producto químico será una mezcla del 5 % de 2, 4,5, T (600 gr. /lt) con aceite diesel, aplicado en incisiones alrededor de la base del árbol (de Graaf, 1986).

**Cuadro 39. Número de árboles y área basal a eliminarse (N y G) según grupos comerciales y calidades de fuste del bosque secundario**

Grupo maderable	CALIDADES DE FUSTE					TOTAL	
	1	2	3	4	5	(N)	(G)
DESEABLE Fustal	-	*	-	-	-	-	-
ACEPTABLE Fustal	-	*	147,0 (4,63)	-	-	147,0	4,63
OTRAS ESPECIES fustal	-	81,2 (1,17)	87,4 (4,39)	-	-	168,6	2,56
<b>TOTAL</b>	-	81,2 (1,17)	234,4 (6,02)	-	-	315,6	7,19

1 = Actualmente maderable

2 = Potencialmente maderable

3 = Deformado

4 = Dañado

5 = Podrido.

\* = Eliminación selectiva, en caso necesario.

**Cuadro 40. Número de árboles y área basal a eliminarse (N y G) Según grupos comerciales y calidades de fuste del bosque aprovechado**

Grupo maderable	CALIDADES DE FUSTE					TOTAL	
	1	2	3	4	5	(N)	(G)
DESEABLE Árbol maduro	3,6(1,04)	-	-	-	0,4(0,08)	4,0	1,12
ACEPTABLE Árbol maduro	11,4(3,11)	-	6,0(1,73)	0,2(0,5)	0,6(0,13)	18,2	5,02
OTRAS ESPECIES Árbol maduro	3,0(0,85)	4,4(0,78)	5,2(0,49)	-	0,2(0,03)	12,8	2,15
fustal	-	-	61,0(1,46)	9,0(0,22)	-	70,0	1,68
<b>TOTAL</b>	18,0(5,00)	4,4(0,78)	72,2(3,68)	9,2(0,27)	1,2(0,24)	105,0	9,97

1 = Actualmente maderable

2 = Potencialmente maderable

3 = Deformado

4 = Dañado

5 = Podrido.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permitieron llegar a las siguientes conclusiones:

1. Ambos tipos de bosque están dominados por una o un número reducido de especies. La dominancia es mayor en el bosque secundario, aunque el número de especies valiosas es superior en el bosque aprovechado. Esta composición florística en los dos tipos de bosque, más reducida, simplifica la tarea del silvicultor.
2. Ambos tipos de bosque presentan existencias satisfactorias de regeneración natural valiosa de la categoría fustales, lo cual asegura la próxima cosecha. Las existencias son -muy buenas para el bosque secundario.
3. Existencias en categorías de regeneración menores son variables (brinzales y latizales bajos) o bajas (latizales altos) en ambos tipos de bosque.
4. Los dos tipos de bosque presentan buenas posibilidades para el manejo debido a las adecuadas existencias de regeneración natural a nivel de fustales, las que son aceptadas por el mercado actual que comercializa un rango más amplio de especies arbóreas. En el largo plazo las existencias variables de las categorías de regeneración menor (brinzales y latizales) podrían afectar las posibilidades de manejo.
5. Las área basales totales de los dos tipos de bosque son bajas comparadas con el área basal de los bosques primarios (29 m<sup>2</sup>/ha). En el caso del bosque secundario esto se debe a su estado inmaduro y a la intervención sufrida, mientras en el caso del bosque aprovechado esto se debe a la explotación selectiva únicamente.
6. Las especies heliófitas durables dominan el bosque secundario; mientras el bosque aprovechado mantiene la mezcla de esciófitas y heliófitas características del bosque original, con dominancia de esciófitas. Estas diferencias son interpretables en términos del grado de intervención humana y determinan en gran medida la silvicultura a aplicarse.
7. Un inventario de todas las categorías de regeneración y de árboles maduros, en combinación con principios derivados de estudios anteriores son suficiente para proponer lineamientos generales de sistemas silviculturales a aplicarse en los dos tipos de bosque y para proponer tratamientos silviculturales específicos para la puesta en marcha del manejo en cada tipo de bosque.
8. Un manejo bajo el sistema monocíclico relativamente intensivo y de alto rendimiento, manteniendo la dominancia de especies heliófitas durables, es apropiado para el bosque secundario. Para el bosque aprovechado un manejo policíclico, extensivo de rendimiento menor, dirigiendo la atención hacia las esciófitas parciales, es indicado.

9. El tratamiento silvicultural adecuado para el bosque secundario es un raleo comercial favoreciendo 200 fustales valiosos/ha. El producto raleado será destinado principalmente a leña.
10. En el bosque aprovechado una explotación, de baja intensidad produciendo madera para aserrío, seguido de un tratamiento de mejora que comprende la eliminación de especies de otras especies arbóreas y de especies valiosas con calidad de fuste inferior principalmente, que esté compitiendo con árboles seleccionados, son las primeras intervenciones indicadas.
11. La técnica del muestreo diagnóstico indicó hacer tratamientos de liberación en ambos tipos de bosque. La definición de como se hace la implementación del mismo, requirió la ayuda de información proveniente del muestreo convencional (inventario)

## 7. RECOMENDACIONES

Los resultados y conclusiones conllevan a emitir las siguientes recomendaciones:

1. La técnica del muestreo diagnóstico en bosques que no están sujetos a manejo debe complementarse con la información del inventario de la vegetación (muestreo convencional) para la planificación de tratamientos silviculturales.: Además se sugieren las siguientes modificaciones:
  - a. Incluir el grupo ecológico de los deseables sobresalientes en los resultados del muestreo diagnóstico.
  - b. Modificar el tamaño de la parcela (a 5x5 m para los latizales y a 2x2 m para los brinzales) y la intensidad de muestreo según la categoría de regeneración (5 % para los latizales, y 2 % para los brinzales.), tal como los usados en el muestreo diagnóstico del sistema Uniforme Malayo.
2. Hacer estudios de supervivencia y crecimiento en la categoría de regeneración brinzales, latizales bajos B y latizales altos, para especies valiosas bajo diferentes tratamientos silviculturales en parcelas permanentes.
3. Cuantificar la reacción del bosque frente a la técnica del envenenamiento, raleo y entresaca analizando sobre todo el efecto sobre las especies valiosas.
4. Proseguir o iniciar los estudios fenológicos para las especies valiosas de ambos tipos de bosque con la finalidad de conocer la época de fructificación y diseminación de las semillas de especies valiosas, en ambos tipos de bosque.
5. Debido a que el estudio mostró buenas posibilidades de manejo del bosque secundario y aprovechado, se recomienda el manejo de los bosques naturales, en vez de reemplazar el mismo con plantaciones forestales.
6. Hacer un análisis de costos de la aplicación de cada uno de los tratamientos en cada tipo de bosque.
7. Se recomienda el uso de la clasificación de calidad de fuste, empleada en este trabajo, pues constituye una gran herramienta en la definición de las operaciones silviculturales.
8. Las siguientes recomendaciones, son sobre temas que no se consideran en el desarrollo de la tesis, sin embargo, son producto de observaciones de esta investigación:
  - a. Determinar el rango diamétrico de ataque del comején de *Vochysia ferruginea*.
  - b. Realizar estudios sobre los diámetros mínimos de corta a nivel de especies valiosas, tomando en cuenta las necesidades comerciales y las características de crecimiento y reproducción de cada especie ya que se desconoce el esfuerzo

reproductivo de la especie según su diámetro. Si el diámetro mínimo de corta es muy reducido se corre el riesgo de eliminar aquellas especies que no fructifican a diámetros menores.

