

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION**  
**ESCUELA DE POSTGRADO**

Receptoría Comercio  
C.A.  
17 DIC 1997  
RECIBIDO  
Turrialba, Costa Rica

**ANALISIS SILVICULTURAL DE LA REGENERACION NATURAL  
CON FINES DE MANEJO EN TRES TIPOS DE BOSQUE  
HUMEDO TROPICAL DE COSTA RICA**

**POR**

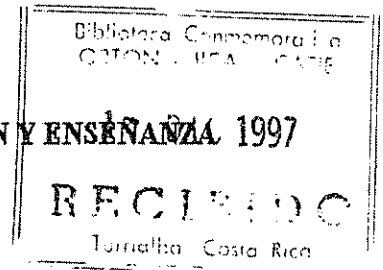
**MILTON RUBEN CORTEZ ORELLANO**



Turrialba, Costa Rica  
1997

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA 1997

CATIE



**“ANÁLISIS SILVICULTURAL  
DE LA REGENERACION NATURAL  
CON FINES DE MANEJO  
EN TRES TIPOS  
DE BOSQUE HUMEDO TROPICAL 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 el grado de:

**Magister Scientiae**

Por:

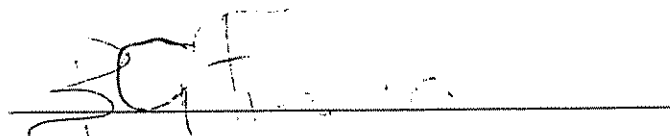
**MILTON RUBEN CORTEZ ORELLANO**

**Turrialba, Costa Rica  
1997**

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

*MAGISTER SCIENTIAE*

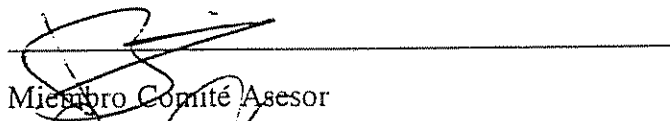
FIRMANTES:



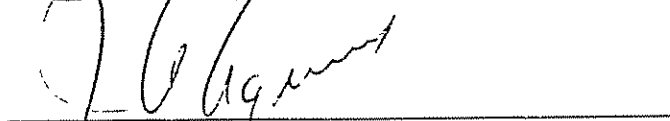
Profesor Consejero



Miembro Comité Asesor



Miembro Comité Asesor



Jefe, Area de Postgrado



Director, Programa de Enseñanza



Milton Cortés  
Candidato

## DEDICATORIA

A:

Zoila,  
Tatiana Andrea,  
Cristhian André,

Maravilloso tesoro que la vida me tenía  
reservada.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos a:

los profesores miembros del comité asesor de tesis por los consejos y apoyo brindados:

Dr. Bryan Finegan

Msc. Grace Sáenz

Msc. Bastian Louman

BOLFOR - USAID por haber financiado mis estudios.

Unidad de Manejo de Bosques Naturales (CATIE - COSUDE) por el apoyo logístico recibido.

Coopemadereros R.L. por permitirme trabajar en el bosque que administran, uno de los tres utilizados en el presente estudio y apoyarme con un experimentado vaqueano.

al personal técnico, administrativo y obrero de la UMBN por su valiosa cooperación.

los compañeros y compañeras por los grandes momentos que pasamos juntos.

al personal de postgrado por la diligencia y amabilidad.

todas las personas e instituciones que de una u otra manera cooperaron en la realización del presente estudio

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
<b>RESUMEN</b>	<b>i</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>ii</b>
<b>1. INTRODUCCION-JUSTIFICACION</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	3
<b>3. HIPOTESIS</b>	<b>3</b>
<b>4. REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	<b>3</b>
4.1. Conceptos de regeneración natural	3
4.2. Ecología de la regeneración natural	4
4.2.1. Diseminación	4
4.2.2. Germinación	5
4.2.3. Estrategias de crecimiento y sobrevivencia de los estados juveniles	6
4.3. La regeneración natural en el manejo de bosques naturales	7
4.3.1. Conceptos básicos	7
4.3.1.1. Regeneración establecida	7
4.3.1.2. Regeneración adecuada	8
4.3.2. Tratamientos silviculturales y métodos de regeneración natural	9
4.3.2.1. Tratamientos silviculturales	9
4.3.2.2. Métodos de regeneración natural	11
4.3.3. Clasificación de la regeneración y métodos de evaluación	12
4.3.3.1. Clasificación dimensional	12
4.3.3.2. Clasificación ecológica	13
4.3.3.3. Métodos de evaluación de la regeneración natural	14
4.3.3.3.1. Muestreo lineal de la regeneración	14
4.3.3.3.2. El método de Brun	16
4.3.3.3.3. Otros	17
<b>5. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>18</b>
5.1. Descripción de los sitios de estudio	18
5.1.1. Bosque muy húmedo tropical: Area de demostración e investigación "Los Laureles de Corinto"	18
5.1.1.1. Ubicación, extensión	18
5.1.1.2. Zona de vida, clima y vegetación	18

5.1.1.3. Uso actual y potencial del suelo	19
5.1.1.4. Topografía	19
5.1.1.6. Tratamientos	19
5.1.2. Bosque muy húmedo montano: Area piloto Villa Mills-Siberia	20
5.1.2.1. Ubicación y extensión	20
5.1.2.2. Zona de vida, clima y vegetación	21
5.1.2.3. Suelos y topografía	21
5.1.2.4. Tratamientos	22
5.1.3. Bosque húmedo tropical: Bosque modelo Ian D. Hutchinson	23
5.1.3.1. Ubicación, historia y superficie	23
5.1.3.2. Zona de vida, clima y suelos	23
5.1.3.3. Tratamientos	24
5.2. Evaluación de la regeneración natural	25
5.2.1. Categorías de regeneración	25
5.2.2. Unidades de registro, tamaño e intensidad de muestreo	25
5.2.3. Distribución de las unidades de registro	26
5.2.4. Grupos comerciales y ecológicos	28
5.2.5. Variables a evaluar	28
5.2.5.1. Abundancia	28
5.2.5.2. Frecuencia	29
5.2.5.3. Determinación de límites mínimos de comparación de abundancia y frecuencia	29
5.2.5.4. Iluminación de copa	30
5.2.5.5. Distribución espacial	31
5.2.5.6. Otras variables	31
5.2.5.6.1. Condición de sitio	31
5.2.5.6.2. Calidad de la regeneración	32
5.2.6. Análisis de la información	33
5.3. Determinación de tiempos	34
5.4. Determinación de rendimientos	35
5.5. Determinación de costos por actividad y costo total	35
5.6. Registro de la información de campo	35
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>36</b>
6.1. Determinación y comparación del estado de la regeneración natural por bosque	36
6.1.1. Bosque muy húmedo tropical: Area de Demostración e Investigación "Los Laureles de Corinto"	36
6.1.1.1. Abundancia y frecuencia	36
6.1.1.2. Iluminación de copa	39
6.1.1.3. Distribución espacial	40
6.1.1.4. Condición de sitio	42
6.1.1.5. Calidad de la regeneración	43
6.1.1.6. Correlación entre la calidad (calidades 1, 2, 3) y las variables susceptibles de manejo (iluminación de copa y condición de sitio)	44

6.1.2. Bosque muy húmedo montano: Area Piloto Villa Mills-Siberia	44
6.1.2.1. Abundancia y frecuencia	44
6.1.2.2. Iluminación de copa	47
6.1.2.3. Distribución espacial	49
6.1.2.4. Condición de sitio	49
6.1.2.5. Calidad de la regeneración	51
6.1.2.6. Correlación entre la calidad (calidades 1, 2, 3) y las variables susceptibles de manejo (iluminación de copa y condición de sitio)	52
6.1.3. Bosque húmedo tropical: Bosque Modelo Ian D. Hutchinson	52
6.1.3.1. Abundancia y frecuencia	52
6.1.3.2. Iluminación de copa	55
6.1.3.3. Distribución espacial	57
6.1.3.4. Condición de sitio	57
6.1.3.5. Calidad de la regeneración	58
6.1.2.6. Correlación entre la calidad (calidades 1, 2, 3) y las variables susceptibles de manejo (iluminación de copa y condición de sitio)	59
6.2. Determinación de tiempos, rendimientos, costos por actividad, costo total del trabajo de campo y proporción respecto del plan de manejo por bosque	59
6.3. Discusión global	62
7. CONCLUSIONES	64
8. RECOMENDACIONES	66
9. BIBLIOGRAFIA	67
10. ANEXOS	74



## LISTA DE CUADROS

	Página N°
Cuadro 1. Grado de ocupación	8
Cuadro 2. Características de las clases de tamaño de la regeneración natural temprana del bosque de cativo	12
Cuadro 3. Clasificación dimensional de la regeneración natural	12
Cuadro 4. Límite mínimo de cuadrados cubiertos	15
Cuadro 5. Densidad e intensidad de muestreo	15
Cuadro 6. Unidades de registro, tamaño e intensidad de muestreo según categoría de regeneración	26
Cuadro 7. Clasificación de la frecuencia absoluta	29
Cuadro 8. Índice de exposición de copa	30
Cuadro 9. Índice de aglomeración-Corinto	41
Cuadro 10. Índice de aglomeración-Villa Mills	49
Cuadro 11. Índice de aglomeración-Hutchinson	57
Cuadro 12. Resumen de tiempos, rendimientos y costos por actividad-Corinto	60
Cuadro 13. Resumen de tiempos, rendimientos y costos por actividad-Villa Mills	61
Cuadro 14. Resumen de tiempos, rendimientos y costos por actividad-Hutchinson	62

## LISTA DE FIGURAS

	Página Nº
Figura 1a. Diseño para instalación de los transectos del inventario de regeneración	27
Figura 1b. Instalación de parcelas empleadas en el inventario de la regeneración	27
Figura 2. "Corinto": abundancia y frecuencia absoluta de latizales bajos y altos por tratamiento	37
Figura 3. "Corinto": abundancia y frecuencia absoluta de grupos comerciales	37
Figura 4. "Corinto": abundancia y frecuencia absoluta de las tres especies más abundantes	38
Figura 5. "Corinto": categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales bajos	40
Figura 6. "Corinto": categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales altos	41
Figura 7. "Corinto": proporción de frecuencias de parcelas de registro por categoría de condición de sitio	42
Figura 8. "Corinto": calidad de la regeneración por categoría	43
Figura 9. "Villa Mills": abundancia y frecuencia absoluta de latizales bajos y altos por tratamiento	45
Figura 10. "Villa Mills": abundancia y frecuencia absoluta de grupos comerciales	45
Figura 11. "Villa Mills": abundancia y frecuencia absoluta de las tres especies más abundantes	46
Figura 12. "Villa Mills": categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales bajos	48
Figura 13. "Villa Mills": categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales altos	48
Figura 14. "Villa Mills": proporción de frecuencias de parcelas de registro por categoría de condición de sitio	50
Figura 15. "Villa Mills": calidad de la regeneración por categoría	52
Figura 16. "Hutchinson": abundancia y frecuencia absoluta de latizales bajos y altos por tratamiento	53
Figura 17. "Hutchinson": abundancia y frecuencia absoluta de grupos comerciales	54

Figura 18. "Hutchinson": abundancia y frecuencia absoluta de las tres especies más abundantes	54
Figura 19. "Hutchinson": categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales bajos	56
Figura 20. "Hutchinson": categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales altos	56
Figura 21. "Hutchinson": proporción de frecuencias de parcelas de registro por categoría de condición de sitio	58
Figura 22. "Hutchinson": calidad de la regeneración por categoría	59

#### LISTA DE MAPAS

	Página Nº
Mapa 1. Mapa de ubicación de los sitios de estudio	93
Mapa 2. Mapa de la finca "Los Laureles de Corinto"	94
Mapa 3. Mapa de distribución de las parcelas permanentes de muestreo del "Area Piloto Villa Mills - Siberia"	95
Mapa 4. Mapa de parcelas permanentes de muestreo establecidas en el bloque La Sandía del "Bosque Modelo Ian D. Hutchinson"	96

#### LISTA DE ANEXOS

	Página Nº
Anexo 1. Los Laureles de Corinto: abundancia y frecuencia absoluta por grupos ecológicos	74
Anexo 2. Villa Mills: abundancia y frecuencia absoluta por grupos ecológicos	74
Anexo 3. Hutchinson: abundancia y frecuencia absoluta por grupos ecológicos	75
Anexo 4. Distribución por bosque por tratamiento y por categoría de regeneración, del número de hectáreas, número de unidades de muestreo, número de unidades de registro o parcelas de registro, y el número de metros lineales empleados en los transectos	76
Anexo 5. Identificación por tratamiento y por bosque de las parcelas o transectos de muestreo utilizados (unidades de muestreo)	77

Anexo 6. Los Laureles de Corinto: costo de insumos, depreciación y determinación de salarios por hora	78
Anexo 7. Los Laureles de Corinto: tiempos, rendimientos y costos por actividad	80
Anexo 8. Villa Mills: costo de insumos, depreciación y determinación de salarios por hora	81
Anexo 9. Villa Mills: tiempos, rendimientos y costos por actividad	83
Anexo 10. Hutchinson: costo de insumos, depreciación y determinación de salarios por hora	85
Anexo 11. Hutchinson: tiempos, rendimientos y costos por actividad	88
Anexo 12. Rendimientos de las principales actividades por bosque	89
Anexo 13. Clasificación comercial y ecológica de las especies arbóreas encontradas en el Area de Demostración e Investigación los Laureles de Corinto	90
Anexo 14. Clasificación comercial y ecológica de las especies arbóreas encontradas en el Area Pilto Villa Mills-Siberia	91
Anexo 15. Clasificación comercial y ecológica de las especies arbóreas encontradas en el Bosque Modelo Ian D. Hutchinson	92
Anexo 16. Abundancia y frecuencia absoluta de latizales	97

CORTEZ ORELLANO, M.R. 1997. Análisis silvicultural de la regeneración natural con fines de manejo en tres tipos de bosque húmedo tropical de Costa Rica.

**PALABRAS CLAVE:** Regeneración natural, latizales, evaluación de la regeneración, especies comerciales, abundancia, frecuencia, iluminación, condición de sitio, distribución espacial, calidad, costos, estadística no paramétrica.

### RESUMEN

Al depender el bosque de su propia capacidad de autoconservarse (Lamprecht, 1990), el conocimiento del estado de la regeneración natural es importante para detectar la conveniencia del proceso de desarrollo del bosque. Sin embargo en centroamérica la información sobre el tema es casi nula (Finegan, comunicación personal, CATIE, 1997).

Con la intención de contribuir al desarrollo de las bases científicas para el manejo sostenible del bosque húmedo tropical a largo plazo, con base en el conocimiento de la regeneración natural, se trabajó sobre dos bosques primarios muy húmedos uno de altura en la Cordillera de Talamanca y otro de bajura en la Vertiente Atlántica, más un bosque húmedo secundario en el Pacífico Sur.

Se implementó una metodología para la evaluación de la regeneración natural tomando como base lineamientos del CATIE originalmente basados en metodologías aplicadas en Asia y África, adecuadas para ser aplicadas a las condiciones de los bosques estudiados.

La evaluación se efectuó mediante inventarios por muestreo sistemático en fajas y se recurrió a la estadística descriptiva e inferencial empleando procedimientos no paramétricos, para determinar y comparar en cada uno de los bosques, el estado de la regeneración natural de especies de interés comercial en términos de abundancia, frecuencia, iluminación de copas, distribución espacial, condición de sitio y calidad, en áreas de bosque que recibieron tratamiento silvicultural y áreas no tratadas (testigo).

- Se encontró de manera general que los tratamientos silviculturales no consiguieron aumentar ni disminuir la abundancia de los bosques.
- Al comparar la abundancia y frecuencia de latizales bajos y altos por separado en algunos bosques, no alcanzaron a superar límites mínimos de comparación, sin embargo al unirlos consiguieron superar dichos límites.
- Se determinó que en los tres bosques los latizales bajos son más abundantes que los latizales altos.
- El aprovechamiento mejorado (bosque de bajura) influyó en la modificación de las condiciones de sitio y en la mejora de la iluminación de copa. Mientras que las intervenciones silviculturales (bosque de altura) sólo influyeron en la mejora de la iluminación de copa, que genera problemas según parece al estimular la aparición de brotes caulinares que desvalorizan la calidad de la madera cuando la intervención es fuerte.
- Se determinó que existe un efecto casi general hacia formar "manchas" sobre todo en los latizales bajos, al estudiar este efecto junto a las frecuencias se obtienen importantes criterios para discernir en torno a la distribución espacial de los individuos del bosque.
- Los tratamientos influyeron en la mejora de la calidad 2 de los latizales altos en dos bosques, uno de éstos, también mostró influencias sobre latizales bajos.

Finalmente se registraron tiempos, rendimientos, costos por actividad, costo total del trabajo de campo y la proporción de participación de éste último respecto del costo del plan de manejo en cada bosque, para el inventario por muestreo.

CORTEZ ORELLANO, M.R. 1997. Silvicultural analysis of natural regeneration with management purposes in three tropical humid forest types of Costa Rica.

**KEYWORDS:** natural regeneration, saplings, regeneration evaluation, commercial species, abundance, frequency, illumination, site condition, spatial distribution, quality, costs, non-parametric statistics.

## SUMMARY

Since forests depend on their own self-preservation capacity (Lamprecht, 1990), the knowledge of the natural regeneration state is important to determine the convenience of the forest development process. Nevertheless, the information available in Central America about this topic is almost non-existent (Finegan, personal communication, CATIE, 1997).

With the purpose of contributing to develop the scientific basis to attain a long term sustainable management of tropical humid forests, based on natural regeneration knowledge, this research was conducted on two very humid primary forests; one cloud forest located in the Talamanca Range and one lowland forest in the Atlantic Versant, plus a secondary humid forest located in the South Pacific area of the country...