- c. Hacer una colección de muestras botánicas de las categorías de regeneración brinzal, latizal bajo A y B y latizal alto para las especies valiosas a fin de facilitar su identificación en trabajos posteriores y determinar los cambios morfológicos que sufren las especies valiosas en su ciclo de desarrollo, con fines de conocimiento.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- ASHTON, P.; HOPKINS, L.; WILLIAMS, W.; 1978.** The natural forest: plant biology, regeneration and tree growth. In Tropical forest ecosystems. Ed. by UNESCO/UNEP/FAO. Paris, UNESCO-UNEP. p. 181-216
- BARNARD , R. 1950.** Linear regeneration sampling. Malayan Forester (Malaysia) 13:129-136
- BAUR, G. 1964a.** Tratamiento de los montes higrofiticos. Unasyuva (Italia) 18(2-3):18-28.
- \_\_\_\_\_ **1964b.** The ecological basis of rainforest management. Sydney, FAO. 499 p.
- BOURGERON, P. 1983.** Spatial aspects of vegetation structure in Tropical rainforest ecosystems: structure and function. Ed by F. Golley. Amsterdam Netherlands, Elsevier. p. 29-47.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979.** Fitosociología. Base para el estudio de las comunidades vegetales. Traducido por J. Jo Lalucat. Madrid, España Ediciones H. Blume. 820 p.
- BROKAW, N. V. L. 1987.** Gap phase regeneration of three pioneer tree species in a tropical forest. Journal of Ecology (G. B.) 75:9-19.
- BRUNIG, F. 1983.** Vegetation structure and growth. In Tropical rainforest ecosystems: structure and function. 49-75. Ed by F. Golley. Amsterdam, Elsevier. P. 49-75
- BUDOWSKI, G. 1985.** Aspectos ecológicos del bosque húmedo. En la conservación como instrumento de desarrollo. San José, Costa Rica, EUNED/MAG/USAID/FPN. p. 269-279
- CARDENAS, L. 1986.** Estudio ecológico y diagnóstico silvicultural de un bosque de terraza media en la llanura aluvial del Rio Nanay, Amazonia peruana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 133 p.
- COSTA RICA. DIRECCION GENERAL FORESTAL. 1984.** Proyecto de producción forestal. San José, Costa Rica, AID/DGF. 261 p.
- DAWKINS, H. 1958.** The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute (G. B.). Paper no.34. 155 p.
- DE GRAAF, N. 1986.** A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname. Wageningen Netherlands, Agricultural University Wageningen. 250 p.

- DIAZ-ROMEY, R.; HUNTER, A. 1978.** Metodología de muestreo de suelos, análisis Químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.
- FETCHER, N.J OBERBAUR, S. F.; STRAIN, B. R. 1985.** Vegetation effects on microclimate in lowland tropical forest in Costa Rica. *International Journal Of Biometeorology*. (EE. UU.) 29:145-155.
- FINESAN. B. 1988.** Introducción al potencial económico, ecología y silvicultura de los bosques húmedos secundarios del trópico americano. Turrialba, C.R., CATIE. (Artículo en preparación)
- \_\_\_\_\_ ; **SABOGAL, C. 1988.** El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura. Un estudio de caso en Costa Rica. 27 p. (en impresión, El Chasqui)
- FLORES, J. 1985.** Diagnostico del sector industrial forestal. San José, Costa Rica, EUNED. 120 p.
- FONTAINE, G.; MILTON, J.; PALMER, J. 1978.** Conservation and development. In *Tropical forest ecosystem*. Ed by UNESCO/UNEP/FAO. Paris, UNESCO-UNEP. p. 505-553.
- GREIS-SMITH, P. 1993.** Quantitative plant ecology. 3ra ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 359 p.
- HARTSHORN, G. 1990.** Neotropical forest dynamics *Biotrópica* (EE.UU.) 12(Suplemento):23-30.
- \_\_\_\_\_ **1983.** Plants In Costa Rican natural history. Ed. By D. Janzen. Chicago,EE.UU. University Chicago Press. p. 118-157.
- \_\_\_\_\_ ; **POVEDA, L. 1983.** Checklist of trees. In *Costa Rican natural history*. Ed. by D. Janzen. Chicago, EE. UU., University Chicago Press. p. 158-183.
- \_\_\_\_\_ ; **1972.** The ecological life history and population dynamics of *Pentaclethra macroloba* a tropical wet forest dominant and *Stryphnodendron excelsum* an occasional associate. Ph.D. Thesis. Washington, EE. UU., University of Washington. 119 p.
- HAWLEY, R. C.; SMITH, D. 1972.** Silvicultura práctica. Traducido por Jaime Terradas. Barcelona, España, Editorial John Wiley. 544 p.
- HOLDRIDGE, L. R. 1978.** ecología; basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.

- HUBBELL, S.; FOSTER, R. 1986.** Canopy gaps and the dynamics of a neotropical forest. In Plant ecology. Ed. By M. J. Crawley. London, Blackwell Scientific: Publications. p. 77-96.
- HUTCHINSON, I. 1982.** Field enumeration of permanent sample plots in the mixed dipterocarp forest of Sarawak. Kuching, Sarawak, UNDP/FAD/MAL/76/008. 137 p.
- \_\_\_\_\_. **1987a.** Sistemas silviculturales, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 50 p.
- \_\_\_\_\_. **1987b.** Evaluación de árboles según la calidad de la mejor troza. Turrialba, CATIE Costa Rica, (comunicación personal).
- \_\_\_\_\_. **1987c.** Improvement thinning in natural tropical forests: aspects and institutionalization. In natural management of tropical moist forests. Ed. by F. Mergen, J. Vincent. New Haven, EE.UU., Yale University, School of Forestry and Environmental Studies. p. 113-133.
- \_\_\_\_\_. **1988.** Points of departure for silviculture in humid tropical forests. Turrialba Costa Rica, CATIE. (Artículo en preparación)
- JORDAN, C. 1985.** Nutrient cycling in tropical forest ecosystems. Chichester, G. B., John Wiley. 190 p.
- LANLY, J. P. 1982.** Los recursos forestales tropicales, Roma Italia, FAO, 113 p.
- LEAK, W. B. 1965.** The J- shaped probability distribution. Forest Science (EE. UU.) 11(4):405-409.
- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. 1987.** Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). Journal of Tropical Ecology (G. B.) 3(4):347-358.
- NEIL, P. 1981.** Problems and opportunities in tropical rain forest management. Commonwealth Forestry Institute (G. B.). Occasional Paper no.16. 152 p.
- NUNEZ, J.; UGALDE, M. 1987.** Estudio de reconocimiento de suelos de la región Huetar Norte. San José Costa Rica. 162 p.
- ORIAN, G. H. 1982.** The influence of tree-falls in tropical forests on tree species richness. Tropical Ecology (India) 23(2):225-275. .
- PALMER, J. R. 1987.** Successful management of tropical moist forest. Oxford, G. B., Tropical Forestry and computing Ltd. (comunicación personal).

- PERALTA, R.; HARTSHORN, G.; LIEBERMAN, M. 1987.** Reseña de estudios a largo plazo sobre composición florística y dinámica del bosque tropical en La Selva, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical (C. R.)* 35(Suplemento 1):23-39.
- PRINGLE, S. L. 1976.** Los bosques húmedos tropicales en la demanda, oferta y el comercio mundiales. *Unasyuva (Italia)* 28(112-113):106-126.
- RICHARDS, P. 1976.** *The tropical rain forest: an ecological study* Cambridge, G. B., University press 459 p.
- ROLLET, B. 1980.** Organización. En *ecosistemas de bosques tropicales: informe sobre el estado de los conocimientos*. Roma, UNESCO/PNUMA/FAO, p. 126-162.
- SALCEDO, G. 1985.** Estudio ecológico y estructural del bosque "Los Espaveles" Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 164 p.
- SCHMITHUSEN, F. 1976.** Contratos de aprovechamiento de bosques de tierras públicas en los trópicos. *Unasyuva (Italia)* 28(112-113):52-73.
- SCHULZ, P. 1967.** La regeneración natural de la selva mesofítica tropical de Surinam después de su aprovechamiento. *Boletín del Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación (Ven)* 24:3-27.
- SHWYZER, A. 1980.** Posibilidades de la regeneración del bosque húmedo tropical en la zona de Jenaro Herrera, Proyecto de asentamiento rural integral. *Boletín técnico no. 9.* 40 p.
- SWAINE, M.; HALL, J.; ALEXANDER, I. 1987.** Tree population dynamics at Kade, Ghana (1968-1982). *Journal of Tropical Ecology (G. B.)* 3(4):331-345
- SWAINE, M.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F. 1987.** The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. *Journal of Tropical Ecology (G. B.)* 3(4):359-366.
- SYNNOTT, T. J. 1979.** *A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests.* Commonwealth Forestry Institute (G.B.). Occasional Paper no. 14. 67 p.
- UHL, C.; CLARK, K.; CLARK, H.; MURPHY, P. 1981.** Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon basin. *Journal of Ecology (G. B.)* 69:631-649.
- VASQUEZ, A. 1983.** Soils. In *Costa Rican natural history*. Ed. by D. Janzen. Chicago, EE.UU., University Chicago Press. p. 63-65.

**WERNER, P. 1985.** La reconstitution de la forêt tropicale humide au Costa Rica: Analyse de croissance et dynamique de la végétation Ph. D. Tesis. Lausanne, Suiza, Université de Lausanne, Faculté des Sciences. 423 p.

**WHITMORE, T. C. 1978.** The forest ecosystems of Malaysia Singapore and, Brunei: description, functioning and research needs. In Tropical forest ecosystems. Ed. by UNESCO/UNEP/FAO. Paris, UNESCO-UNEP. p. 641-653

\_\_\_\_\_. **1982.** On pattern and process in forests. In the plant community as a working mechanism. Ed by E. i. Newman. Oxford, G. B., Blackwell Scientific Publications. p. 45-57.

\_\_\_\_\_. **1984.** Tropical rain forest of the far east. Oxford, G. B., Clarendon Press. 341 p.

# **ANEXOS**

**Cuadro IA. Lista de especies que pertenecen al grupo comercial deseable.**

<b>Nombre científico</b>	<b>Grupo Comercial</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>Familia</b>
Aspidosperma cruentum			Apocynaceae
Aspidosperma sp.	D	3	Apocynaceae
Calophyllum brasiliense	D	3	Guttiferae
Carapa quianensis	D	4	Meliaceae
Cedrela odorata	D	4	Meliaceae
Cordia alliodora	D	2	Boraginaceae
Guarea sp.	D	2	Meliaceae
Guareaqlabra	D	5	Meliaceae
Hieronyma alchornoides	D	5	Euphorbiaceae
Hieronyma oblonga	D	3	Euphorbiaceae
Humiriastrum diquense	D	3	Humiriaceae
Hymenolobium pulcherrinum	D	4	Caesalpinaceae
Hymenolobium sp.	D	4	Caesalpinaceae
Lecythis ampla	D	9	Lecythidaceae
Minuartia quianensis	D	4	Olacaceae
Nectandra sp.	D	5	Lauraceae
Ocotea hartshorniana	D	9	Lauraceae
Ocotea ira	D	4	Lauraceae
Pithecellobium pedicelare	D	4	Mimosaceae
Sacoqlottis trichoqyna	D	3	Humiriaceae
Svmphonia globulifera	D	5	Guttiferae
Tabebuia crysantha	D	9	Bignoniaceae
Tabebuia rosea	D	9	Bignoniaceae
Terminalia amazonia	D	9	Combretaceae
Vatairea lundelli	D	3	Papilionaceae
Virola koschnii	D	9	Myristicaceae
Virola sebifera	D	4	Myristicaceae
Vitex cooperi	D	4	Verbenaceae
Vochysia ferruginea	D	3	Vochysiaceae
Zanthoxylum sp.	D	2	Rutaceae
	D	3	