A methodology was implemented to evaluate natural regeneration following CATIE's guidelines originally based on methodologies applied in Asia and Africa, which were adapted to the forest conditions under study.

The evaluation was conducted through inventories using a systematic belts sampling and descriptive and inferential statistics. Non-parametric procedures were also employed to determine and to compare each forest; the natural regeneration condition of commercial species in terms of its abundance, frequency, canopy illumination, spatial distribution, site condition, and quality in forest areas which had received silvicultural treatments and areas without any treatment (control).

- In general term, it was found that silvicultural treatments did not increase neither diminish forests' abundance.
- When comparing the abundance and frequency of low and tall saplings separately for some forests, it was found that they did not reach the minimum comparison limits; nevertheless, once united, they surpassed the limits.
- It was determined that in the three forests, low saplings were more abundant than tall saplings.
- The improved harvest (lowland forest) influenced the modification of the site conditions and the canopy illumination's improvement. Meanwhile, silvicultural interventions (cloud forest) only influenced the canopy's illumination improvement, which generates problems because it stimulates cauline shoots appearance, lowering wood's quality.
- It was determined that there is an almost general effect towards forming "spots" mainly in the low saplings. After studying this effect together with the frequencies, very important criteria were obtained to determine the spatial distribution of forest individuals.
- The treatments applied help to improve quality number two of tall saplings in two forests, one of which also influenced low saplings.

Finally, times, yielding, activity cost and field work total cost were recorded as well as the participation proportion of the latter aspect in regards to the management plan cost in each forest for the sampling inventory.

# ANALISIS SILVICULTURAL DE LA REGENERACION NATURAL CON FINES DE MANEJO EN TRES TIPOS DE BOSQUE HUMEDO TROPICAL DE COSTA RICA

## 1. INTRODUCCION-JUSTIFICACION

En la producción forestal tropical, el manejo de la regeneración natural posee una serie de ventajas con respecto a una plantación o un enriquecimiento: ausencia de costos de preparación del sitio, plantación, mantenimiento de la plantación, costos reducidos para mejorar y capitalizar el recurso, y ante todo, la realidad de que las especies arbóreas a manejar están en su ecosistema nativo, por tanto, no son necesarias las pruebas de especies (Hutchinson, 1993a).

Sin embargo, el manejo de la regeneración natural de los bosques húmedos del trópico con fines de producción ha sido cuestionado, entre las críticas que se plantean (Rojas, 1975):

- a) Distribución irregular de las especies forestales de alto valor comercial,
- b) Irregularidad de la fructificación. Hay especies que fructifican anualmente y otras que lo hacen a intervalos irregulares, en ciertos años, la fructificación es abundante mientras que en otros es escasa o nula, e incluso en casos de abundante fructificación la misma resulta infértil,
- c) Poco o ningún conocimiento sobre la silvicultura de las especies del bosque tropical,
- d) Alto costo y dispersión de los trabajos silviculturales, principalmente cuando se tratan áreas extensas.

Los factores anteriores unidos a la enorme riqueza florística y faunística del bosque tropical, aun se perciben como un obstáculo para su manejo, a pesar de que ha existido desde hace décadas, un marco técnico para el manejo sustentable de los bosques naturales tropicales (Quiros y Finegan, 1994).

Lo cierto es que de una u otra forma estas consideraciones están pesando sobre la desaparición de millones de hectáreas de bosque natural que anualmente continúan perdiéndose.

Sin embargo Pedroni (1991), manifiesta que a pesar de que el problema del establecimiento y desarrollo de la regeneración es lo que más interesa al forestal, al momento de planificar su manejo no se le presta la debida consideración y por tanto no se aportan soluciones.

Si consideramos que la permanencia del bosque en su estado natural se sustenta en su propia capacidad de autoconservarse (Lamprecht, 1990), consiguientemente para el éxito de cualquier sistema de manejo forestal sostenible es importante el conocimiento del estado actual de la regeneración natural entre otros para detectar el curso conveniente del proceso de desarrollo del bosque.

En este sentido la investigación ecológica y silvicultural en el CATIE, a través de la Unidad de Manejo de Bosques Naturales (UMBN-CATIE), confirmó que el análisis de la regeneración natural es una pieza clave para el manejo forestal. Sin embargo, a pesar de los avances logrados en materia de manejo forestal en Centroamérica, la información existente sobre regeneración natural es casi nula (Finegan, comunicación personal, CATIE, 1997).

La UMBN-CATIE tiene priorizada cinco Sitios Claves de Investigación en Costa Rica en bosques secundarios y primarios intervenidos de las zonas húmedas bajas de la Vertiente Atlántica, bosques primarios de altura de la Cordillera de Talamanca y un bosque secundario situado en el Pacífico Sur. El presente estudio se realizó en tres de estos Sitios Claves.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Contribuir al desarrollo de las bases científicas para el manejo sostenible del bosque húmedo tropical a largo plazo, con base en el conocimiento de la regeneración natural.



## **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar y comparar el estado de la regeneración natural de especies de interés comercial, en términos de abundancia, frecuencia, iluminación, distribución espacial, condición de sitio y calidad; en áreas de bosque que recibieron tratamiento silvicultural y áreas no tratadas (testigo), en tres tipos de bosque húmedo tropical priorizados por la Unidad de Manejo de Bosques Naturales del CATIE.
- Determinar tiempos, rendimientos, costos por actividad, costo total del trabajo de campo, y la proporción de participación de éste último respecto del costo del plan de manejo (para costos totales vigentes y en los términos del trabajo planteado), para el muestreo silvicultural de la regeneración natural.

## **3. HIPOTESIS**

El estado actual de la regeneración natural con fines de manejo sobre áreas que recibieron tratamiento silvicultural y un testigo, no muestran diferencias entre promedios de las variables evaluadas en los tres bosques estudiados.

## **4. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **4.1. Conceptos de regeneración natural**

No hay un enmarcamiento claro del concepto de regeneración natural, Carvalho (1984) menciona que varía mucho de autor a autor, no habiendo consenso al respecto. En un inventario de regeneración natural realizado en el bosque nacional de Tapajos, fueron consideradas apenas las plantas con una altura superior a 10 cm y dap inferior a 15 cm, estas dimensiones fueron nuevamente usadas por el mismo autor en un análisis estructural de la regeneración natural realizado en el mismo bosque (Carvalho, 1984).

Por otra parte, Finol (1969) considera como regeneración natural todas las plantas con altura superior a 10 cm y dap inferior a 10 cm.

Con la finalidad de evaluar el potencial de regeneración de un bosque bajo manejo, o que va a ser manejado Sáenz y Finegan (1996), hacen una clasificación dimensional de la regeneración natural en tres categorías de vegetación: Brinzal de 0.30 m a menos de 1.50 m de altura; latizal bajo mayores o iguales a 1.50 m de altura a menos de 4.90 cm dap y latizal alto mayores o iguales a 5.00 cm dap a menores a 9.90 cm dap.

Para Rollet citado por Carvalho (1984), el término regeneración se refiere, de manera general, a las fases juveniles de la especie, de esta manera cada clase diamétrica puede ser considerada como regeneración de la clase inmediatamente superior de la misma especie, por ejemplo las plantas de 10 cm a 20 cm de dap pueden ser consideradas regeneración de aquellas de dap entre 20 cm y 30 cm, de la misma especie.

Como conclusión, Carvalho (1984) considera este último concepto de regeneración natural de las especies forestales como el más acertado, o sea, el que cada planta es regeneración de otra de dimensiones inmediatamente superiores, dentro de una misma especie.

## **4.2. Ecología de la regeneración natural**

Corresponde a algunos de los aspectos ecológicos que rodean al fenómeno de la regeneración natural, y explican su dispersión, establecimiento y potencial de regeneración.

### **4.2.1. Diseminación**

Considerando el fenómeno de la diseminación a partir del momento en que la semilla madura se separa del fruto, denominado "mecanismos de separación", comprende:

- Dehiscencia de los frutos
- Fuerzas que actúan sobre los mecanismos de separación.

(Besnier, 1989).

Los “agentes y mecanismos de transporte” abarcan:

- Zoocoria o transporte por animales
  1. Epizoocoria o transporte exterior
  2. Endozoocoria o transporte interior
- Anemocoria o transporte por el viento
- Hidrocoria o transporte por el agua
- Autocoria o transporte por liberación violenta
- Barocoria o transporte debido a la fuerza de la gravedad
- Antropocoria o transporte por medio de las actividades humanas

(Niembro R., 1984; Trejo, 1976; Sanchez y Barrera, 1991; Niembro, 1988; Molinari, 1993; Ibarra *et al.*, 1991; Lamprecht 1990; Parisca, 1987; Spurr y Barnes, 1982; Vidaurre 1990; Besnier, 1989).

Las “estrategias de diseminación” tienen como objetivo asegurar que las diásporas tengan probabilidad de alcanzar lugares adecuados para la germinación y subsiguiente establecimiento de las plántulas, son estrategias:

- **Especialización:** cuando animales o corrientes de agua siempre discurren por el mismo lugar o cauce,
- **Vectores inespecializados:** como el viento, arrastran a las diásporas a los lugares más diversos,
- **Diversificación:** combinación de dos o más medios de transporte,
- **Localización:** frecuencia máxima de las diásporas en las proximidades de la planta madre.  
(Besnier, 1989).

La diseminación natural de plantas, en todo suelo provisto de vegetación, da lugar a la existencia de una población de semillas, denominada “banco de semillas”. Las semillas guardan distribución espacial, destaca la distribución vertical. El banco de semillas se compone de semillas aletargadas y semillas en reposo. Poco se conoce acerca de la dinámica de la población del banco de semillas” (Besnier, 1989; Perú, 1990; Guevara y Gómez-Pompa, 1976; Del Amo y Gómez-Pompa, 1976).

#### 4.2.2. Germinación

La germinación comienza, cuando en la semilla aletargada o en reposo, se activa la maquinaria bioquímica conservada y se desencadenan procesos metabólicos. Pueden fijarse dos fases en la

germinación: la iniciación, que termina con la salida de la radícula y la movilización de reservas, que termina con la nascencia (Besnier, 1989).

La humedad, temperatura y oxígeno son factores fundamentales en la germinación.

Las profundidades normales y máximas de germinación dependen del tamaño de las semillas, correlacionadas al volumen de las reservas nutritivas, la profundidad causa perturbaciones cuando la densidad aparente del suelo situado sobre la semilla es grande. La compactación surge en casos a consecuencia de las presiones ejercidas por los tractores, especialmente cuando el suelo está húmedo, puede ocasionarse por el pisoteo del ganado, también por el apelmazamiento natural del terreno causado por el relleno de poros como consecuencia de lluvias persistentes. Los problemas de la nascencia sobre el suelo indican la dificultad de la penetración de la radícula en el terreno, sea por la resistencia del terreno, o la falta de anclaje de la semilla, si no se encuentra una zona de baja resistencia o una grieta en el terreno, la radícula sigue creciendo mientras haya humedad hasta que se deseca o se agotan las reservas nutritivas (Besnier, 1989).

#### **4.2.3. Estrategias de crecimiento y sobrevivencia de los estados juveniles**

En el ciclo de vida de un árbol las etapas de plántula y estado juvenil son de gran importancia, ya que un fracaso de los procesos adaptativos en estos estados eliminan a la especie. Un hecho importante en la dinámica de las poblaciones de la selva es la presencia de una gran cantidad de plántulas y plantas jóvenes en el piso de la misma, se piensa que estas poblaciones tienen la habilidad de responder con un crecimiento tan pronto como las condiciones ambientales les son favorables, sin embargo, la sobrevivencia de estas plántulas en zonas donde existe una pobre iluminación, debe involucrar la habilidad por parte de las mismas de resistir o soportar grandes periodos de tiempo bajo estas condiciones desfavorables con poco o nulo crecimiento. Si la semilla no puede sobrevivir durante largos periodos de tiempo, la respuesta inmediata es que debe existir algún otro sistema que asegure la permanencia de un potencial de regeneración, ya que si no es así, no se podría entender el proceso general de regeneración de estos ecosistemas, precisamente el mantenerse en estado de plántula o planta joven sin crecimiento o con poco crecimiento, podría constituir una "estrategia" eficiente para mantener el potencial de regeneración de los árboles (Del Amo y Gómez-Pompa, 1976; Besnier, 1989).

## 4.3. La regeneración natural en el manejo de bosques naturales

### 4.3.1. Conceptos básicos

#### 4.3.1.1. Regeneración establecida

Hay varios criterios, Sabogal (1980) al referirse al tamaño de plantas a inventariar menciona a aquellas consideradas como “establecidas” y comenta que en el sistema linear (LS) original de Malasia, es considerada la altura: 1.50 m, como límite mínimo de la “regeneración establecida”, en Sierra Leona: 1.30 m, el mismo Sabogal (1980) menciona a Knight y apunta 2.5 cm dap mínimo. En general, relaciona al “establecimiento” de los individuos jóvenes con una alta probabilidad de llegar a la madurez y reproducción.

En un estudio sobre regeneración temprana realizado en bosques de cativo en Colombia, Linares y Martínez (1991) consideran que una especie al llegar a una altura superior a 3 m y un diámetro menor de 5 cm ya asegura su permanencia en el bosque y con un adecuado manejo podría llegar a ser comercializable.

Por otra parte Clark y Clark (1992) en una investigación realizada en la estación Biológica La Selva-Costa Rica, sobre seis especies del dosel superior (*Lecythis ampla*, *Hymenolobium mesoamericanum*, *Dipteryx panamensis*, *Pithecellobium elegans*, *Hyeronima alchorneoides* y *Minquartia guianensis*), durante cuatro años, calcularon tasas anuales de mortalidad, que reflejan la condición del establecimiento de la regeneración, en síntesis se encontró para el conjunto de especies en los rangos de dap: < 1 cm, una mortalidad del 11.9%; entre 1 y 4 cm, 1.4 %; de 4 a 10 cm, 0.4%; y de 10 a 20 cm el porcentaje fue de 0%.

La anterior investigación nos permite fijar una idea acerca del estudio necesario para determinar la condición de la regeneración establecida (estudios de mortalidad anual, el estudio concluye al estabilizarse la sobrevivencia) y mientras más tiempo transcurra, ojalá todo el tiempo que demande el pasar a otra categoría de regeneración (fustales), mayor seguridad se tendrá en dicha determinación.

### 4.3.1.2. Regeneración adecuada

La mayoría de los silvicultores coinciden en que, antes de proceder a la explotación, debe asegurarse la existencia de una adecuada regeneración de especies valiosas que garanticen la futura cosecha. Cabe entonces, comenta Quevedo (1990), hacerse la pregunta: ¿Qué es una regeneración adecuada?

Para el trópico americano, los criterios parecen coincidir con el de Dawkins citado por Quevedo (1990), en que el bosque estaría exento de riesgos, si existen después de la explotación, 100 árboles valiosos (entre 10 y 20 cm dap) por ha que sean capaces de competir exitosamente y desarrollarse adecuadamente, señala que las principales especies deberían estar representadas, equitativamente entre los 100 individuos valiosos mencionados anteriormente, para evitar la pérdida genética de las especies con dificultad de regeneración.

Veiman citado por Quevedo (1990), para la zona atlántica de Costa Rica, señala que debe considerarse adecuado unos 300 pies/ha con tamaños superiores a 5 m de altura o 500 pies/ha entre 1 y 5 m de altura o una combinación aceptable entre ambas categorías. Por otro lado Quevedo (1990) menciona que Hughes por los años sesenta en Uganda recomienda como ocupación adecuada: 100 a 250 individuos/ha para tamaños superiores a 0.9 m de altura y menores a 5 cm dap.

El Cuadro 1 muestra una relación de densidad por clase de tamaño por grupo diamétrico que representan los grados de ocupación.

**Cuadro 1. Grado de ocupación**

Clase de tamaño	Grupo diámetro	Número de individuos/ha
Plántulas	-	2 000 - 25 000
Brinzales	-	500 - 2 000
Latizales	1.5mh* - 10cm dap	150 - 500
Fustales	10 - 20cm dap	100 - 150
Adolescentes	20 - 50cm dap	50 - 75
Maduros	≥ 50cm dap	37 - 50

\*h = Altura

Fuente: Alonso Mesa y Agudelo citado por Quevedo (1990).

Sin embargo, para las condiciones del trópico americano y del Caribe, es cuestionable el criterio de la ocupación mínima de regeneración natural que debiera existir antes de proceder a la explotación. Dado que la mayoría de las especies valiosas son de apertura, y por lo tanto, a priori, no cuentan con abundante regeneración natural, se estaría condicionando su aprovechamiento a operaciones silviculturales pre-explotación. En principio, no hay una razón de peso para impedir que se exploten las especies valiosas (independientemente de su grado de regeneración), y que durante o post-explotación, sea inducida la regeneración natural (Quevedo, 1990).

Para determinar regeneración adecuada con fines maderables debe empezarse considerando el concepto de regeneración establecida de las especies comerciales y las variables que el presente estudio plantea.

#### **4.3.2. Tratamientos silviculturales y métodos de regeneración natural**

##### **4.3.2.1. Tratamientos silviculturales**

Linares (1988), considera que el muestreo lineal de la regeneración suministra información, para la toma de decisiones en lo referente a intervenciones y tratamientos silviculturales.

Por otra parte, Baur (1964), indica que todo tratamiento aplicado a los montes higrofiticos se compone de varias operaciones silviculturales, unas efectuadas simultáneamente y otras por separado:

- El tratamiento del suelo (escarificación): sólo en raras ocasiones se aplica, tienen el objeto de hacerlo mas receptivo para la germinación, aunque la perturbación originada por la extracción con tractores es equivalente.
- El aclareo del vuelo: es una operación muy importante en la mayoría de los bosques higrofiticos, y comprende generalmente 4 fases:

1. Corta de trepadoras. Esta operación es necesaria en casi todos los casos y cumple varios fines, entre ellos facilitar el paso a través del bosque, aligerar la cubierta de vuelo y destruir un grupo de plantas adventicias muy nocivas.