**Cuadro 2A. Lista de especies que pertenecen al comercial aceptable**

<b>Nombre científico</b>	<b>Grupo Comercial</b>	<b>Grupo Ecológico</b>	<b>Familia</b>
Apeiba membranacea	A	3	Tiliaceae
Cordia bicolor	A	2	Boraginaceae
Couepia polyandra	A	3	Chrysobalanaceae
Couepia sp.	A	3	Chrysobalanaceae
Dendropanax arboreus	A	3	Araliaceae
Dialyanthera otoba	A	4	Myristicaceae
Dussia macrophyllata	A	3	Papilionaceae
Dussia towarensis	A	3	Papilionaceae
Goethalsia meiantha	A	2	Tiliaceae
Inga coruscans	A	4	Mimosaceae
Inga longispica	A	4	Mimosaceae
Inga sapindoides	A	4	Mimosaceae
Inga thibaudiana	A	2	Mimosaceae
Jacaranda copaia	A	2	Bignoniaceae
Laetia procera	A	3	Flacourtiaceae
Ocotea mollifolia	A	4	Lauraceae
Pentaclethra macroloba	A	4	Mimosaceae
Pourouma aspera	A	3	Moraceae
Pourouma minor	A	3	Moraceae
Pouteria sp.	A	4	Sapotaceae
Pterocarpus hayesii	A	3	Papilionaceae
Qualea sp.	A	4	Vochysiaceae
Rollinia microsepala	A	2	Annonaceae
Simarouba amara	A	2	Simaroubaceae
Sloanea sp.	A	3	Elaeocarpaceae
Stryphnodendron excelsum	A	2	Mimosaceae
Tapírira quianensis	A	3	Anacardiaceae
Vismia sp.	A	2	Guttiferae
Vochysia hondurensis	A	2	Vochysiaceae

**Cuadro 3A. Clasificación de la iluminación de copa. Dawkins (1958).****1. Emergente.**

Se dice que un árbol es emergente cuando su copa recibe completa iluminación vertical, y lateral.

**2. Plena iluminación superior.**

Cuando la copa del árbol recibe completa iluminación vertical.

**3. Alguna iluminación superior.**

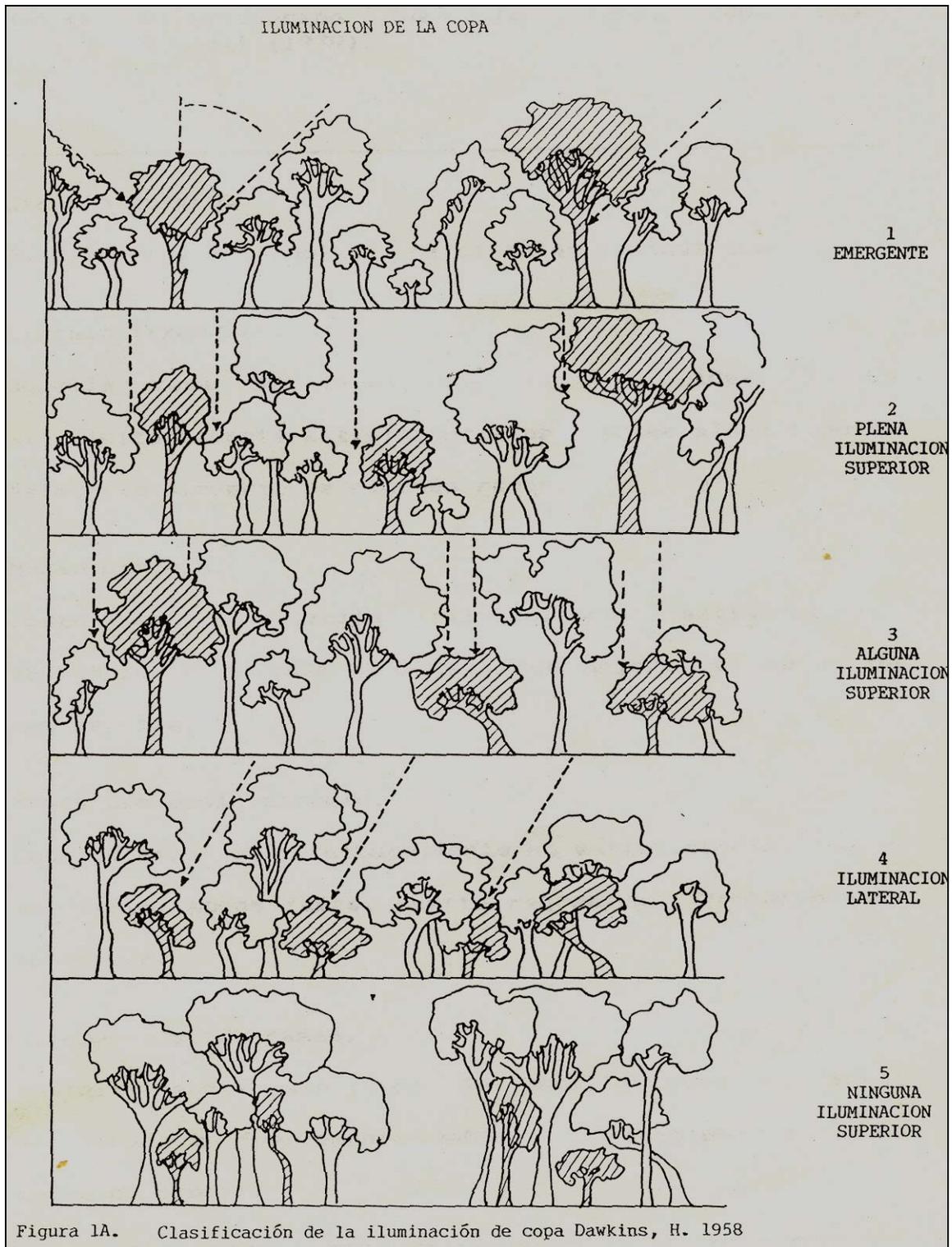
Cuando la copa del árbol recibe parcialmente la iluminación vertical.

**4. Iluminación lateral.**

Cuando la iluminación que recibe el árbol no es directa sino lateral.

**5. Ninguna iluminación directa.**

Cuando la copa del árbol está totalmente cubierta.



**Cuadro 4A. Clasificación de la forma de la copa Synnott (1979).****1. Circulo entero.**

Aquella copa de árbol que es circular y simétrica.

**2. Circulo irregular.**

Aquella Copa de árbol que es casi ideal. Es silviculturalmente satisfactoria pero posee algún tipo de asimetría o muerte de algunas ramas.

**3. Medio circulo.**

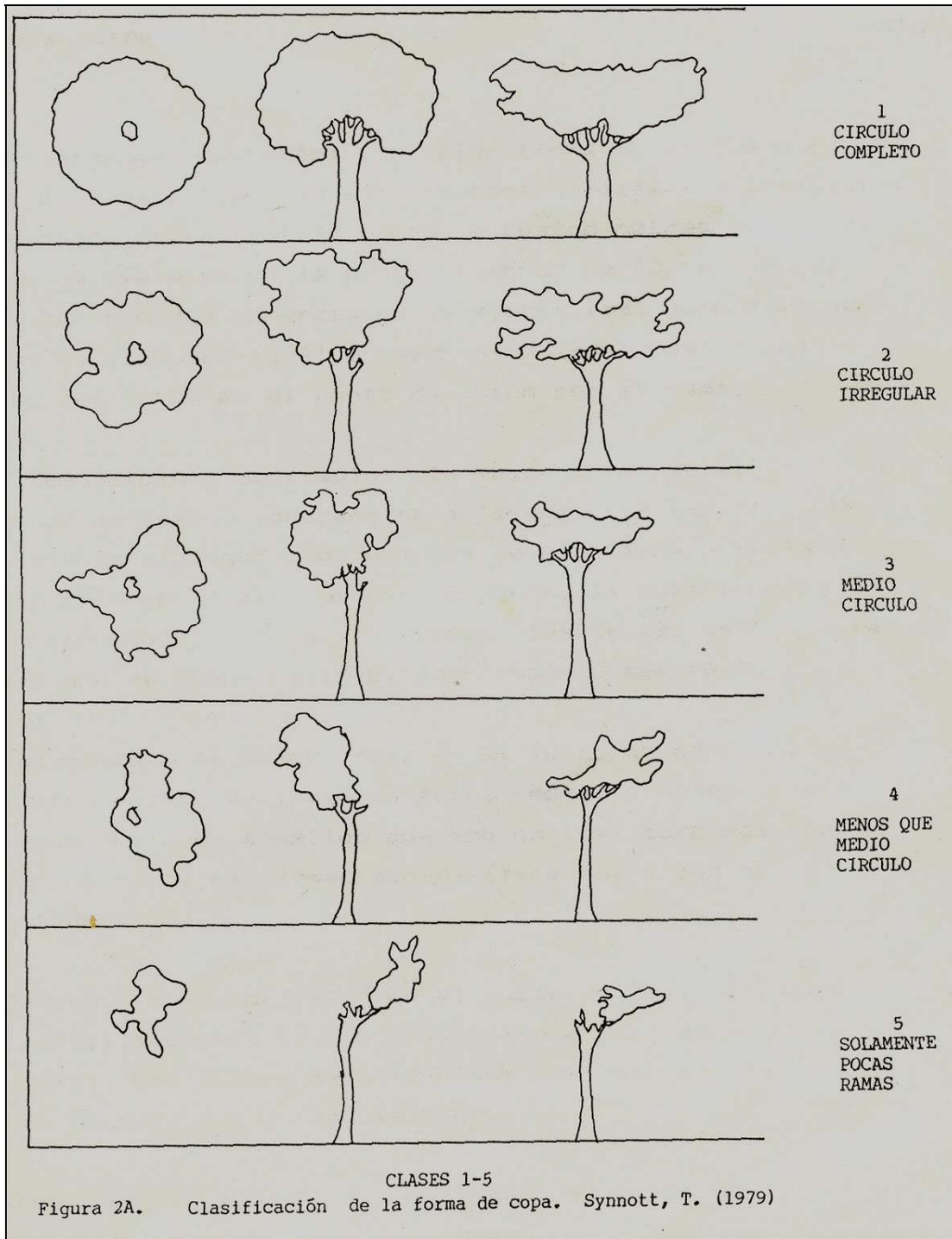
Justo en el limite silvicultural satisfactorio, asimétrica o delgada pero capaz de mejorar si se le da más espacio.

**4. Menos que medio círculo.**

Copa de árbol silviculturalmente no satisfactorio, fuerte asimetría, pocas ramas, muerte regresiva. Probablemente sobreviva.

**5. Solamente pocas ramas.**

Definitivamente suprimido de aquella copa de árbol degenerada o fuertemente dañada. Probablemente no es capaz de crecer.



**Cuadro 5A. Clasificación de árboles según la calidad da la mejor troza. Hutchinson (1987b).**

Definición	Código
<p><b>Actualmente maderable:</b></p> <p>La mejor troza en el fuste es de un tamaño adecuado para la comercialización inmediata. Es sana, recta, por lo menos de cuatro metros de largo, y con un diámetro en la punta no menor de 40 cm. Puede contener nudos comercialmente aceptables, pero ninguno con un diámetro igual o mayor a un tercio del diámetro del fuste en el punto de unión con la rama.</p>	1
<p><b>Potencialmente maderable:</b></p> <p>La mejor troza en el fuste no es de un tamaño adecuado para la comercialización. No obstante el fuste contiene una sección sana y recta de por lo menos cuatro metros de largo, la cual tendría mercado en el futuro. Es decir, las trozas de la clase dos son de buena calidad, pero todavía pequeñas.</p>	2
<p><b>Deformada:</b></p> <p>La mejor troza en el fuste no contiene cuatro metros de largo de forma recta. fustes deformados incluyen aquellos que son cortos, torcidos con raíces tablares, demasiado ramificados, o con nudos grandes.</p>	3
<p><b>Dañado:</b></p> <p>El daño físico en el fuste no deja ninguna posibilidad para la conversión industrial de alguna troza. Los fustes de esta clase son más comunes en los bosques recién aprovechados.</p>	4
<p><b>Podrida:</b></p> <p>a causa de la pudrición, el fuste no contiene una porción sana y recta.</p>	5

LA CLASIFICACION DE FUSTES SEGUN LA MEJOR TROZA				
Clasificación del árbol	Actualmente maderable 1	1	1	
2	2	Clasificación del árbol 2	Potencialmente maderable 2	2
2	Deformado 3	Acanalado, corrugado Liana	Dañado 4	Podrido 5
		Clasificación del árbol 3		

Figura 3A. Clasificación de fustes según la mejor troza. Hutchinson, I. (1987).

**Cuadro 6A. Características necesarias para escoger un deseable sobresaliente (DS). Hutchinson (1987c).**

**Cuando el Deseable Sobresaliente es un fustal.**

La planta tiene que ser la mejor de la parcela de todas las especies deseables existentes en ella. Además debe poseer las siguientes características;

- a. Ser una especie arbórea "deseable" o "aceptable"
- b. Tener un DAP ~ que 10 cm, pero < que 40 cm. tener un fuste recto de buena forma, sano sin quebraduras u horquetas.  
Fuste no demasiado inclinado. Copa vigorosa y bien formada.
- c. El fuste debe contener o indicar que tendrá, una longitud de por lo menos 4 m. adicionales a la altura del tocón

**Cuando el Deseable Sobresaliente es un Latizal**

Cuando una parcela no contiene ningún fustal adecuado que sirva como deseable sobresaliente, será necesario escoger entre los mejores latizales, (individuos entre 1.5 m de altura y 10 cm de DAP). Además debe poseer las siguientes características:

- a. Ser una especie arbórea "deseable" o "aceptable"
- b. Tener un DAP < de 10 cm y una altura ~ 1,5 m.  
Con fuste recto, de buena forma, sano sin quebraduras u horquetas y copa vigorosa y bien formada.