2. Explotación. Las operaciones de explotación son normalmente las que originan un mayor aclareo del vuelo. Además de la extracción de los árboles apeados, éstos al caer causan a los pies vecinos daños que aumentan las dimensiones del claro.

3. Eliminación del piso inferior. Los árboles tolerantes del piso inferior suelen tener copas muy densas que es necesario eliminar para provocar y despejar la regeneración. En general esto se hace mediante anelación y envenenamiento con una solución de arseniato sódico, aunque se recurre a los venenos hormonales (2,4,5-T), e incluso al apeo de los árboles más pequeños.

4. Eliminación del piso superior. Se trata de una operación esencial que tiene por objeto eliminar los árboles grandes e inaprovechables que de otra manera ocupan mucho espacio. Comúnmente se recurre a la anelación con envenenamiento.

- La regeneración artificial: mediante plantaciones de enriquecimiento, o lo que es menos frecuente mediante siembra. Se persiguen dos objetivos, primero: regenerar los tramos donde no se ha podido inducir la regeneración natural, segundo: introducir en la zona especies valiosas raras o que no se dan naturalmente en la masa, pero que se espera se regenerarán naturalmente en los turnos siguientes.
- La limpia del sotobosque: se practica mucho para eliminar los matorrales, las palmáceas acaules, las hierbas altas y demás sotobosque indeseable que pueda entorpecer el establecimiento o el despeje del poblado. Sin embargo como se ha comprobado que ha menudo esta operación destruye accidentalmente mucho diseminado, en la actualidad se tiende a limitar la operación a las zonas donde la densidad del sotobosque tiene probabilidad de impedir el establecimiento de la regeneración natural.
- Los tratamientos de despeje: tienen por objeto mantener la máxima rapidez de crecimiento de la regeneración establecida mediante la eliminación de los pies inútiles o de menos valor que interfieren con el crecimiento de los árboles mas deseables. Se distinguen dos tipos de operaciones:



1. Eliminación de impedientes. Se trata por lo común de una operación selectiva aplicada a las masas jóvenes para eliminar muchos pies inútiles, en los sitios donde dominan o compiten en alguna forma con un latizal útil.
  2. Claras. Es la extracción de los estados de latizal y fustal de los pies menos satisfactorios de la misma especie o de otras especies competidoras para favorecer a los mejores pies.
- Muestreo de diagnóstico. Operación final, aunque no auténticamente silvícola (no trata pies). Sin embargo, por influencia de los resultados obtenidos en Malaya, se usa mucho en las diversas fases del tratamiento para comprobar la necesidad de varias secuencias posibles de operaciones. Generalmente se realiza estableciendo en el área en tratamiento, transectos formado por parcelas continuas pequeñas (miliacre, 1/160 de acre, 1/40 de acre), y registrando la composición y estado de la regeneración en cada una. Los resultados pueden utilizarse luego para diagnosticar el tipo de tratamiento que se requiere.

#### **4.3.2.2. Métodos de regeneración natural**

Aus der Beek y Sáenz (1992), en una recopilación realizada, resumieron los métodos de regeneración en cinco: Corta a tala rasa, Regeneración bajo dosel protector, corta de protección en fajas, Corta de protección en grupos y finalmente el Método de selección.

Synnott y Kemp (1976), los denominan métodos de establecimiento de la producción y reconocen dos: regeneración artificial y regeneración natural ésta última se logra a través de dos sistemas: sistemas uniformes y sistemas policíclicos.

Lamprecht (1990), con el objetivo de conseguir bosques altos coetáneos homogeneizados en especies arbóreas y estructura mediante regeneración natural menciona 4 sistemas a los que denomina sistemas de conversión: Malayan Uniform System, Tropical Shelterwood System, TSS Trinidad y Uniformisation par le haut. Además, Louman (comunicación personal, CATIE, 1997) citando al mismo autor incluye los sistemas denominados: Phillippine Selective logging System, Amelioration des peuplements naturels y Sistema Queensland, cuyo objetivo es conseguir bosques de entresaca.

### 4.3.3. Clasificación de la regeneración y métodos de evaluación

#### 4.3.3.1. Clasificación dimensional

Linares y Martínez (1991) en un estudio dirigido a determinar las características estructurales y la dinámica de la regeneración natural en sus primeras etapas: brinzales y latizales del bosque de cativo no intervenido, establecieron las categorías o clases de tamaño que se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Características de las clases de tamaño de la regeneración natural temprana del bosque de cativo**

Símbolo de Clase	Tamaño de clase	Nombre de clase
R	Altura < 0.3 m	Renuevo o plántula
U1	Altura entre 0.3 y 1.5 m	Brinzal
U2	Altura entre 1.5 y 3.0 m	Latizal bajo
E	Alt > 3.0 m y < 5 cm (diam)	Latizal establecido

Fuente: Linares y Martínez (1991).

Al conjunto de R, U1, U2 y E para efectos del estudio, se llamó “Regeneración natural temprana”, por ocupar secuencialmente los primeros estadios de la reposición natural “in situ”.

Por su parte Beek y Sáenz (1992), consideran que las operaciones silviculturales aplicadas a la regeneración natural dependen del tamaño de la misma, por lo que resulta necesario clasificarla en categorías de acuerdo a su dimensión, como se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Clasificación dimensional de la regeneración natural**

Categorías	Dimensión
Brinzales	0.3 m a 1.5 m de altura.
Latizal bajo	1.5 m de altura a 4.9 cm de diámetro.
Latizal alto	5.0 cm a 9.9 cm de diámetro.

Fuente: Beek y Sáenz (1992).

#### 4.3.3.2. Clasificación ecológica

Lamprecht (1990) menciona que se puede realizar una clasificación de las especies arbóreas de acuerdo a sus requerimientos de luz. Así mismo Schütz citado por Beek y Sáenz (1992) en el contexto ecológico cita que la luz es uno de los principales factores que afecta las posibilidades de establecimiento y crecimiento de la regeneración, siendo su clasificación uno de los elementos fundamentales para elegir la técnica silvicultural de regeneración más apropiada.

Para Beek y Sáenz (1992) hay muchas clasificaciones en este sentido, siendo la más sencilla una simple distinción entre especies heliófitas (intolerantes a la sombra) y especies esciófitas (tolerantes a la sombra), remarcando que para otros autores existen patrones intermedios dentro de estas dos categorías. A raíz de ello se elaboraron diferentes clasificaciones considerando, por ejemplo, la interacción entre la dinámica de aperturas y las diferentes características biológicas de las especies, así una de estas clasificaciones divide las especies en cuatro grupos:

Especies que se establecen y crecen bajo dosel.

Especies que se establecen y crecen bajo dosel, pero que se benefician con los claros.

Especies que se establecen bajo dosel, pero requieren claros para crecer.

Especies que se establecen y crecen solamente en los claros.

Pero, Clark y Clark (1987) haciendo mención al paradigma de clasificación opinan que rara vez será factible caracterizar el comportamiento de una especie, desde la semilla hasta el adulto, con un término como "tolerante a la sombra" o "dependiente de claros", porque un individuo de una especie del dosel pasa por etapas que difieren mucho en cuanto a las condiciones ecológicas, fisiológicas y morfológicas.

Finegan citado por Beek y Sáenz (1992) para determinar con fines prácticos el sistema de regeneración más apropiado a las especies, toma en cuenta no solo las exigencias para el establecimiento, sino también para el crecimiento de la regeneración. Divide los grupos ecológicos a los que llama gremios, definiendo este término como un grupo de especies que utilizan los mismos recursos del ambiente de la misma manera (Finegan, 1992), en:

Heliófitas efímeras (se establecen y crecen solamente en claros grandes).

Heliófitas durables (se establecen bajo dosel pero requieren de claros para crecer).

Esciófitas parciales (se establecen y crecen bajo dosel, pero exigen luz directa para pasar de la etapa de fuste joven a fuste maduro).

Esciófitas totales (se establecen y crecen bajo dosel).

#### 4.3.3.3. Métodos de evaluación de la regeneración natural

Como se podrá apreciar las metodologías difieren entre sí, y responden a exigencias particulares del área de aplicación. Puede corroborarse la necesidad de estandarizar, adaptar e implementar metodologías.

##### 4.3.3.3.1. Muestreo Lineal de la Regeneración

Según Sabogal (1980), las existencias de regeneración natural son evaluadas empleando el "método de los cuadrados poblados" basados en las teorías de Lawdermilk, Haig, Barnard, modificadas posteriormente por Wyatt-Smith, Bergeroo, y otros. El llamado "Método del Miliacre" por los ingleses (Estudio del 25vo para los franceses) y el "Muestreo Lineal de la Regeneración", son las dos formas básicas del método, en ellas se determina la densidad por conteo, fijándose como condiciones una mínima densidad considerada suficiente y una repartición uniforme de las mismas asumiendo regeneración valiosa; permite además información sobre su composición, distribución, desarrollo, competencia y estratificación, factores considerados importantes para determinar el tipo de tratamiento a emplear. Como las parcelas se disponen en un sistema lineal o transectos, se adopta comúnmente la abreviación "LS" (Linear System):

a) Así el sistema del miliacre (LSM) parcela de 1/1000 acre, aproximadamente 4 m<sup>2</sup>, en parcelas de 2x2 m., donde se cuentan plantas entre 0.30 y 1.50 m. de altura, aprox. 1 año después del aprovechamiento, es equivalente a lo que Linares (1988), denomina muestreo lineal "ML" (1/10 de cadena)<sup>2</sup>.

b) El sistema de (¼ de cadena)<sup>2</sup> (LS 1/4) corresponde a 1/160 acre, aproximadamente 25 m<sup>2</sup>, en cuadros de 5x5, plantas entre 1.50 m de altura y 10 cm dap, 4 a 5 años después del aprovechamiento.

c) En el sistema de (½ cadena)<sup>2</sup> (LS 1/2) corresponde a 1/40 acre, aproximadamente 100 m<sup>2</sup>, en cuadros de 10x10 m, considera individuos mayores a 5 cm pero menores a 25cm dap, 6 a 10 años después del aprovechamiento.

En Malasia donde el método fue inicialmente aplicado por los ingleses para estudiar la regeneración de las Dipterocarpaceas, se establecieron límites mínimos, para verificar la suficiencia de la regeneración, , Cuadros 4 y 5.

**Cuadro 4. Límite mínimo de cuadrados cubiertos**

Límite mínimo de cuadrados cubiertos	
LSM	40%
LS ¼	60%
LS ½	75%

Fuente: Sabogal (1980).

**Cuadro 5. Densidad e intensidad de muestreo**

Densidad		
Plántulas y brinzales	< 1.50 m de altura	2500 plántulas/ha
Latizos	3 m altura a < 10 cm dap	400 plantas/ha
Fustes	10 a 25 cm dap	100 plantas/ha

Intensidad de muestreo			
Estudio intensivo, fajas a intervalos de 100 m		Estudio extensivo, fajas a intervalos de 400 m	
Parcelas LSM	2%	Parcelas LSM	0.5%
Parcelas LS ¼	5%	Estudio extensivo, fajas a intervalos de 200 m	
Parcelas LS ½	10%	Parcelas LS ¼	2.5%
		Parcelas LS ½	5%

Fuente: Sabogal (1980).

El sistema fue ideado sobre la base de la presencia de un brinzal de una especie deseable por miliacre (aproximadamente una parcela de 2 x 2 m); 160 arbolitos por acre (0.40 ha) al estado latizal o 40 árboles jóvenes por acre son suficientes para ocupar un rodal en la etapa de madurez, estos valores aproximadamente corresponden a 2500 brinzales/ha, 400 arbolitos/ha para latizales, 100 árboles jóvenes/ha.

Para Lamprech (1990) los métodos llamados "Diagnostic Sampling Surveys", desarrollados por Wyatt-Smith en Asia Sudoriental, son utilizados para analizar bosques explotados (Dipterocarpaceas), son comparables con el método de Brun, sus resultados son básicos para la toma de decisiones sobre el futuro procedimiento silvicultural en rodales explotados.

#### 4.3.3.2. El Método de Brun

Brun, citado por Lamprecht (1990), desarrolló un método para analizar la estructura del bosque y los procesos dinámicos, en los que se necesitan considerar también los árboles con menores dimensiones incluyendo la regeneración. Se divide la población en tres compartimientos de tamaño desigual. El procedimiento que a continuación se describe, ha demostrado ser útil en la práctica (el trabajo necesario debe ser realizado por un grupo entrenado de 3 personas, bajo condiciones normales):

- a) Apertura de una trocha, delimitación de una superficie de 50 x 50 m, empleando cinta métrica y brújula. La misma se marca con estacas de color amarillo (aprox. 2 horas).
  
- b) Determinación del centro y delimitación de 12 cuadrados de 2 x 2 m sobre las diagonales, distanciados entre sí 3 m. Conteo de la regeneración por especie arbórea. Este trabajo debe realizarse primero, porque en el curso de las investigaciones siguientes, con frecuencia es dañada la regeneración (aprox. 1 hora).
  
- c) Con el dendrómetro de Blume -Leiss se traza ópticamente un círculo de 15 m de radio al partir del centro. La inclinación del terreno se mide 2 veces en dirección al centro, como factor de corrección (coseno al cuadrado) para la medición óptica de distancias en superficies inclinadas. Se inventarían todos los árboles con más de 1.3 m de altura, hasta 10 cm dap y en caso dado, también bambúes y otras matas altas (aprox. 1 hora).
  
- d) Muestreo de la población arbórea con más de 10 cm dap en la superficie de 50 x 50 m. Se aconseja una subdivisión en bandas de unos 10 m de ancho (aprox. 3 horas).

#### 4.3.3.3. Otros

Rollet citado por Espinoza (1991), para el bosque denso siempre verde de la llanura de la Guayana Venezolana, haciendo mención al muestreo de la regeneración reporta que utilizaron parcelas de 1 x 1 m, 1.25 x 1.25 m y 2 x 2 m con distintas intensidades de muestreo: 0.5%, 1%, y 2%.

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1. Descripción de los sitios de estudio

#### 5.1.1. Bosque muy húmedo tropical: Area de Demostración e Investigación "Los Laureles de Corinto"

##### 5.1.1.1. Ubicación y extensión

El bosque se ubica en una finca propiedad de la sociedad Agropecuaria Corinto S.A., situada al pie de la Cordillera Volcánica Central, en la Vertiente Atlántica de Costa Rica, entre las coordenadas 10° 13' N y 83° 53' W, a unos 12 km de la ciudad de Guápiles, altitud entre 235 a 345 msnm. Según la división política, pertenece al distrito de Guápiles, cantón de Pococí, provincia de Limón (CATIE, 1994).

La finca cuenta con una superficie de 260 ha, de las cuales 150 ha tienen cobertura de bosque primario. El río Corinto divide la finca en dos sectores (Carrera *et al*, 1996). No hay problemas de accesibilidad al bosque, la carretera que comunica Guápiles con la capital corre en su límite norte, el bosque cuenta con una vía de acceso transitable de 650 m con fines de aprovechamiento.

##### 5.1.1.2. Zona de vida, clima y vegetación

La zona de vida donde se ubica la finca corresponde al bosque muy húmedo tropical (bmh-T), de acuerdo al sistema de clasificación de Holdridge (1982).

De acuerdo a los datos de la estación meteorológica Los Diamantes, ubicada a 14 km del bosque en estudio, la precipitación media anual es de 4346 mm y una temperatura media anual de 24.7 °C.

El bosque de la finca es clasificado como primario y es de tipo discetáneo heterogéneo, compuesto por más de 200 especies arbóreas, (Carrera *et al*, 1996).



### 5.1.1.3. Uso actual y potencial del suelo

En la finca el área sin bosque es dedicada al pastoreo extensivo y en pequeña escala al cultivo de frutales, palmito y caña india. Recientemente se reforestaron diez hectáreas con especies nativas en un sector de repasto. Cerca de 80 ha están cubiertas de "tacotales" (bosque secundario joven). En una parte del bosque primario se extrajo, en forma aislada, árboles de manú (*Minquartia guianensis*) para usarlos como postes (Carrera *et al*, 1996).

En la parte boscosa ubicada en la margen derecha del río Corinto, en 113 ha, se diferenciaron dos clases de capacidad de uso: producción forestal intensiva (clase VIII) y cultivos permanentes o semipermanentes (clase IV). El área de bosque primario donde se ubican las 30 ha seleccionadas para el manejo experimental (área de evaluación para el presente trabajo) se encuentran sobre suelos de vocación forestal y las principales limitantes identificadas son: la pendiente, el drenaje interno (texturas pesadas, en terrenos planos) y la pedregosidad (en ciertos sectores accidentados). En cuanto a los tipos texturales encontrados se encuentran principalmente el franco arcilloso, arcilloso y franco arenoso grueso/medio. En el análisis químico de muestras de suelo hasta unos 50 cm de profundidad, se detectaron altas concentraciones de aluminio y bajos niveles de fósforo (1-3 ppm), la acidez alcanza valores entre 5.2 y 5.4 (Sabogal *et al*, 1991).

### 5.1.1.4. Topografía

El área que ocupa la finca corresponde a terrenos de topografía relativamente plana a accidentada, con un rango de pendientes entre 0 a 40° (cerca de 90%), aunque las pendientes mayores a 30° ó 60% se presentan sólo en laderas cortas. Las 30 ha seleccionadas para el manejo experimental se ubican en un sistema de terrazas (Sabogal *et al*, 1991; Carrera, 1993).

### 5.1.1.6. Tratamientos

#### a). Aprovechamiento mejorado

En 1992 se realizó un aprovechamiento mejorado sobre las 30 ha del bosque primario (6 árboles/ha) destinadas al manejo forestal, y constituye el tratamiento del bosque para efectos del presente trabajo. Se ejecutaron operaciones de pre-ajuste, como un censo comercial, selección y marcación

de árboles para extraer, trazo de la red vial. Para esto se abrieron transectos o carriles cada 50 m, los cuales fueron utilizados en el muestreo de la regeneración natural. Entre las operaciones de aprovechamiento realizados están: tala dirigida, arrastre controlado y operaciones de post-afrovechamiento (muestreo diagnóstico, arreglo de caminos y aprovechamiento de residuos). Como consecuencia del aprovechamiento la vegetación remanente fue dañada en un 16.7% del número inicial de árboles, sin embargo, para los árboles deseables comercialmente, este porcentaje representó sólo un 13.5% (8.5% del área basal), a su vez se provocaron daños al suelo en el orden del 14%. (Carrera *et al*, 1996).

Durante la segunda y tercera semana de diciembre de 1996 se aplicó un tratamiento de liberación y mejora en las 30 ha con el objeto de crear condiciones ideales (luz, espacio) para la masa remanente, se empleo la técnica de anillamiento por perforación con motosierra sin aplicación de arboricida Quiros (comunicación personal, CATIE, 1997).

#### **b). Testigo**

El tratamiento testigo (sin aprovechamiento), corresponde a un área contigua al área aprovechada, ubicada en su parte norte y este, consta de 30 ha.

### **5.1.2. Bosque muy húmedo montano: Area piloto Villa Mills-Siberia**

#### **5.1.2.1. Ubicación y extensión**

La zona de influencia del área piloto se ubica en la parte noroccidental de la Cordillera de Talamanca. El área propiamente se inicia en El Empalme, a 2300 msnm, y se extiende 70 km sobre la carretera interamericana sur, pasando por el Cerro de La Muerte (3491 msnm), para terminar en División, a 2100 msnm (Blaser y Camacho, 1991).

El área piloto o área experimental Villa Mills-Siberia, se localiza entre las coordenadas geográficas 9° 34' de latitud norte y 83° 41' de longitud oeste, a una altitud entre 2650 y 2800 msnm. El área comprende alrededor de 325 ha de bosque primario no intervenido, bosque intervenido, bosque secundario y campos abiertos (Sáenz, 1996).

### 5.1.2.2. Zona de vida, clima y Vegetación

El área se halla dentro de la zona de vida bosque muy húmedo montano (Holdridge, 1982).

Según los datos de la estación meteorológica Villa Mills-CATIE (2700 msnm), la precipitación alcanza 2013 mm anuales en promedio. Los meses más lluviosos son septiembre y octubre y los más secos febrero y marzo. La humedad relativa del aire es siempre muy alta (entre 88 y 96%). La evaporación potencial anual es de 483 mm. La temperatura media anual es de 11.3°C, siendo enero el mes más frío con temperaturas diarias mínimas bajo 0°C y máximas sobre los 20°C, abril es el mes más cálido, con temperaturas diarias entre 8 y 16°C (Sáenz, 1996).

Sáenz (1996) comenta que por su ubicación dentro del rango de neblinas frecuentes, se le denomina “bosque nublado” o “bosque montano nuboso”, aunque también se le conoce como “robleda”, en referencia al roble, nombre vernáculo de algunas de las especies del género *Quercus*, así mismo se refiere a la dominancia de una o varias especies de los géneros *Quercus* en el estrato arbóreo y *Chusquea* en el sotobosque, a la alta homogeneidad florística, abundante regeneración de las especies del dosel, áreas basales y volúmenes más altos que los bosques de los pisos más bajos. Blaser y Camacho (1991) reconocen dos comunidades boscosas principales:

**El bosque mixto de encino.** Está dominado por *Quercus costaricensis* y *Q. copeyensis*, el sotobosque por *Chusquea talamancensis* (bambú). Los árboles > 5 cm suman 35 especies (998 árboles/ha), 48 m<sup>2</sup>/ha de área basal, 573 m<sup>3</sup>/ha de volumen aprovechable con corteza, estructura vertical multiestratificada, con un estrato de bambú hasta los 7 m, un estrato inferior de 10 a 15 m, un estrato medio hasta 28 m y uno superior hasta 35-40 m.

**El bosque de roble blanco.** Domina *Q. copeyensis* en el estrato arbóreo y *Chusquea tomentosa* (bambú) en el sotobosque, 37 especies arbóreas con dap >5cm (695 árboles /ha), con un área basal de 52 m<sup>2</sup>/ha y un volumen aprovechable de 713 m<sup>3</sup>/ha; tres estratos: inferior de bambúes hasta los 9 m, medio hasta los 30-35 m y superior entre 45 y 55 m.

### 5.1.2.3. Suelos y topografía

En el área piloto, los suelos pertenecen al grupo de los Andepts (suelos de ceniza, andosoles) y se clasifican como Dystrandept y Placandept. En general, estos suelos van de ácidos hasta muy ácidos,

con material mineral compuesto por viejos productos meteorizados de origen volcánico, son ricos en materia orgánica, la porosidad es alta, en concordancia con su origen volcánico (Sáenz, 1996). La topografía varía de ligeramente ondulada a fuertemente ondulada, con exposiciones norte a noreste. Las pendientes pueden ser bastante empinadas, entre 30 y 65% en el lado este y más de 80% en el lado oeste (Sáenz, 1996).

#### 5.1.2.4. Tratamientos

Los robledales son bosques sobremaduros que necesitan tratamientos silviculturales para su conversión a rodales de crecimiento más rápido y con mejor calidad de fustes (Sáenz, 1996), en este sentido, se implementó en 1990 un ensayo silvicultural para observar la reacción del bosque de altura a dos tipos de intervenciones silviculturales, el estudio se ejecutó en 20.9 ha y dentro de estas se ubicaron nueve parcelas de 1 ha cada una, separadas por fajas amortiguadoras de 20 a 25 m de ancho, cada parcela esta subdividida en 20 subparcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 x 25 m). Los dos tipos de intervenciones combinaron aprovechamiento y tratamiento silvicultural:

**Intervención débil (20% del área basal)**, busca mejorar la masa remanente, facilitar futuras operaciones y estimular el crecimiento de madera de calidad, tratando de inducir la conversión del bosque a un rodal más regular, mediante la remoción de los árboles viejos y mal formados y la liberación de árboles jóvenes y/o de buena forma (Sáenz, 1996).

**Intervención fuerte (30% del área basal)**, estimula el establecimiento y crecimiento de la regeneración natural de las especies comerciales, para ello se liberaron los árboles semilleros de buena calidad de fuste y copa, el crecimiento de la regeneración se favorece al aumentar la cantidad de luz que llega al piso inferior del rodal (Sáenz, 1996).

**Testigo**, sin intervención.

La elección de los tratamientos fue producto de las diferencias estructurales encontradas en las parcelas en el momento de su selección, posiblemente por ligeros aprovechamientos anteriores, además, los rodales donde domina el roble (*Quercus copeyensis*) tienen un área basal superior a los rodales dominados por el encino (*Quercus costarricensis*) Pedroni (1990).

### **5.1.3. Bosque húmedo tropical: Bosque modelo Ian D. Hutchinson**

#### **5.1.3.1. Ubicación, historia y superficie**

El sitio está ubicado en la cuenca del río El General, en el Pacífico sur de Costa Rica, en los distritos Daniel Flores y Cajón de Pérez Zeledón, provincia de San José. Se ubica entre las coordenadas Lambert 504 a 507 longitud oeste y 357 a 360 latitud norte. El área tiene una extensión de 180 ha, distribuidas en dos bloques de bosque natural secundario, La Sandía y La Laguna, de 90 ha cada uno (Martins y Hutchinson, 1996).

Hace cuatro décadas, el bosque primario original fue aprovechado selectivamente, después talado para sembrar pasto y dedicar el sitio a la ganadería. Sin embargo el cambio de uso no resultó, y el sitio fue abandonado. La compañía Alcoa, quiso explotar bauxita a cielo abierto pero al no concretarse la operación, el área fue entregado al Instituto de Desarrollo Agrario (IDA), y asignada como reserva forestal. En 1996, el IDA otorgó dichas tierras en arrendamiento a Coopemadereros R.L. de San Isidro (CATIE-USAID, 1994).

Después del abandono de los pastizales, el sitio se regeneró con el bosque natural secundario que se ve actualmente. En el transcurso de los años, el bosque fue explotado selectivamente en diferentes lugares, en los cuales se encuentra hoy día manchas de bosque inmaduro (CATIE-USAID, 1994).

#### **5.1.3.2. Zona de vida, clima y suelos**

Ambos bloques están a una altitud de 600 msnm. Según la clasificación de Holdridge (1982), se encuentra en la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T). La temperatura promedio anual es de 23°C. La precipitación promedio mensual fluctúa marcadamente entre una estación seca (menos de 100 mm) de diciembre a marzo, y otra lluviosa de abril a noviembre, ocurren un promedio de 240 días lluviosos por año y una precipitación media anual entre 2250 a 3934 mm. Ocasionalmente se dan tormentas con vientos fuertes, que dañan a los árboles sobresalientes y al bosque en puntos localizados (Martins y Hutchinson, 1996).

Las áreas son levemente onduladas con pendientes suaves y cortas. Los declives más abruptos, a lo largo de los cursos de agua permanentes e intermitentes, donde la pendiente media osciló entre 20 y

30% sobre distancias cortas (30 m), las depresiones son frecuentes y ayudan a descargar el agua de lluvia (Martins y Hutchinson, 1996).

En ambos bloques, los suelos son rojo-amarillentos, arcillosos y poco profundos, de arcilla muy fina, mixta e isohipertermica (el suelo se raja cuando está seco), material madre de origen volcánico, suelos ácidos, el pH promedio es de 4.6 y una concentración elevada de aluminio. Según la metodología del Centro Científico Tropical (1991), el uso propicio del sitio es de producción forestal extensiva y permanente. Los suelos del área, bajo el principio de sostenibilidad de la producción, no tienen uso alternativo (Martins y Hutchinson, 1996).

### **5.1.3.3. Tratamientos**

#### **Tratamiento silvicultural**

Un tratamiento silvicultural de liberación fue aplicado en 1988, con el propósito de estudiar el efecto en el crecimiento del bosque secundario. El diseño silvicultural incluyó una corta de mejora para eliminar todos los árboles comerciales y no comerciales por encima de un diámetro mínimo de corta de 40 cm (Martins y Hutchinson, 1996). La corta de mejora en realidad constituye una combinación de refinamiento, aprovechamiento y corta de sanidad (Louman, comunicación personal, CATIE, 1997).

Luego se aplicó un tratamiento de liberación de árboles de futura cosecha. En 1990 después de la primera aplicación de estas dos operaciones silviculturales se decidió subir el diámetro mínimo de corta a 50 cm, y unos pocos años más tarde, en 1993, a 60 cm, para competir con las dimensiones comerciales. Los tratamientos fueron aplicados en parcelas permanentes de muestreo de 0.25 ha de área efectiva. El tratamiento mejoró el crecimiento no solamente de los árboles directamente liberados, sino también de la mayoría de los árboles en el bosque (Martins y Hutchinson, 1996).

#### **Testigo**

Corresponde a parcelas que no recibieron ningún tratamiento.

## 5.2. Evaluación de la regeneración natural

La metodología implementada está basada en los Lineamientos Metodológicos Básicos para el Monitoreo de la Regeneración Natural propuestos por Sáenz y Finegan (1996), lineamientos a los que se añadieron variables o en parte se modificaron, para efectos del presente estudio. La metodología esta fundamentada en trabajos desarrollados principalmente en Africa y Asia. La misma metodología fue aplicada en los tres tipos de bosques estudiados.

Originalmente la metodología contemplaba tres tipos de inventario realizados en etapas diferentes de desarrollo del rodal porque consideraba regeneración de especies comerciales de tipo coetánea. La presente metodología propone en cambio aplicar los inventarios de manera simultánea adaptándose a los rodales comerciales discetáneos comunes en los bosques de América Latina (Sáenz y Finegan, 1996).

### 5.2.1. Categorías de regeneración

El estudio sólo considera a los latizales, subdivididos en dos categorías de regeneración:

Latizales bajos             $\geq 1.50 \text{ m}, \leq 4.9 \text{ cm dap}$

Latizales altos             $\geq 5.0 \text{ cm dap}, \leq 9.9 \text{ cm dap}$

### 5.2.2. Unidades de registro, tamaño e intensidad de muestreo

Se emplearon unidades de registro (cuadros o parcelas de registro) de tamaño variable de acuerdo con la categoría de regeneración inventariada: Los latizales bajos fueron evaluados con una intensidad de muestreo del 5%, en parcelas de 5m x 5m. Los latizales altos se evaluaron con una intensidad de muestreo del 10%, en parcelas de 10m x 10m, como se muestra en el Cuadro 6. Las unidades o parcelas de registro son las que se utilizaron en el cálculo de frecuencias absolutas.

**Cuadro 6. Unidades de registro, tamaño e intensidad de muestreo según categoría de regeneración**

Categoría de regeneración	Tamaño de la unidad de registro, parcela o cuadro	Nº de parcelas/ha	Intensidad de muestreo (%)
Latizal bajo	5 m x 5m	20	5
Latizal alto	10 m x 10m	10	10

Fuente: Sáenz y Finegan (1996).

### 5.2.3. Distribución de las unidades de registro

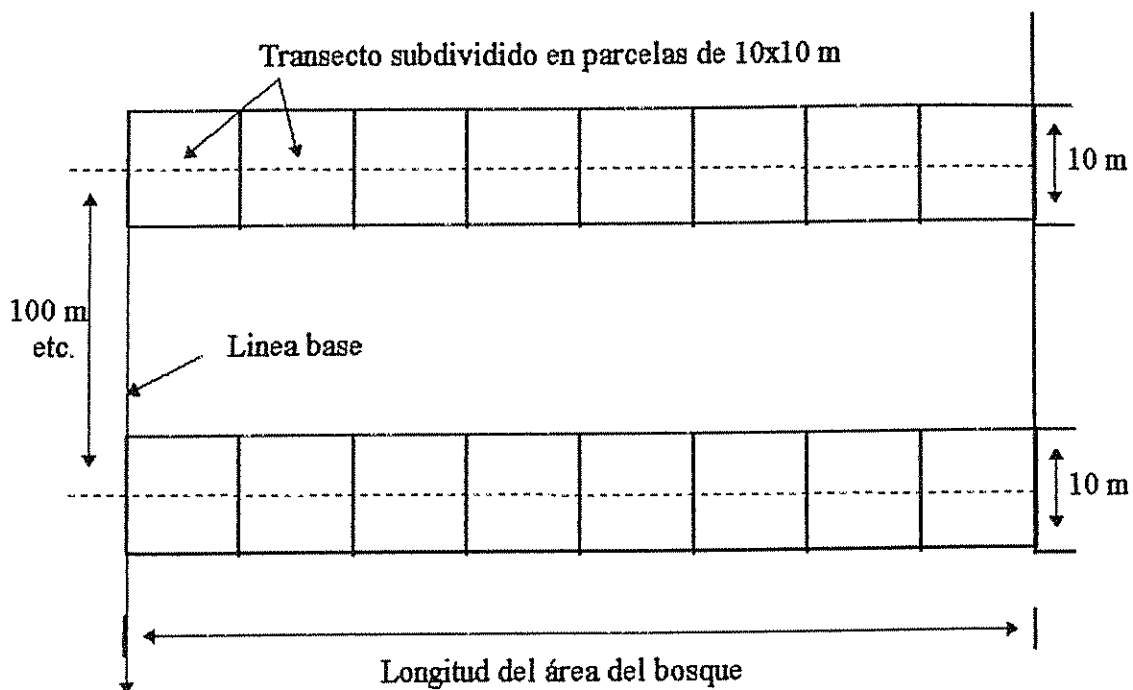
Para la evaluación de la regeneración natural se utilizaron inventarios por muestreo sistemático, utilizando fajas o transectos de 10 m de ancho y longitud variable Sáenz y Finegan (1996), que constituyen las unidades de muestreo, el diseño para la instalación de los transectos y parcelas de registro se muestra esquemáticamente en las Figuras 1a y 1b. Se trató en lo posible de reutilizar los transectos pre-existentes de inventarios anteriores.

En el Anexo 4, se detalla la distribución por bosque por tratamiento y por categoría de regeneración, el número de hectáreas, número de unidades de muestreo, número de unidades de registro o parcelas de registro, y el número de metros lineales empleados por los transectos.

El Anexo 5 detalla por bosque y por tratamiento el código numérico de la parcela permanente muestreada (en el caso del bosque Los Laureles de Corinto donde se trabajó con transectos, identifica el código numérico extraído de los transectos numerados del bosque) e identifica a las parcelas temporales montadas para efectos del presente estudio.

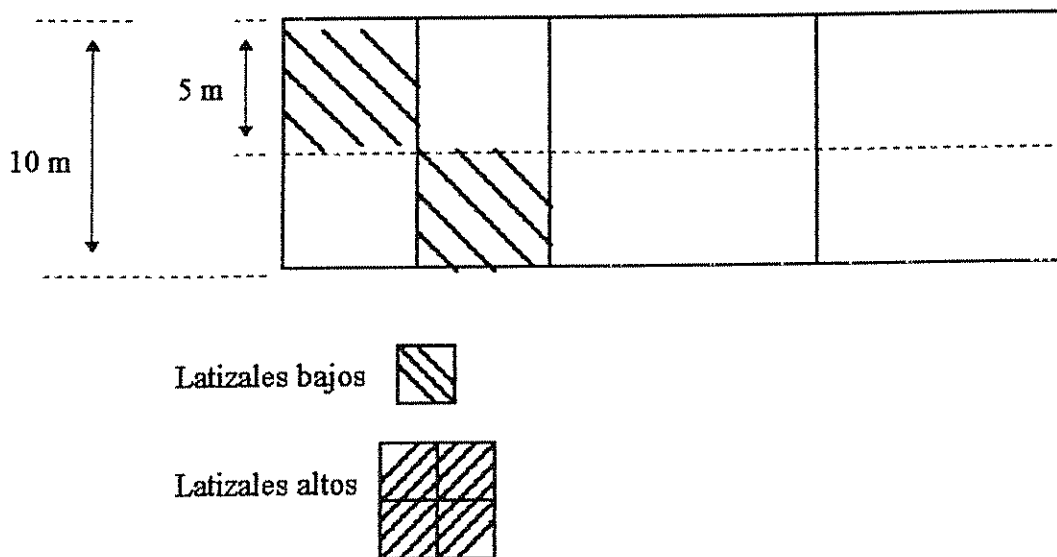


**Figura 1a. Diseño para la instalación de los transectos del inventario de regeneración**



Fuente: Sáenz y Finegan (1996).