**Cuando el Deseable Sobresaliente es un Brinzal**

Cuando la parcela no contiene fustales ni latizales que puedan servir como deseables sobresalientes. . Entonces hay que buscar un brinzal de una especie "deseable" o "aceptable". El tamaño del brinzal esta entre 0.30 m de altura y menos de 1.5 m de altura total.

Para cumplir con los requisitos de un deseable sobresaliente, el brinzal debe ser:

- a. Una especie "deseable" o "aceptable"
- b. Tener un tallo recto, de buena forma, sano sin quebraduras u horquetas y una copa vigorosa y bien formada

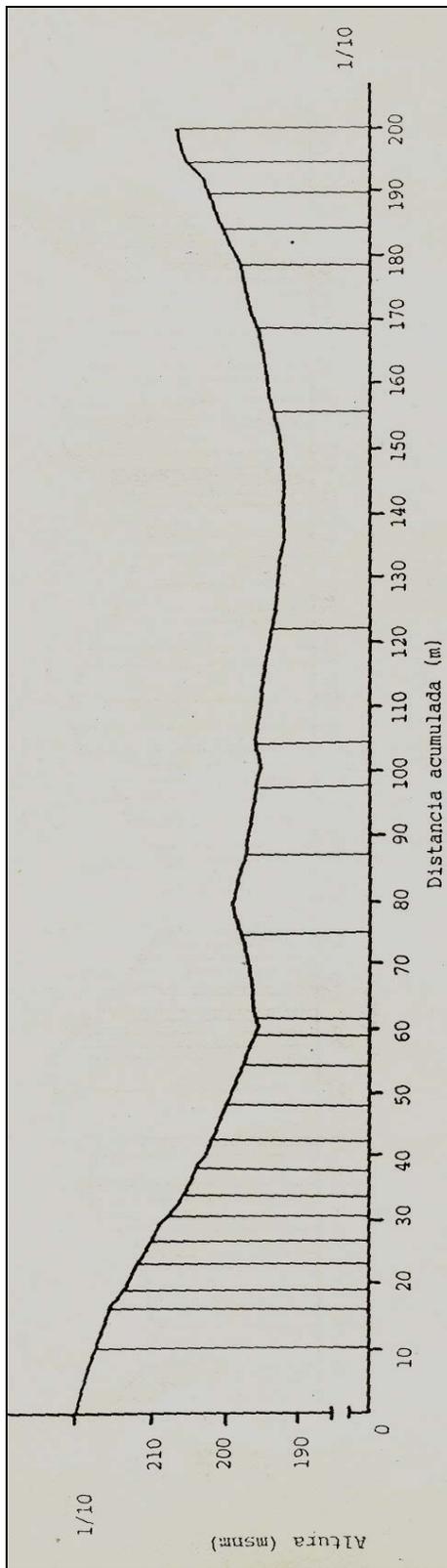


Figura 4A: Perfil topográfico de la unidad fisiográfica "Ladera" del bosque secundario

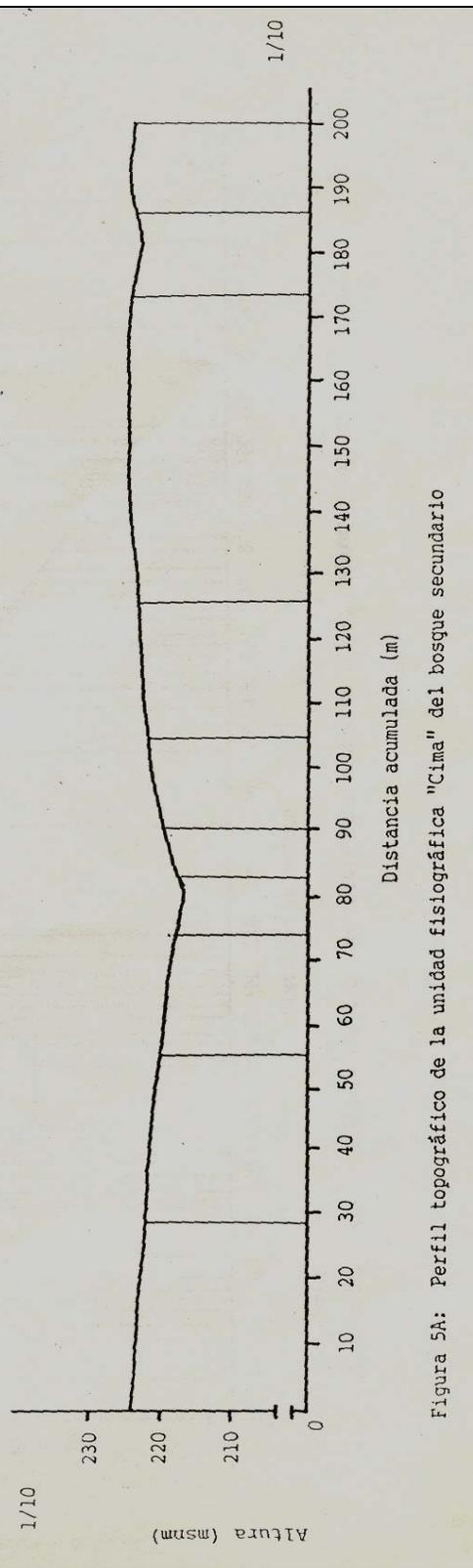


Figura 5A: Perfil topográfico de la unidad fisiográfica "Cima" del bosque secundario