**Figura 1b. Instalación de parcelas empleadas en el inventario de la regeneración**



Fuente: Sáenz y Finegan (1996).

#### 5.2.4. Grupos comerciales y ecológicos

Para obtener mayor información acerca de las especies que conforman las categorías de regeneración se confeccionaron cuadros (Anexos 13-15 ), donde se muestra la distribución de las especies en grupos comerciales y ecológicos.

Los grupos comerciales se determinaron con base en revisiones de literatura e información obtenida de técnicos experimentados. Los grupos serán distinguidos siguiendo los criterios establecidos por Hutchinson (1993 b) en: “especies deseables”, especies de precio mediano o alto que se comercializan a nivel nacional y “especies aceptables” o especies de bajo precio que se utilizan sólo a nivel local, o que, según estudios técnicos, tienen propiedades adecuadas para ser utilizadas.

Los grupos ecológicos consideran: Heliófitas efímeras, aquellas que se establecen y crecen solamente en claros grandes; heliófitas durables las que se establecen bajo dosel pero requieren de claros para crecer; esciófitas parciales las que se establecen y crecen bajo dosel, pero exigen luz directa para pasar de la etapa de fuste joven a fuste maduro; y esciófitas totales o aquellas que se establecen y crecen bajo dosel (Beek y Sáenz, 1992).

#### 5.2.5. Variables a evaluar

##### 5.2.5.1. Abundancia

Es el número de árboles de una determinada categoría de regeneración se calculó con referencia a la hectárea y se consideran:

Abundancia Absoluta = número de individuos por categoría de regeneración/ha.

Abundancia Relativa = Proporción porcentual de una categoría de regeneración respecto al total de latizales de la misma categoría [(número de individuos por categoría de regeneración/número total de la categoría considerada)\* 100].

### 5.2.5.2. Frecuencia

Muestra la proporción de las parcelas de registro o cuadros (5mx5m, 10mx10m) ocupados por individuos de una categoría de regeneración, la variable considerada se calcula de la siguiente forma:

Frecuencia absoluta = Se expresa en porcentaje. Por ejemplo un 50% de frecuencia para una categoría de regeneración, indica la existencia de esa categoría en la mitad de las parcelas o cuadros.

Las frecuencias absolutas de las categorías de regeneración u otros, se interpretaron de acuerdo a la clasificación de Lamprecht (1990), ver Cuadro 7.

**Cuadro 7. Clasificación de la frecuencia absoluta**

Clase	Frecuencia absoluta
I	1 - 20%
II	21 - 40%
III	41 - 60%
IV	61 - 80%
V	81 - 100%

Fuente: Lamprecht (1990).

### 5.2.5.3. Determinación de límites mínimos de comparación de abundancia y frecuencia

De acuerdo a la literatura hay una serie de límites mínimos referidos a la abundancia de latizales: 150, 500, etc. pies/ha, o como en el caso de Quevedo (1990) que se refiere a regeneración adecuada haciendo mención a distintos valores de abundancia o densidad. Estos valores no son suficientes si no vienen acompañados por otras variables, que indiquen distribución en toda el área del bosque (frecuencia, índice de aglomeración, etc.), que indiquen calidad de la regeneración y otras variables que se irán detallando en el transcurso del presente estudio. Retomando el tema de los límites mínimos, el sistema lineal de la regeneración (sistema  $\frac{1}{4}$  de cadena<sup>2</sup>) engloba las categorías de regeneración estudiadas, define parcelas de 25 m<sup>2</sup> como área mínima de ocupación con las que estudia frecuencias y recomienda el 60% como límite mínimo, implícitamente esto define un límite

mínimo de abundancia. Criterios que fueron empleados para determinar los límites mínimos de comparación.

Límite mínimo para frecuencias absolutas: 60%

Límites mínimos para abundancias:

- Latizales bajos: 400 latizos/ha, (parcelas de registro de 5mx5m),
- Latizales altos: 100 latizos/ha, (parcelas de registro de 10mx10m).

#### 5.2.5.4. Iluminación de copa

Refleja el nivel de luz que recibe cada copa. Se evaluó según la escala de Clark y Clark (1987) específica para estudios de regeneración, que consiste en una subdivisión subjetiva del ámbito de niveles de luz lateral total, derivados de un estudio desarrollado en el bosque primario de La Selva. Se consideraron las categorías originales de "luz lateral" subdivididas en: luz lateral alta, media y luz lateral baja (Cuadro 8).

Cuadro 8. Índice de exposición de copa

Índice	Siglas	Definición
5	CCE	Copa completamente expuesta (sin copas vecinas dentro del cono invertido de 90° que incluye la copa del árbol)
4	PLA	Plena luz de arriba (se estima que $\geq 90\%$ de la copa recibe luz vertical directa)
3	ALA	Alguna luz de arriba (se estima que 10 - 90% de la copa recibe luz vertical directa)
2.5	LLA	Luz lateral - alta
2.0	LLM	Luz lateral - moderada
1.5	LLB	Luz lateral - baja
1	NLD	Ninguna luz directa.

Fuente: Clark y Clark (1987).

### 5.2.5.5. Distribución espacial

Muestra la forma en que las categorías de regeneración están distribuidos dentro del bosque, permite obtener una idea de la conformación de "manchas" o asociaciones. Para efectos del presente trabajo emplearemos el índice de aglomeración, para parcelas de tamaño fijo (Sachtler, 1975):

El índice se calcula de la siguiente manera:

$$q = s^2/y$$

Donde:

q = Índice de aglomeración,

$s^2$  = varianza,

y = promedio aritmético de abundancias.

#### Criterios de calificación de la distribución:

- a) En el caso de una distribución de los individuos al azar la varianza alcanza el mismo valor que el promedio aritmético, en este caso  $q = 1$  (tendencia hacia una distribución al azar).
- b) A medida que aumenta la homogeneidad de la distribución, el valor de q disminuye por debajo de 1, alcanzando casi cero en el caso de homogeneidad absoluta (tendencia hacia una distribución regular).
- c) Por el contrario, q es tanto mayor que 1 cuanto más aumenta la heterogeneidad (tendencia hacia una distribución aglomerada).

La tendencia hacia una distribución, es llamada por Matteucci y Colma (1982), como "patrón", Malleux (1982) emplea: "tendencia al agrupamiento, agrupado y no agrupado".

### 5.2.5.6. Otras variables

#### 5.2.5.6.1. Condición de sitio

Para obtener información bastante general respecto a las características del sitio en donde se encuentra una determinada unidad de registro, se tomó un dato de condición de sitio por parcela de

10x10 m para relacionar esta información con las variables de regeneración. La clasificación de las condiciones de sitio derivan del criterio de Clark y Clark (1992), modificado por Sáenz (comunicación personal, CATIE, 1997). Se reconocen siete categorías:

- Bosque maduro.....7 (vegetación con altura de copas semejante a la del dosel existente),
- Bosque intermedio.....6 (vegetación mayor o igual a 10 cm dap, altura de copas por debajo del dosel existente),
- Bosque en reconstrucción.....5 (vegetación mayor a 1.50 m de altura hasta 9.90 cm dap),
- Claro.....4 (apertura del dosel cuya proyección vertical llega a 2 m del suelo o menos),
- Patio de trozas.....3 (en caso de bosques intervenidos),
- Camino o trocha de arrastre...2,
- Otro.....1 (cuando se deba indicar condiciones particulares como áreas de protección, sitios inundados, etc.).

#### **5.2.5.6.2. Calidad de la regeneración**

En su estudio de regeneración natural sobre árboles muertos, Raber (1991) nos recuerda que el manejo sostenible, es posible solamente si se puede inducir una regeneración cuantitativa y cualitativamente suficiente para reemplazar los árboles aprovechados. Se clasificó la regeneración basada en la condición fitosanitaria y las características morfológicas de las plantas.

La condición fitosanitaria apoya a la clasificación de la calidad y considera dos categorías evaluables a simple vista: Condición fitosanitaria buena, aquella sin problemas fitosanitarios a simple vista y condición fitosanitaria mala, o con problemas fitosanitarios a simple vista.

Las características morfológicas derivan de la clasificación empleada por Hutchinson citado por Manta (1988) y aplicada para la calidad de la mejor troza, con modificaciones.

De esta manera se reconocieron tres calidades de latizales:

Calidad 1: Equivalente a los árboles potencialmente maderables de la clasificación de Hutchinson, vale decir, que la mejor troza, a pesar que no tiene el tamaño adecuado para el mercado, contiene una sección sana y recta de por lo menos 4 m de largo, con posibilidades de mercado futuro, en síntesis es una troza de buena calidad, pero aún pequeña. Se suma la condición fitosanitaria buena de la planta vale decir sin problemas fitosanitarios a simple vista.

Calidad 2: Las mismas características del anterior con la salvedad que no posee las dimensiones suficientes para contar con una troza de 4 m.

Calidad 3: Engloba las calidades 3,4,5 de la clasificación de Hutchinson que considera fustes deformados, dañados y podridos aplicados a latizales, o presenta una condición fitosanitaria mala apreciables a simple vista.

#### **5.2.6. Análisis de la información**

Se empleó la estadística descriptiva en la representación de gráficos de barras rectangulares, lineales; circulares, etc. (Gómez, 1996), que facilitó el análisis del estado de la regeneración. Así mismo en los gráficos de barras se agregaron barras lineales de error que delimitan el rango de los límites fiduciales.

Por otra parte se realizaron análisis estadísticos inferenciales a objeto de obtener conclusiones y hacer generalizaciones válidas para los bosques (poblaciones), a partir de la información proveniente del muestreo (Quintana, 1993).

De esta manera se procedió a establecer comparaciones de las variables de interés para el caso de latizales bajos y altos entre tratamientos, mediante la aplicación de la estadística no paramétrica. Esto se hizo a través del procedimiento NPARIWAY del paquete estadístico SAS denominado 'Procedimiento no paramétrico de una vía'. El objetivo de las comparaciones fue la de establecer si

existen diferencias significativas entre tratamientos, como puede apreciarse el único criterio de clasificación es el tratamiento, denominado por ello clasificación de una vía (Steel/Torrie, 1993), las pruebas específicas que se utilizaron fueron las de "Wilcoxon Scores" para la comparación de dos tratamientos y la de "Kruskal-Wallis Test" para tres tratamientos. El equivalente a la prueba paramétrica de rangos múltiples (Pedroza, 1993) se logra aislando pares de tratamientos y aplicando la prueba de Wilcoxon o Kruskal-Wallis.

Se aplicó la prueba de "Chi-cuadrado", procedimiento "Proc Freq" opción "Chisq" del SAS (López y López, 1995), para analizar la asociación tratamiento-variable de análisis, o la independencia de una variable frente a los efectos de algún tratamiento (Ho: No existe asociación: tratamiento-variable).

Con la Correlación de Rango de Spearman se realizó un análisis entre la calidad (calidades 1, 2, 3) y las variables susceptibles de manejo (iluminación de copa y condición de sitio). Se utilizó el "Proc Corr" del SAS (López y López, 1995).

### 5.3. Determinación de tiempos

Se desarrolló con base en el método descrito por CATIE (1989), calificado como práctico, detallado y confiable en la toma de información. Consiste en controlar y anotar el tiempo del rendimiento de cada actividad realizada en el proceso de trabajo de campo, los tiempos muertos necesarios y los puramente accidentales. La persona que toma la información (anotador o encuestador) debe permanecer presente todo el tiempo en que se realiza la faena y debe tomar el tiempo inicial y el tiempo final para luego anotar la diferencia, es decir, el tiempo en que se realizó la actividad completa.

Recordemos que:

Tiempo inicial: Es la hora con minutos en que dio inicio una actividad que está siendo controlada.

Tiempo final: La hora con minutos del momento preciso en que se contempló o finalizó la actividad medida.

Duración: Tiempo real medido para una actividad determinada. Incluye el tiempo efectivo de trabajo y los tiempos muertos normales. Se obtiene de restar el tiempo final menos el tiempo inicial.



#### **5.4. Determinación de rendimientos**

Partiendo del punto de vista de que el rendimiento es la expresión del producto total por unidad de esfuerzo y por unidad de tiempo (CATIE, 1989), en nuestro caso el producto es el número de parcelas de registro trabajadas; la unidad de esfuerzo es representada por la persona que desarrolla el trabajo y la unidad de tiempo es expresada en horas.

#### **5.5. Determinación de costos por actividad y costo total**

El costo por actividad fue considerado como el costo de todos los recursos empleados en la ejecución de dicha actividad, esto toma en cuenta insumos, depreciación y mano de obra (la depreciación fue repartida entre las actividades según la proporción del tiempo de uso).

El costo total fue la suma de todos los costos de las actividades.

#### **5.6. Registro de la información de campo**

Para la toma de información de campo, se confeccionaron dos registros, el primero recogió la información vinculada a la evaluación de la regeneración natural y el segundo estableció los tiempos, rendimientos y costos. Ambas operaciones fueron realizadas simultáneamente.

## **6. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **6.1. Determinación y comparación del estado de la regeneración natural por bosque**

#### **6.1.1. Bosque muy húmedo tropical: Area de Demostración e Investigación "Los Laureles de Corinto"**

##### **6.1.1.1. Abundancia y frecuencia**

En los latizales bajos y altos, la prueba de Wilcoxon no encontró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre las abundancias del aprovechamiento mejorado y el testigo, tampoco en los latizales bajos y altos de los grupos comerciales deseables y aceptables e igualmente no se encontraron diferencias entre las abundancias de latizales bajos y altos de las tres especies más abundantes. Por tanto el aprovechamiento mejorado, no ha disminuido la abundancia de la regeneración de especies comerciales (todas las especies del estudio son comerciales) de los latizales bajos y altos, tampoco lo aumentó.

Las Figuras 2-4, representan en el primer caso a las categorías de regeneración denominadas latizales bajos y latizales altos; en el segundo caso a los grupos comerciales aceptables y deseables, en el tercer caso a las tres especies más abundantes.

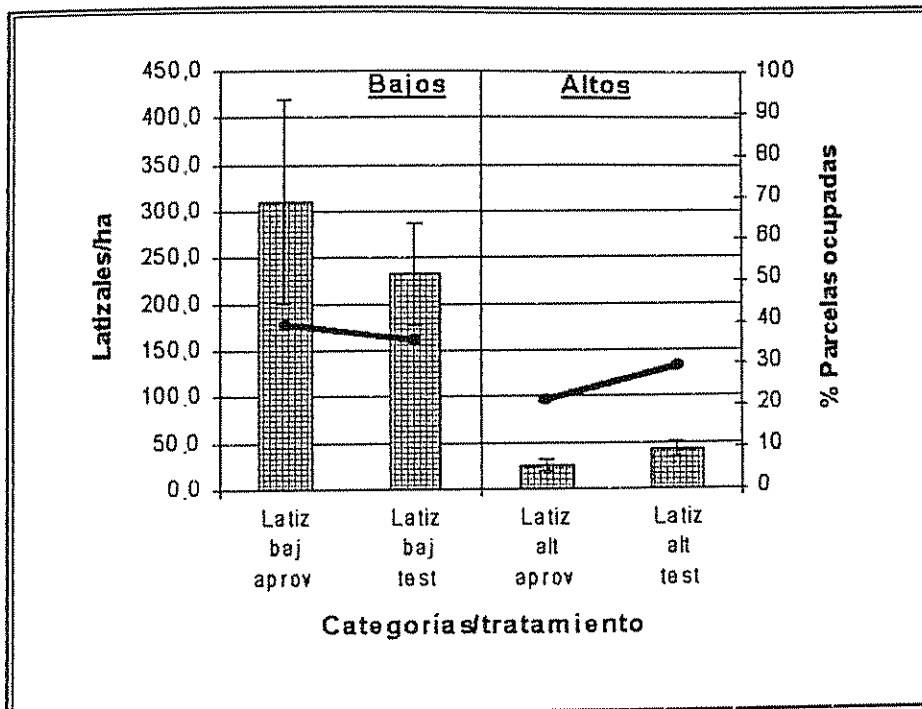


Figura 2. "Corinto": Abundancia y frecuencia absoluta de latizales bajos y altos por tratamiento. Los diagramas de barras rectangulares (abundancia) vienen acompañadas por barras lineales de error absoluto que marcan los límites de confianza (95%). Los círculos negros, representan a las frecuencias absolutas. Las abreviaciones, aprov (aprovechamiento) y test (testigo) representan a los tratamientos.