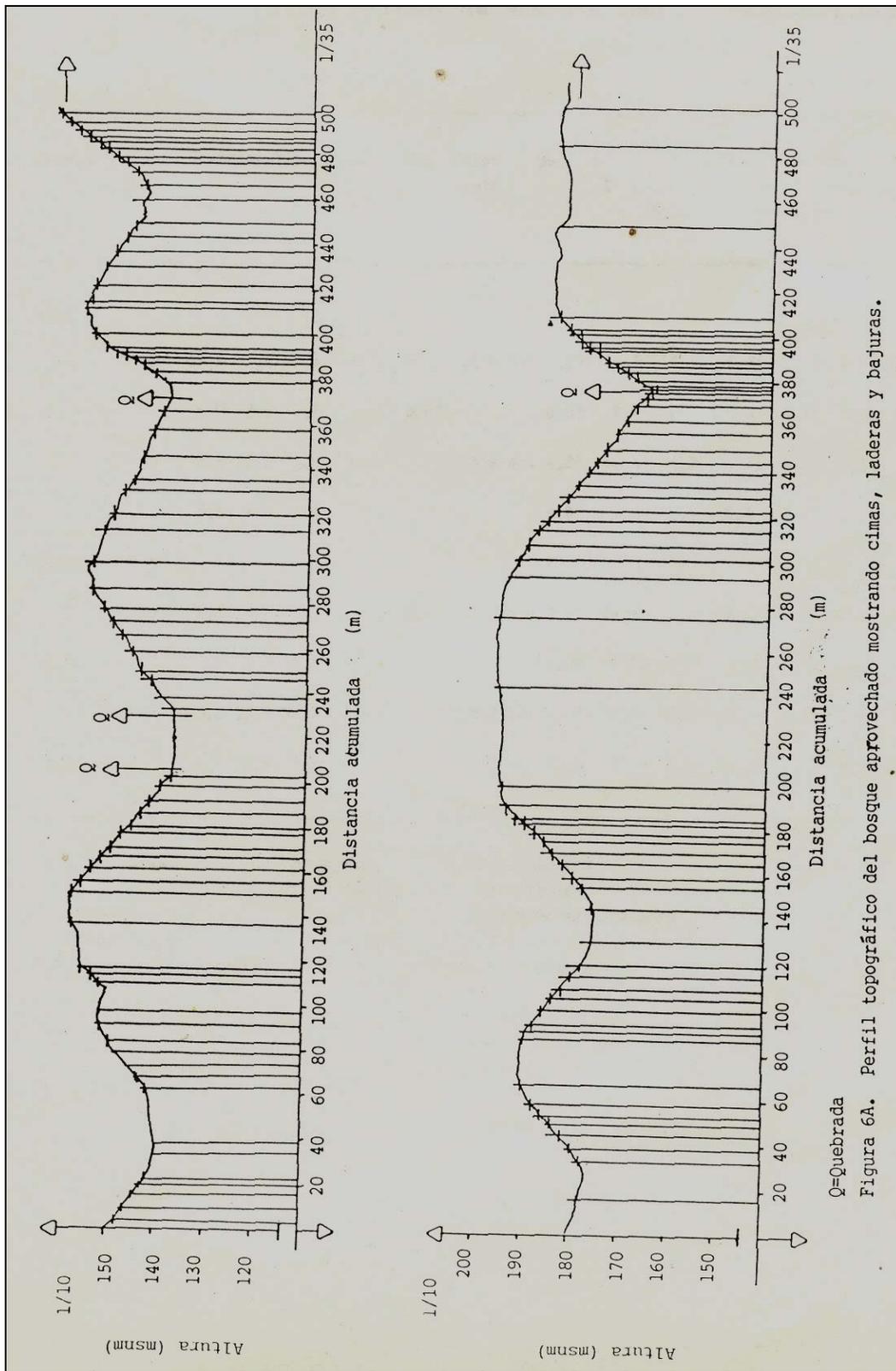


Figura 6A. Perfil topográfico del bosque aprovechado mostrando cimas, laderas y bajuras.

**Cuadro 7. Análisis físico-químico de dos unidades fisiográficas de suelos de bosques secundarios**

Unidad	Profund. (cm)	Granulometría			Text.	Dap g/ml	Color suelo	pH	M.O. %	P Mg/kg	K mg/100 gr	Ca mg/100 gr	Mg mg/100 gr	Acd. Ext.	
		Ar	L	A										Al	
<u>Cima</u>															
$\bar{X}$	0-30	18,6	13,6	67,8	Arc.	0,57	7,5YR 4/4	4,04	64,3	4,1	0,01	0,16	0,12	3,32	0,91
$\sigma_{n-1}$		9,8	2,8	7,1		0,02		0,04	1,7	0,0	0,0	0,11	0,03	0,95	
	30-60	13,6	10,6	75,8	Arc.		7,5YR 4/4	4,08	56,6	4,2	0,01	0,16	0,11	3,55	0,92
		5,6	4,2	1,4				0,0	1,65	1,2	0,0	0,17	0,02	0,28	
<u>Ladera</u>															
$\bar{X}$	0-30	9,6	13,6	76,8	Arc.	0,69	7,5YR 4/4	4,02	44,9	3,4	0,01	0,26	0,11	2,95	0,88
$\sigma_{n-1}$		2,8	2,8	0,0		0,07		0,08	0,76	0,9	0,01	0,01	0,01	0,28	
$\bar{X}$	30-60	5,6	13,6	80,8	Arc.		7,5YR 4/4	3,93	36,5	2,3	0,01	0,31	0,14	3,00	0,86
$\sigma_{n-1}$		0,0	2,8	2,8				0,06	0,52	0,5	0,20	0,15	0,05	0,35	
<p>Ar= Arena                      P= Fósforo                      Mg= Magnesio  L= Limo                          K= Potasio                      Al= Aluminio  A= Arcilla                        Ca= Calcio                      Dap= Densidad aparente  Tex= Textura                      Arc= Arcillosa                    M.O= Materia orgánica  Acd. Ext= Acidez extraíble                      Profund= Profundidad</p>															

**Cuadro 8. Análisis físico-químico de tres unidades fisiográficas de suelos del bosque aprovechado. N=2**

Unidad	Profund. (cm)	Granulometría			Text. Arc.	Dap g/ml	Color suelo	pH	M.D. %	P Mg/kg	K mg/100 gr	Ca	Mg	Acd.	
		Ar	L	A										Ext.	Al
<u>Bajura</u>															
$\bar{X}$	0-30	8,6	19,8	71,6	Arc. 0,71	7,5YR 4/4	4,44	30,2	7,05	0,27	0,64	0,14	2,83	0,72	
$\sigma_{n-1}$	-	*	-		0,15		0,30	0,95	1,06	0,07	0,27	0,06	0,81		
$\bar{X}$	30-60	6,6	21,8	71,6	Arc.	7,5YR 4/4	4,44	34,1	4,85	0,24	0,35	0,15	2,80	0,79	
$\sigma_{n-1}$		2,8	0,0	2,8			0,33	1,12	1,06	0,02	0,03	0,01	0,07		
<u>Ladera</u>															
$\bar{X}$	0-30	21,6	23,8	54,6	Arc. 0,76	7,5YR 4/4	4,48	24,1	5,45	0,15	0,14	0,29	4,07	0,87	
$\sigma_{n-1}$		20,0	8,5	32,5	0,22		0,62	0,56	3,88	0,00	0,11	0,27	2,37		
$\bar{X}$	30-60	9,6	23,8	66,6	Arc.	7,5YR 4/4	4,54	22,80	3,25	0,15	0,05	0,16	3,52	0,91	
$\sigma_{n-1}$		9,9	11,3	21,2			0,17	1,99	2,76	0,03	0,03	0,11	0,95		
<u>Cima</u>															
$\bar{X}$	0-30	30,4	18,0	51,6	Arc. 0,65	7,5YR 4/4	4,50	86,7	4,65	0,17	0,13	0,10	3,07	0,88	
$\sigma_{n-1}$		5,6	0,0	5,6	0,00		0,11	2,23	0,77	0,02	0,15	0,02	0,67		
$\bar{X}$	30-60	17,6	17,8	64,6	Arc.	7,5YR 4/4	4,49	44,9	4,45	0,15	0,13	0,11	2,80	0,88	
$\sigma_{n-1}$		12,7	0,0	12,7			0,16	0,76	0,49	0,00	0,11	0,02	0,57		

\* Una de las muestras de suelo fue extraviada por consiguiente no se presenta la desviación standard.