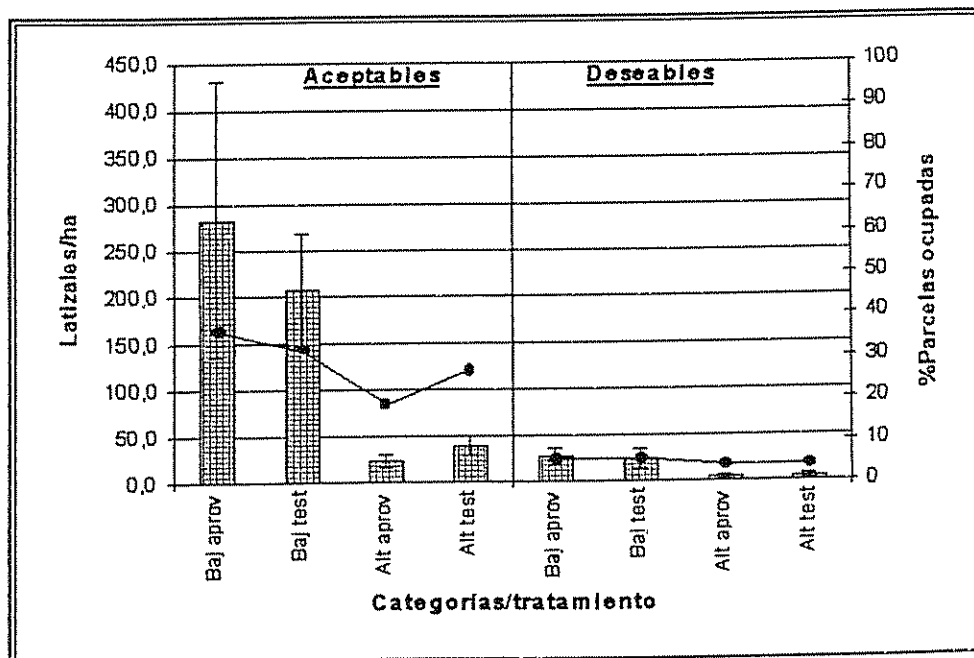


Figura 3. "Corinto": Abundancia y frecuencia absoluta de grupos comerciales. Aceptables: Especies aceptables. Deseables: Especies deseables. Símbolos como en la Fig 2

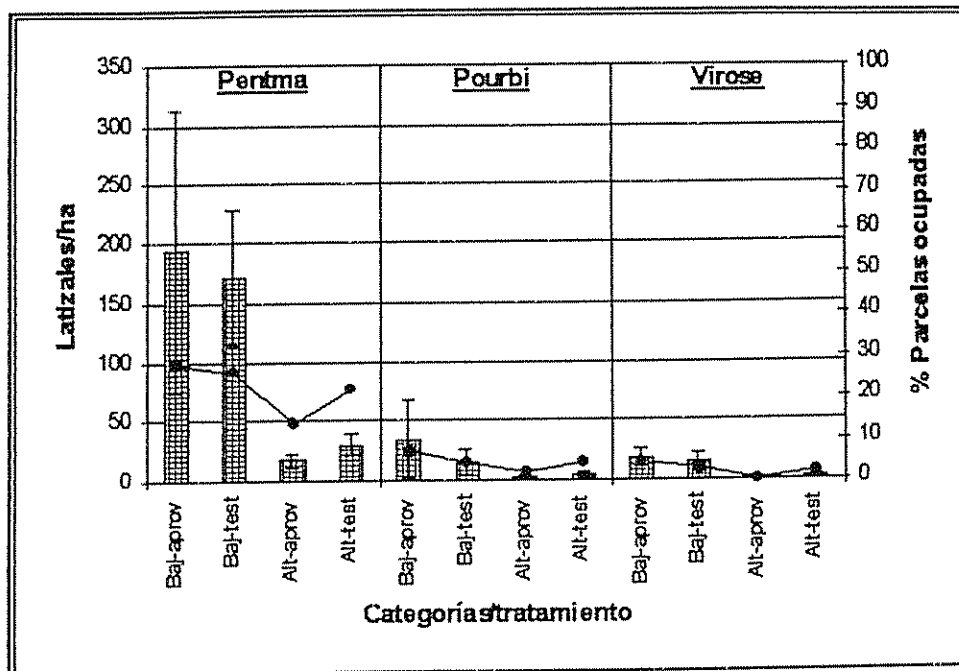


Figura 4. "Corinto": Abundancia y frecuencia absoluta de las tres especies más abundantes:

Pentma = *Pentaclethra maculosa* (Willd.) Kuntze

Pourbi = *Pourouma bicolor* Mart.

Virose = *Virola sebifera* Aubl.

Símbolos como en la Fig. 2

En ninguno de los tres casos planteados se superó los límites mínimos de comparación de abundancia y frecuencia (ver acápite 5.2.5.3: "Determinación de límites mínimos de comparación", página 29). Sin embargo puede notarse la tendencia de los latizales bajos del área aprovechada a cubrir los límites mínimos (Figura 2). Sin embargo, si agrupamos los latizales bajos y latizales altos de cada tratamiento, se supera el límite mínimo de frecuencias, sucede lo mismo con el grupo comercial aceptable y no así con el grupo comercial deseable

Los latizales bajos en general son mucho más abundantes que los latizales altos (89% de la abundancia total) lo mismo ocurre con los grupos comerciales: 90% son latizales bajos aceptables y 87% son latizales bajos deseables.

En la Figura 4 se muestran las tres especies más abundantes, juntas fueron el 82.7% de la abundancia total, considerando los latizales bajos y altos de los dos tratamientos. En orden de abundancia:

*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze, con 67.8% de abundancia total,

*Pourouma bicolor* Mart., con 9.1% de abundancia total,

*Virola sebifera* Aubl., con 5.8% de abundancia total.

Las frecuencias en los latizales bajos y altos de los dos tratamientos siguiendo la clasificación definida por Lamprecht (1990), corresponden a la clase II (frecuencias inferiores al 40%). Las frecuencias del grupo comercial deseable para latizales altos y bajos en cada tratamiento corresponden a la clase-I (frecuencias inferiores al 20%), el grupo aceptable es de clase II, exceptuando a los latizales altos del área aprovechada que califica en la clase-I. *Pentaclethra macroloba* corresponde a la clase II y las otras dos especies a la clase-I.

Se a notado mayor variabilidad en la abundancia del testigo sin embargo sus errores relativos de muestreo son menores respecto al aprovechamiento, esta relación de inversa proporcionalidad tiene explicación principalmente en la diferencia de grados de libertad.

#### 6.1.1.2. Iluminación de copa

El aprovechamiento de manera general, mejora las condiciones de iluminación tanto en los latizales bajos como en los altos. Sin embargo, en el caso de los latizales bajos todavía queda un número considerable de individuos bajo luz lateral baja Figuras 5-6.

La prueba de Chi-cuadrado determinó para el caso de los latizales bajos y latizales altos que existe asociación entre la iluminación de copa y el aprovechamiento mejorado ( $P < 0.01$ ).

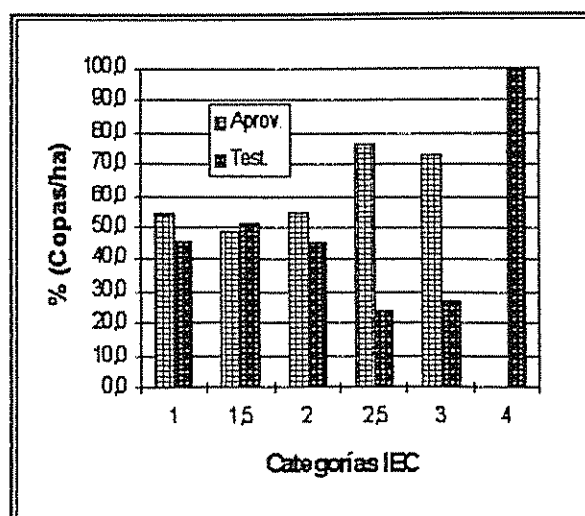
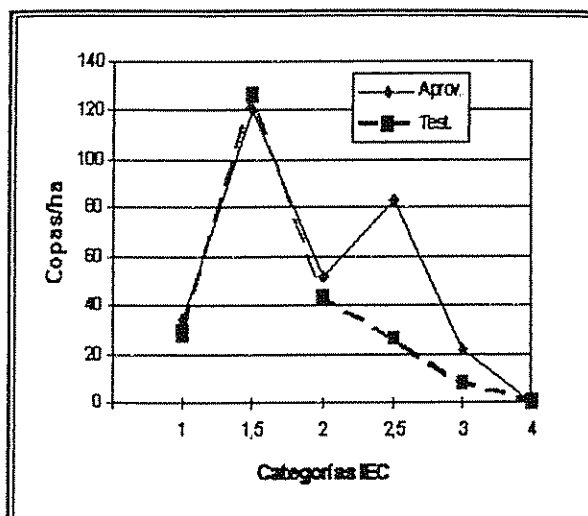


Figura 5. "Corinto": Categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales bajos. La escala consiste en una subdivisión subjetiva de niveles de luz: 1=ninguna luz directa, 1.5=luz lateral baja, 2=luz lateral moderada, 2.5=luz lateral alta, 3=alguna luz de arriba, 4=plena luz de arriba, 5=copa completamente expuesta.

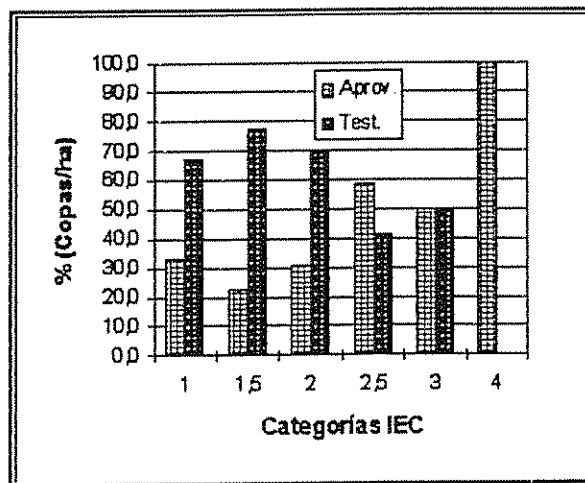
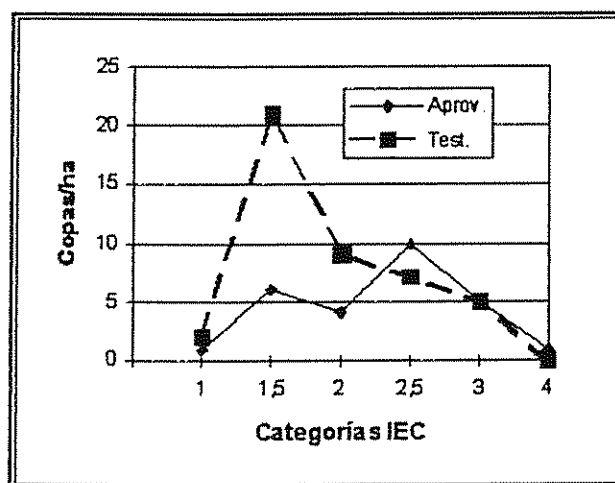


Figura 6. "Corinto": Categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales altos.

### 6.1.1.3. Distribución espacial

Según el Cuadro 9, el estado actual de los latizales bajos para ambos tratamientos tienen tendencias hacia la aglomeración (heterogeneidad), contrariamente los latizales altos en ambos tratamientos tienden moderadamente hacia una distribución regular.

En la Figura 2, pudimos apreciar para el caso de los latizales bajos que sus abundancias absolutas en ambos tratamientos son superiores a los latizales altos, y próximos al límite mínimo de abundancias, con las frecuencias ocurre algo parecido, de todos modos no superaron los límites mínimos en cuanto a densidad y distribución. Con la tendencia hacia la aglomeración, los latizales bajos agravan el problema de ocupación del área, por cuanto el índice calculado permite suponer que la regeneración de esta categoría tiende a concentrarse en el margen que indica la frecuencia absoluta, de donde la mayor parte del área de estudio (60%) se encontraría despoblada de latizales bajos, debe estudiarse más a fondo esta situación, monitorearse más de cerca el proceso dinámico de la regeneración para cerciorarse que no se trate de un efecto permanente y tomar las medidas correctivas pertinentes. La aglomeración genera en el bosque "manchas" o asociaciones, lo positivo en esto radicaría en la facilitación de las labores de aprovechamiento futuro, sin embargo se insiste en que se debe estudiar el caso para garantizar una mejor ocupación del área.

En el caso de los latizales altos, los valores de los índices encontrados nos indican una moderada tendencia hacia la distribución regular, a pesar de su menor abundancia, pero con una clase de frecuencia similar a la de los latizales bajos, su situación, no menos comprometedora que la anterior, puede ser menos grave desde el punto de vista de la ocupación del área pues su dispersión facilitaría hacia el futuro mejorar su condición por ejemplo manejando semilleros.

Está sucediendo un autoraleo generalizado y de alguna manera se está promoviendo a que los bajos se concentren en determinadas zonas.

**Cuadro 9. Índice de aglomeración-Corinto**

Categoría	Tratamiento	Índice de aglomeración (q)*
Latiz bajos	Aprovechamiento	q=1.97
	Testigo	q=1.46
Latiz altos	Aprovechamiento	q=0.42
	Testigo	q=0.50

\* Ver capítulo: 5.2.5.5, página 31

#### 6.1.1.4. Condición de sitio

Con las faenas de aprovechamiento se crean condiciones de sitio particulares en el bosque ya sean caminos, trochas de arrastre y patios de trozas (Figura 7). Además, en ambos tratamientos el grueso de las condiciones encontradas radican en las fases de bosque denominadas fases de reconstrucción, intermedio y maduro según criterios originales de Clark y Clark (1992), categorías 5-6-7, aunque en proporciones distintas, así el estado actual del área aprovechada tiene mayor proporción de sitio en la fase de reconstrucción y el testigo ocupa mas área en bosque maduro e intermedio y lógicamente no se detectaron caminos, trochas de arrastre ni patios de acopio, de donde las condiciones de sitio, como se observa en la Figura 7, difieren entre tratamientos.

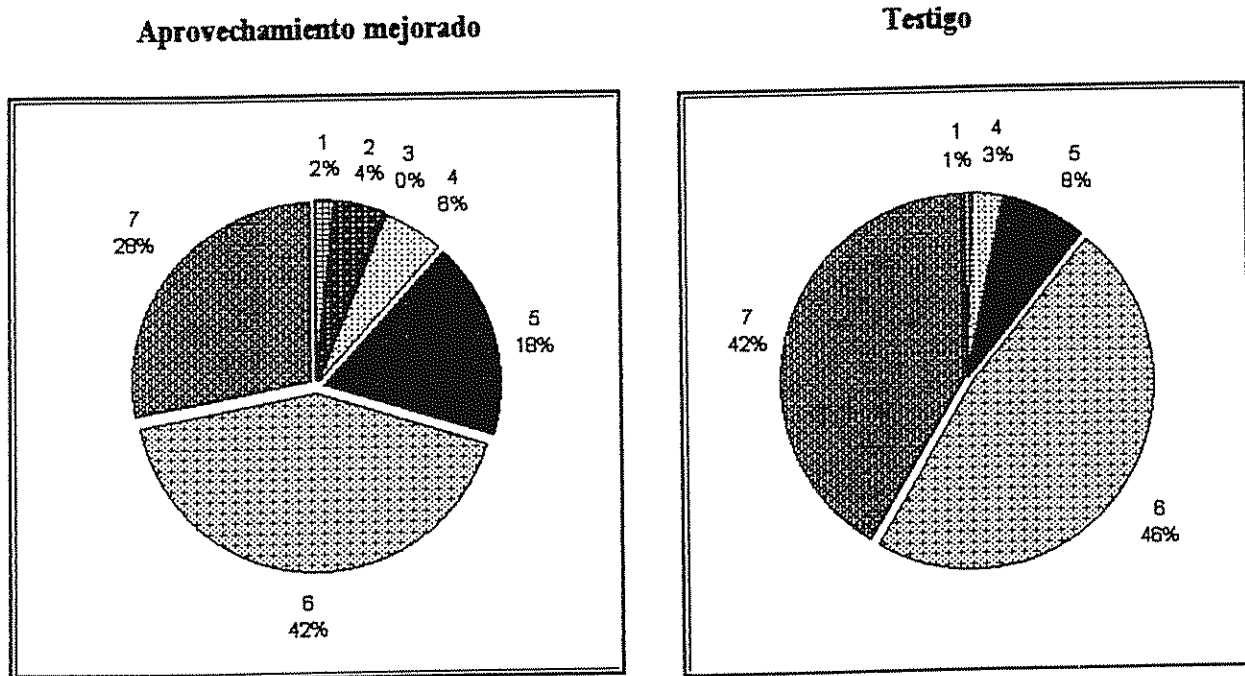


Figura 7. "Corinto": Proporción de frecuencias de parcelas de registro por categoría de condición de sitio. Categorías empleadas: 7 (bosque maduro), 6 (bosque intermedio), 5 (bosque en reconstrucción), 4 (claro), 3 (patio de trozas), 2 (camino o trocha de arrastre), 1 (otros)

La prueba de "Chi-cuadrado" confirma la asociación que se da entre las actividades desarrolladas en el aprovechamiento y las consiguientes condiciones de sitio que resultan en el bosque ( $P < 0.01$ ), resumiendo, las condiciones de sitio actuales son producto de las labores del aprovechamiento mejorado.



### 6.1.1.5. Calidad de la regeneración

Se optó por el análisis de la frecuencia o número de latizos por hectárea para cada una de las categorías de calidad (ver acápite 5.2.5.6.2, página 32) y se comparó entre tratamientos, de esta manera nos permitió establecer y comparar el estado actual del potencial maderable de la regeneración (calidades 1 y 2), como el de la regeneración con problemas (calidad 3) entre tratamientos para las categorías de regeneración en estudio.

La prueba de Wilcoxon en la comparación entre tratamientos mostró diferencias significativas en la Calidad 2 ( $P < 0.05$ ) de los latizales bajos y altamente significativas en la Calidad 2 ( $P < 0.01$ ) de los latizales altos.

Con esta información y la que proporciona la Figura 8, podemos inducir que el tratamiento, en este caso el aprovechamiento, a influido en la mejora de la calidad 2 de los latizales bajos y altos, lo que sugiere directamente la mejora de los latizales mas jóvenes o altos precoces.