**Cuadro 9A. Medida de dispersión de la abundancia (N) de todas las especies del bosque aprovechado. n=5 ha.**

<b>Grupos comerciales por Categoría de regeneración</b>	<b>Promedio <math>\bar{X}</math></b>	<b>Desviación Estándar <math>\sigma</math> (n-1)</b>	<b>Limites de confianza <math>\alpha = 0.05</math></b>
<b>BRINZALES</b>			
Deseables	230	109,5	X ± 135,94
Aceptables	1670	584,8	X ± 726,03
Otras especies	5960	1197,6	X ± 1486,82
Arbustos	1700	754,1	X ± 936,21
<b>LATIZALES BAJOS A</b>			
Deseables	56	26,1	X ± 32,40
Aceptables	84	26,1	X ± 32,40
Otras especies	1588	523,2	X ± 649,55
Arbustos	84	69,9	X ± 86,78
Palmas	216	381,2	X ± 473,26
<b>LATIZALES BAJOS B</b>			
Deseables	92	52,2	X ± 64,80
Aceptables	120	64,8	X ± 80,44
Otras especies	1376	277,6	X ± 344,64
Arbustos	38	41,5	X ± 51,52
Palmas	96	193,1	X ± 239,73
<b>LATIZALES ALTOS</b>			
Deseables	36	35,7	X ± 44,32
Aceptables	48	22,8	X ± 28,30
Otras especies	388	90,1	X ± 111,86
Palmas	48,0	22,8	X ± 28,31
<b>FUSTALES</b>			
Deseables	8,40 19,80	2,6	X ± 3,22
Aceptables	43,4	4,5	X ± 5,57
Otras especies	11,8	8,6	X ± 10,60
Palmas		1,3	X ± 1,61
<b>ÁRBOLES MADUROS</b>			
Deseables	5,2		
Deseables	29,7	1,92	X ± 2,38
Aceptables	9,8	5,5	X ± 6,77
Otras especies		5,6	X ± 6,29
Palmas			

**Cuadro IOA. Medida de dispersión del área basal total promedio (G) del bosque aprovechado. n=5 ha.**

<b>Categorías de regeneración natural</b>	<b>Promedio <math>\bar{X}</math></b>	<b>Desviación Standard <math>\sigma</math> (n-1)</b>	<b>Límites de confianza <math>\alpha = 0.05</math></b>
Latizales altos	2,06	0,58	X ± 0,72
Fustales	2,47	0,66	X ± 0,82
Arboles Maduros	10,92	1,03	X ± 1,27

**Cuadro IIA. Medida de dispersión del Area basal (G) según grupos comerciales del bosque aprovechado. n=5 ha.**

<b>Grupos comerciales por Categoría de regeneración</b>	<b>Promedio <math>\bar{X}</math></b>	<b>Desviación Estándar <math>\sigma</math> (n-1)</b>	<b>Limites de confianza <math>\alpha = 0.05</math></b>
<b>LATIZALES ALTOS</b>			
Deseables	0,148	0,145	X ± 0,180
Aceptables	0,246	0,164	X ± 0,203
Otras especies	1,472	0,399	X ± 0,495
Palmas	0,190	0,088	X ± 0,109
<b>FUSTALES</b>			
Deseables	0,32	0,09	X ± 0,11
Aceptables	0,83	0,30	X ± 0,37
Otras especies	1,12	0,36	X ± 0,44
Palmas	0,20	0,35	X ± 0,43
<b>ÁRBOLES MADUROS</b>			
Deseables	1,41	0,34	X ± 0,42
Aceptables	7,36	1,41	X ± 2,15
Otras especies	2,15	1,24	X ± 1,55
Palmas			

**Cuadro 12A. Lista de especies que pertenecen al grupo comercial otras especies (O) encontradas bosque aprovechado y secundario**

<b>Nombre científico</b>	<b>Grupo comercial</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>Familia</b>
Ampelocera hottlei	o	9	Ulmaceae
Anaxagorea crassipetala	o	9	Annonaceae
Archonia latifolia	o	9	Euphorbiaceae
Bellotia reticulata	o	1	Tiliaceae
Brosimum lactescens	o	4	Moraceae
Casearia arborea	o	2	Flacourtiaceae
Casearia commersoniana	o	3	Flacourtiaceae
Cassia sp.	o	9	Caesalpiniaceae
Cecropia sp.	o	1	Moraceae Ochnaceae
Cespedesia macrophylla	o	4	Rubiaceae
Chione costaricensis	o	9	Clethraceae
Clethra sp.	o	9	Rhamnaceae
Colubrina ovalifolia	o	9	Boraginaceae
Cordia sp.	o	9	Boraginaceae
Cordia dwyeri	o	9	Euphorbiaceae
Croton schiedanus	o	9	Moraceae
Ficus sp.	o	9	Bombacaceae
Hampea appendiculata	o	2	Bombacaceae
Hampea platanifolia	o	1	Flacourtiaceae
Hasseltia floribunda	o	9	Olaceae
Heisteria concinna	o	9	Tiliaceae
Heliocarpus appendiculatus	o	1	Hernandiaceae
Hernandia didymantha	o	9	Chrysobalanaceae
Hirtella triandra	o	5	Flacourtiaceae
Iacistema aqoreqatum	o	9	lauraceae
Icaria sarapiquensis	o	9	Papilionaceae
Lonchocarpus oliganthus	o	9	Tiliaceae
Luehea seemanii	o	3	Chrysobalanaceae
Maranthes panamensis	o	9	Melastomataceae
Miconia elata	o	9	Melastomataceae
Miconia scorpioides	o	9	Moraceae
Naucleopsis naqa	o	9	lauraceae
Ocotea sp.	o	9	Bombacaceae
Ochroma laqopus	o	1	Mimosaceae
Pithecellobium sp.	o	9	Sapotaceae
Pouteria unilocularis	o	4	Burseraceae
Protium panamense	o	4	Euphorbiaceae
Sapium aucuparium	o	9	Saurariaceae
Sauraria sp.	o	9	Malpighiaceae
Spachea correa	o	9	Caesalpiniaceae
Swartzia cubensis	o	9	Burseraceae
Tetraastris panamensis	o	3	Burseraceae
Tetraastris tomentosa	o	3	ulmaceae
Trema interriqima	o	1	Ulmaceae
Trela miccranthao	o	1	Annonaceae
Xilopia bocatorena	o	9	Annonaceae
Unonopsis pitieri	o	9	