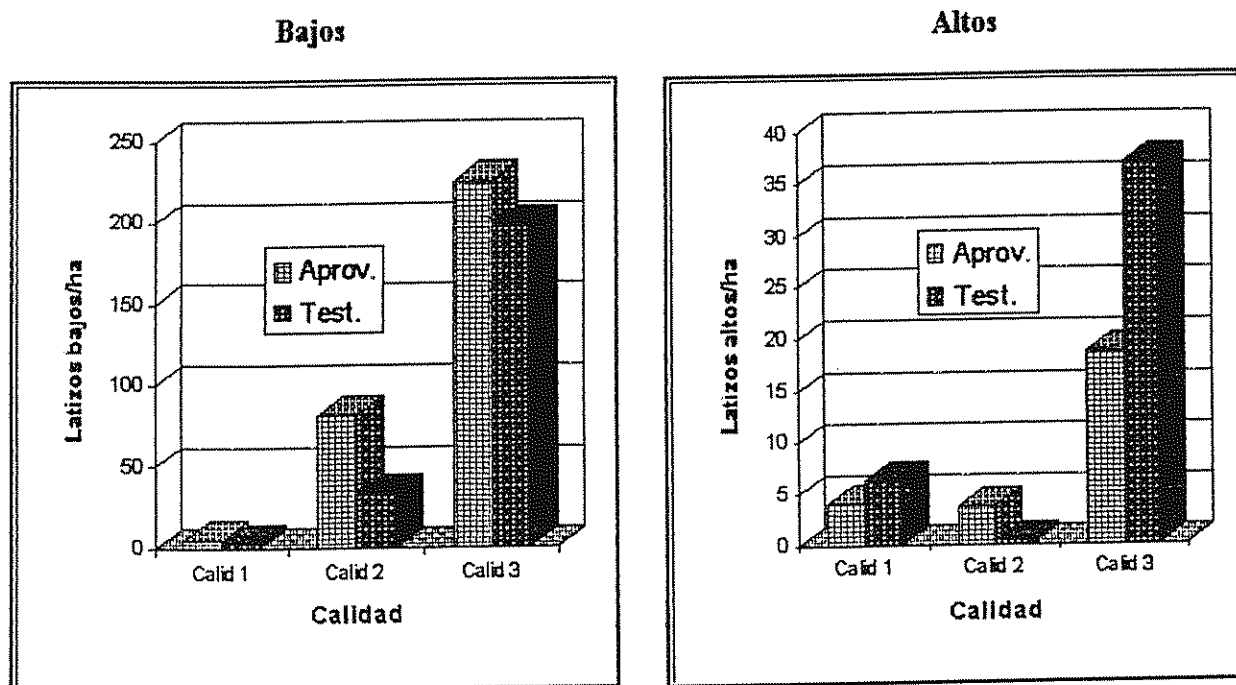


Figura 8. "Corinto": Calidad de la regeneración por categoría. Ver acápite 5.2.5.6.2, página 32

#### **6.1.1.6. Correlación entre la calidad y las variables susceptibles de manejo (iluminación de copa y condición de sitio)**

La prueba encontró correlación negativa entre la iluminación de copas y la calidad de los latizales bajos del área aprovechada y los latizales altos del área testigo ( $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ ), siendo en ambos casos una relación inversa suave (-0.11 y -0.36) entre variables, esto parece indicar para el caso de los latizales bajos que el aprovechamiento al mejorar las condiciones de luz (acápite 6.1.1.2) ha mejorado la calidad al disminuir el promedio de calidades (promedio=2.7), lo que podría explicar la diferencia significativa del anterior acápite.

No hubo relación con la condición de sitio.

### **6.1.2 Bosque muy húmedo montano: Area Piloto Villa Mills-Siberia**

#### **6.1.2.1. Abundancia y frecuencia**

El estado de la regeneración natural, referente a densidades y distribución, de las categorías de regeneración (latizales bajos y altos), de los grupos comerciales diferenciados en grupos comerciales aceptables y deseables como de las tres especies más abundantes del bosque, se muestran en las Figuras 9-11.

Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis nos indican que las evidencias encontradas son insuficientes para rechazar la hipótesis de igualdad de abundancias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ) en los latizales bajos y altos, lo mismo se presenta a nivel de grupos comerciales aceptables y deseables, como en las tres especies más abundantes. De esto podemos inducir que la reacción del bosque de altura a los dos tipos de intervención silvicultural, con referencia a abundancias, es la misma que la del testigo.

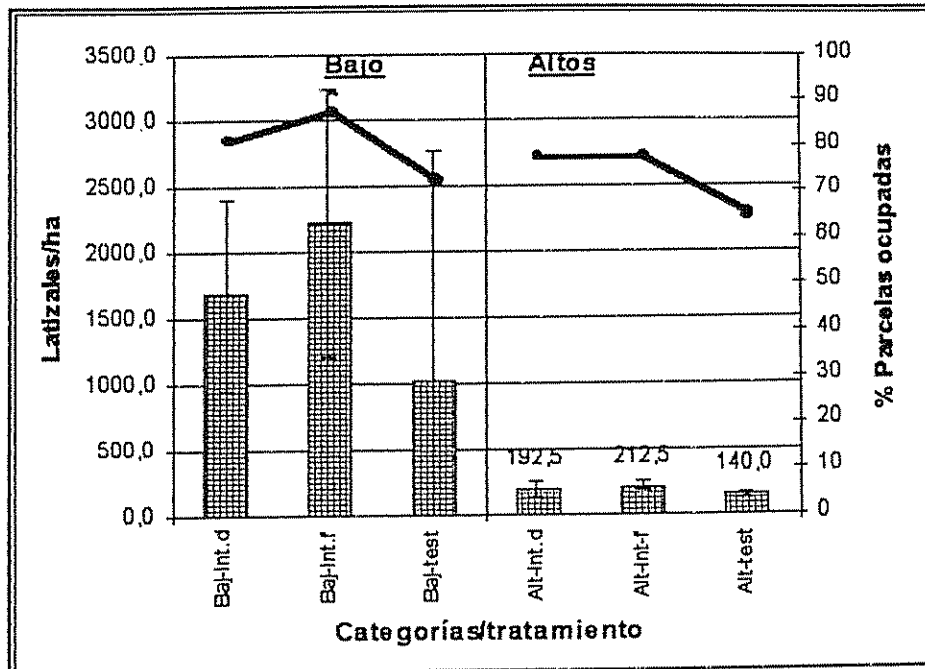


Figura 9. "Villa Mills": Abundancia y frecuencia absoluta de latizales bajos y altos por tratamiento. Los diagramas de barras rectangulares (abundancia) vienen acompañadas por barras lineales de error absoluto que marcan los límites de confianza (95%). Los círculos negros, representan a las frecuencias absolutas. Las abreviaciones, int.d (intervención débil), int.f (intervención fuerte) y test (testigo) representan a los tratamientos.

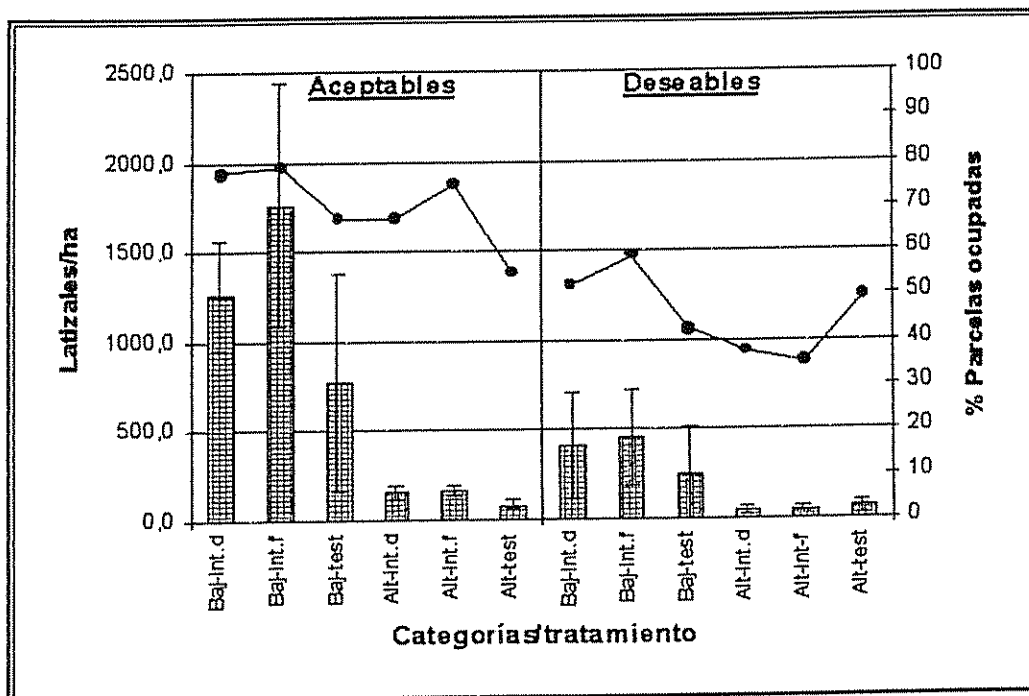


Figura 10. "Villa Mills": Abundancia y frecuencia absoluta de grupos comerciales. Aceptables: Especies aceptables. Deseables: Especies deseables. Símbolos como en la Fig. 2

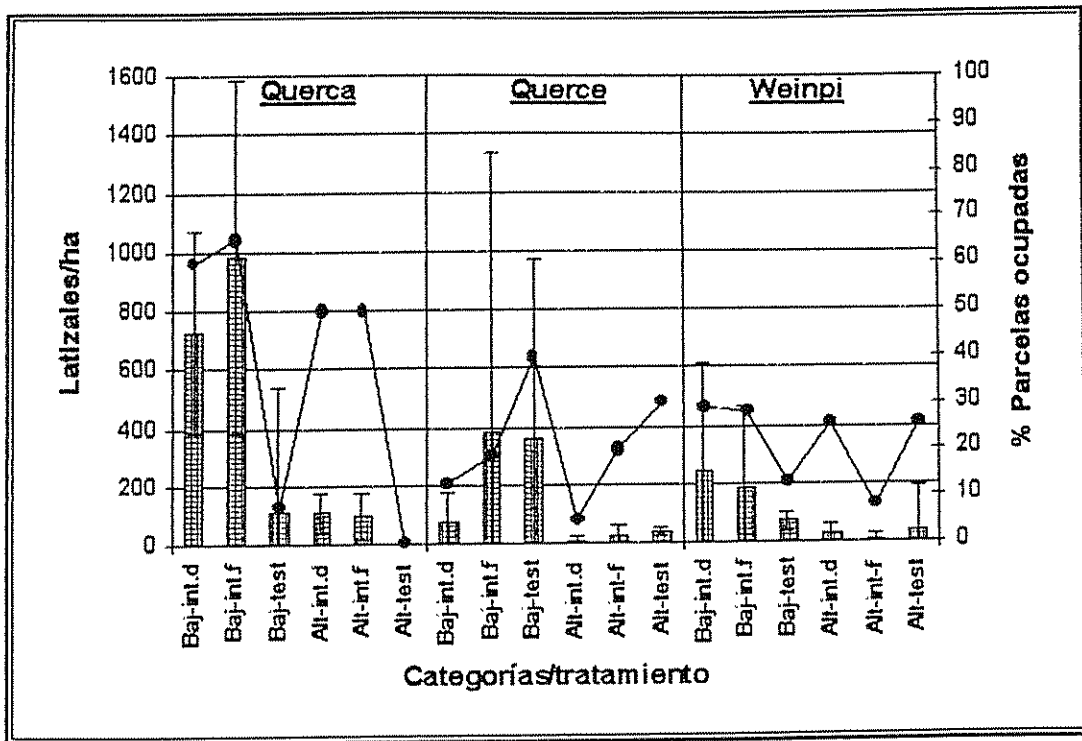


Figura 11. "Villa Mills": Abundancia y frecuencia absoluta de las tres especies más abundantes:

Querca = *Quercus costaricensis* Liebm.

Querce = *Quercus copeyensis* C.H.Müll.

Weinpi = *Weinmannia pinnata* L.

Símbolos como en la Fig. 2

Analizando la Figura 9, observamos que los latizales bajos y altos en las dos intervenciones y el testigo tienen abundancia y distribución superior a los límites mínimos de comparación (acápito 5.2.5.3: "Determinación de límites mínimos de comparación", página 29), lo mismo sucede con el grupo comercial aceptable de latizales bajos y altos (se exceptúa a los testigos de los latizales altos(aceptables) y bajos(deseables). Los latizales altos aceptables exceptuando al testigo superan el límite mínimo de frecuencias pero los latizales altos deseables no superan abundancias ni frecuencias. De las tres especies sólo los latizales bajos de *Quercus costaricensis* exceptuando al testigo superan los límites mínimos de abundancia y frecuencia, a su vez de los latizales altos de la misma especie únicamente los que corresponden a la intervención débil superan el límite de abundancias.

Si agrupamos las categorías bajas y altas ("latizales"), de cada una de las dos intervenciones y el testigo, se supera el límite mínimo de frecuencias, de los dos grupos comerciales.

La misma Figura 9, nos indica la superioridad proporcional de los latizales bajos respecto de los altos en todos los casos, así los latizales bajos en general suman el 90% de la abundancia total. Además de la diferencia entre categorías la diferencia entre grupos comerciales es notoria (Fig. 10), los aceptables tienen el 77% del total de abundancias. En el Anexo 14 se ofrece la clasificación comercial y ecológica de las especies arbóreas.

Las tres especies más abundantes representan el 65.2% de la abundancia total considerando los latizales altos y bajos de los dos tratamientos, en el siguiente orden:

*Quercus costaricensis* Liebm. con 40.5% de abundancia total,  
*Quercus copeyensis* C.H.Müll.) con 14.0% de abundancia total,  
*Weinmannia pinnata* L. con 10.7% de abundancia total.

De los latizales bajos los que provienen de las áreas intervenidas clasifican con frecuencias V (81-100%) y el testigo a IV (61-80%), los altos son de clase IV. Entre grupos comerciales los aceptables son de clase IV y los deseables de clase III (41-60%).

Se notó menor variabilidad en la abundancia del testigo en las categorías de regeneración y en los grupos comerciales, sin embargo sus errores relativos de muestreo son mayores respecto de las dos intervenciones, esta relación inversa tiene explicación en la diferencia de grados de libertad, e influye directamente en los límites fiduciales.

#### 6.1.2.2. Iluminación de copa

Del análisis de la distribución de frecuencias de exposición de copas podemos indicar para el caso de latizales bajos que las dos intervenciones silviculturales se comportan de manera similar, con tendencias a concentrar copas en las exposiciones laterales altas e iluminaciones parciales directas; a diferencia del testigo que sigue una distribución menos pronunciada, con predominancia de frecuencias en las iluminaciones laterales bajas y medias.

En el caso de los latizales altos es coincidente la similaridad en la distribución de frecuencias entre intervenciones silviculturales y tienden a concentrar frecuencias de iluminación de copas en las categorías laterales altas y directas parciales, diferente a la del testigo, de características menos

pronunciadas y con tendencia a acumular copas en las iluminaciones laterales bajas y medias (Figuras 12 y 13).

La prueba de "Chi-cuadrado" tanto para latizales bajos como para latizales altos establece dependencia altamente significativa de la iluminación de copas con las intervenciones silviculturales ( $P < 0.01$ ), de manera que se puede concluir que las intervenciones han conseguido mejorar las condiciones de iluminación de la regeneración.

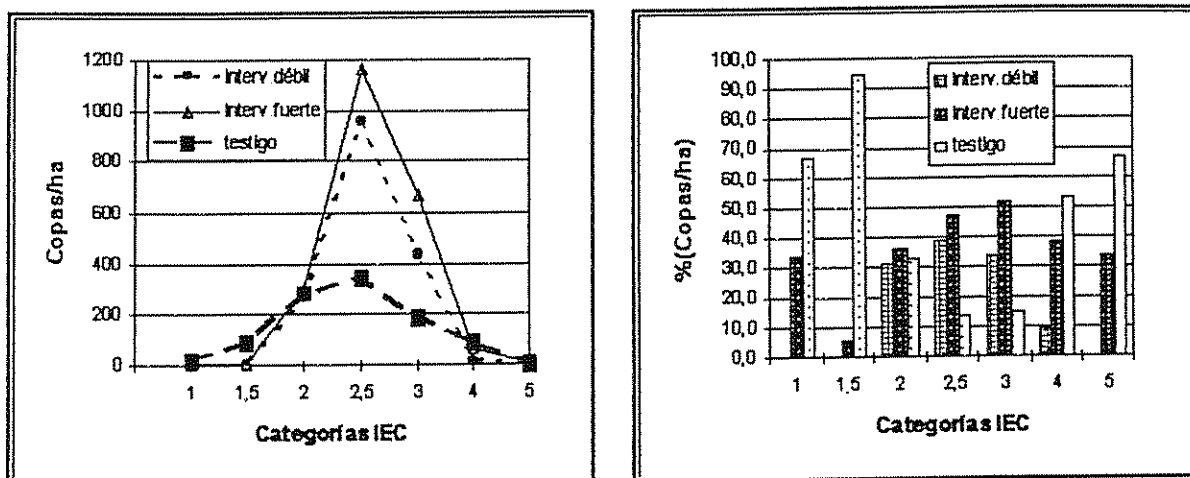


Figura 12. "Villa Mills": Categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales bajos. La escala consiste en una subdivisión subjetiva de niveles de luz: 1=ninguna luz directa, 1.5=luz lateral baja, 2=luz lateral moderada, 2.5=luz lateral alta, 3=alguna luz de arriba, 4=plena luz de arriba, 5=copa completamente expuesta.

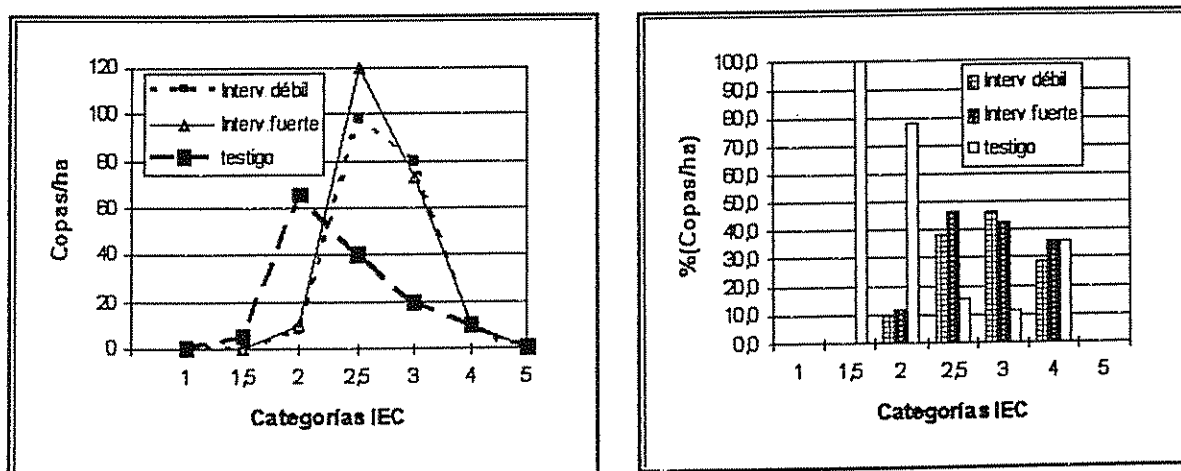


Figura 13. "Villa Mills": Categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales altos.

### 6.1.2.3. Distribución espacial

El Cuadro 10 nos indica la tendencia de los latizales bajos y latizales altos hacia la agregación, la tendencia es más pronunciada en el caso de los latizales bajos.

Como se había expuesto al tratar acerca de abundancias y frecuencias de las categorías de regeneración (latizales bajos y latizales altos), estas superan los límites mínimos de abundancia y frecuencia, para dar un ejemplo: la abundancia de los latizales bajos del área con intervención débil mantiene un promedio de 2220 pies/ha y una frecuencia del 88%, con la tendencia a la agregación podríamos estar hablando de mantener desocupado un área sin individuos comerciales en el orden del 12% del área total, buena parte de ello representa la infraestructura y limitaciones del paisaje.

**Cuadro 10. Índice de aglomeración-Villa Mills**

Categoría	Tratamiento	Índice de aglomeración (q)*
Latiz bajos	Interv. débil	$q=25.28$
	Interv. fuerte	$q=29.14$
	Testigo	$q=25.47$
Latiz altos	Interv. débil	$q= 3.86$
	Interv. fuerte	$q= 4.36$
	Testigo	$q= 5.14$

\* Ver capítulo: 5.2.5.4, página 31

### 6.1.2.4. Condición de sitio

En la Figura 14, podemos observar para los tres tratamientos condiciones coincidentes sobre todo en las fases de bosque que prácticamente son la base que los estructura, como era de esperar el testigo no presenta la infraestructura propia del bosque intervenido silviculturalmente o como en este caso que fue aprovechado además de liberado, en líneas generales no se perfilan diferencias pronunciadas entre tratamientos.

La prueba de "Chi-cuadrado" determinó la independencia de las condiciones de sitio de las intervenciones silviculturales, o la falta de asociación entre las variables de condición de sitio y tratamientos silviculturales. En todo caso el aprovechamiento y la liberación no consiguieron alterar sus condiciones de sitio y estas no muestran diferencias con el testigo.

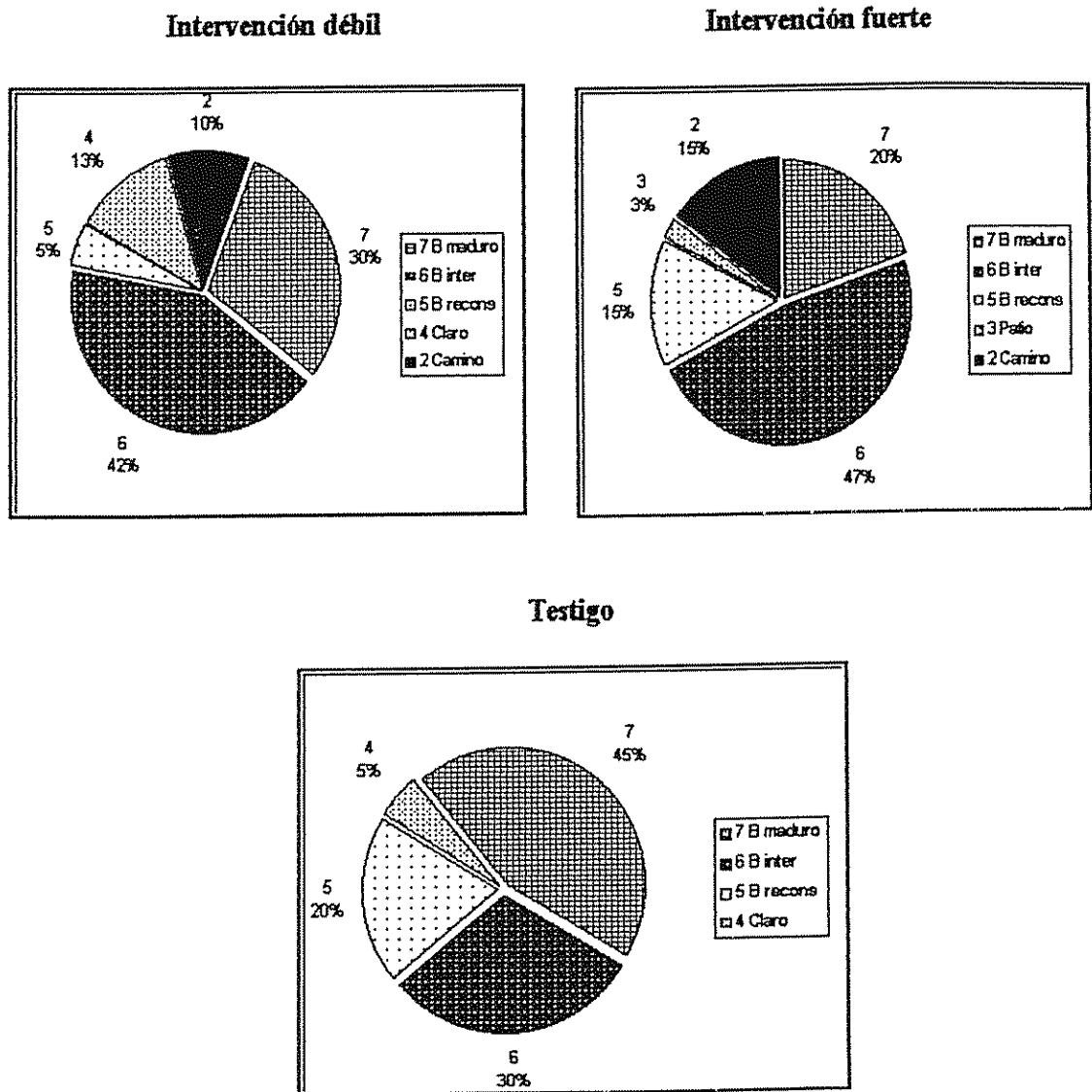


Figura 14. "Villa Mills": Proporción de frecuencias de parcelas de registro por categoría de condición de sitio. Categorías empleadas: 7 (bosque maduro), 6 (bosque intermedio), 5 (bosque en reconstrucción), 4 (claro), 3 (patio de trozas), 2 (camino o trocha de arrastre), 1 (otros)



### 6.1.2.5. Calidad de la regeneración

Se analizó el número de latizos por hectárea para cada una de las categorías de calidad (ver acápite 5.2.5.6.2, página 32) y se comparó entre tratamientos, de esta manera se puede establecer y comparar el estado actual del potencial maderable de la regeneración (calidades 1 y 2), como el de la regeneración con problemas (calidad 3), (Fig. 15).

Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis determinaron diferencias significativas en los latizales altos de la calidad 2 ( $P < 0.05$ ), para determinar diferencias significativas entre tratamientos, se formaron los pares posibles de tratamientos y aisladamente se compararon mediante la prueba de Kruskal-Wallis, determinándose lo siguiente:

- Intervención débil - Testigo (n.s.)
- Intervención fuerte - Testigo (n.s.)
- Intervención débil - Intervención fuerte (\*)

-----  
\*  $P < 0.05$

n.s. no significativo

De donde se puede interpretar que la intervención débil a favorecido más a los latizales altos de calidad 2 que la intervención fuerte. Esto puede deberse a que en el caso del *Q. copeyensis* y *Q. costaricensis* existe la tendencia a desarrollar ramas hepícornicas, cuando los fustes son expuestos a la radiación solar directa, lo que disminuye la calidad de la madera (Aus der beek y Saenz, 1992). Por esta razón parece ser más favorable intervenir con menor intensidad para no exponer los latizales a mayor luz que la conveniente.

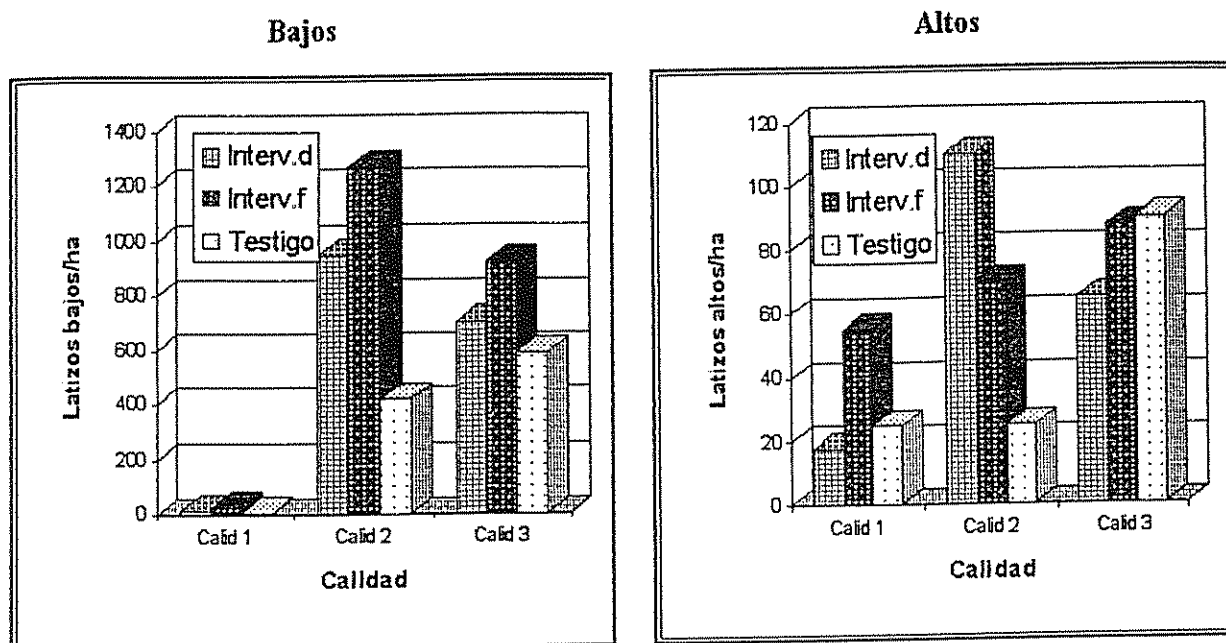


Figura 15. "Villa Mills": Calidad de la regeneración por categoría. Ver acápite 5.2.5.6.2, página 32

#### 6.1.2.6. Correlación entre la calidad (calidades 1, 2, 3) y las variables susceptibles de manejo (iluminación de copa y condición de sitio)

Se encontro que existe correlación entre la iluminación de copas y los latizales bajos y altos de la intervención débil e igualmente con los latizales bajos de la intervención fuerte ( $P < 0.01$  en todos los casos), las correlaciones son negativas en todos los casos y en mayor grado para la intervención débil (mayor grado para los latizales altos que los bajos), la relación inversa sugiere que el incremento de las condiciones de luz promueve la mejora de la calidad al disminuir el promedio de las calidades (promedio=2.2) lo que podría explicar la significancia de la calidad 2 de la intervención débil.

### 6.1.3 Bosque húmedo tropical: Bosque Modelo Ian D. Hutchinson

#### 6.1.3.1. Abundancia y frecuencia

El estado de la regeneración natural, referente a densidades y distribución, de las categorías de regeneración (latizales bajos y altos), de los grupos comerciales diferenciados en grupos comerciales aceptables y deseables y las tres especies más abundantes del bosque, se muestran en las Figuras 16-18. El Anexo 15 detalla los grupos comerciales a los que pertenecen las tres especies más abundantes.

Con referencia a la Figura 16, la prueba de Wilcoxon no detectó diferencias significativas entre la abundancia encontrada en el área sometida a tratamiento silvicultural y el testigo de los latizales bajos y los latizales altos, tampoco en los grupos comerciales aceptables y deseables (Fig.17), lo mismo en las tres especies más abundantes ( $P>0.05$ ). Podemos inducir que el efecto del tratamiento silvicultural, sobre la abundancia de latizales bajos y altos, es la misma que presenta el testigo.

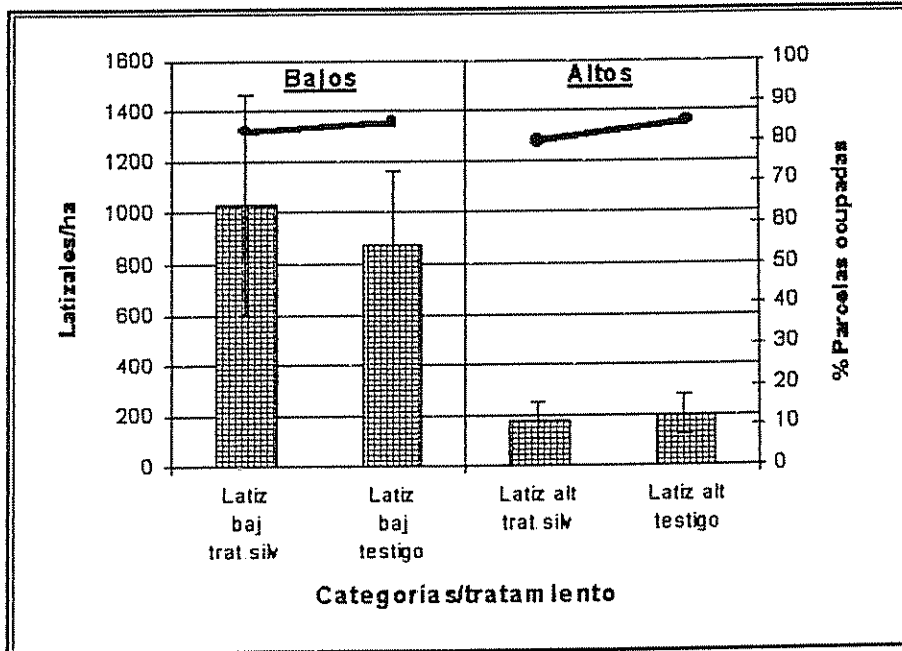


Figura 16. "Hutchinson": Abundancia y frecuencia absoluta de latizales bajos y altos por tratamiento. Los diagramas de barras rectangulares (abundancia) vienen acompañadas por barras lineales de error absoluto que marcan los límites de confianza (95%). Los círculos negros, representan a las frecuencias absolutas. Las abreviaciones, trat.silv. (tratamiento silvicultural), y testigo, representan a los tratamientos.

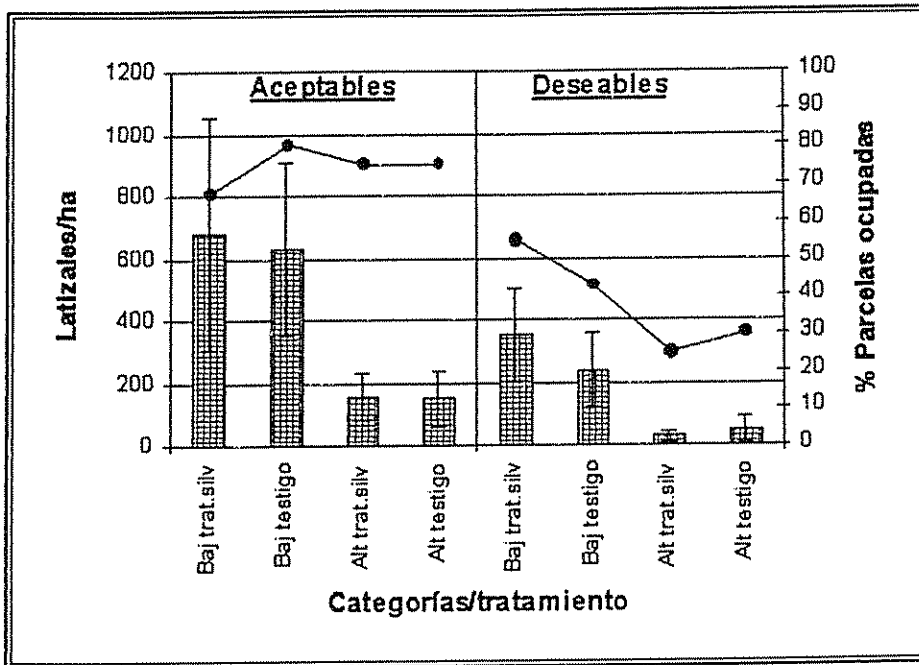


Figura 17. "Hutchinson": Abundancia y frecuencia absoluta de grupos comerciales. Aceptables: Especies aceptables. Deseables: Especies deseables. Símbolos como en la Fig. 2

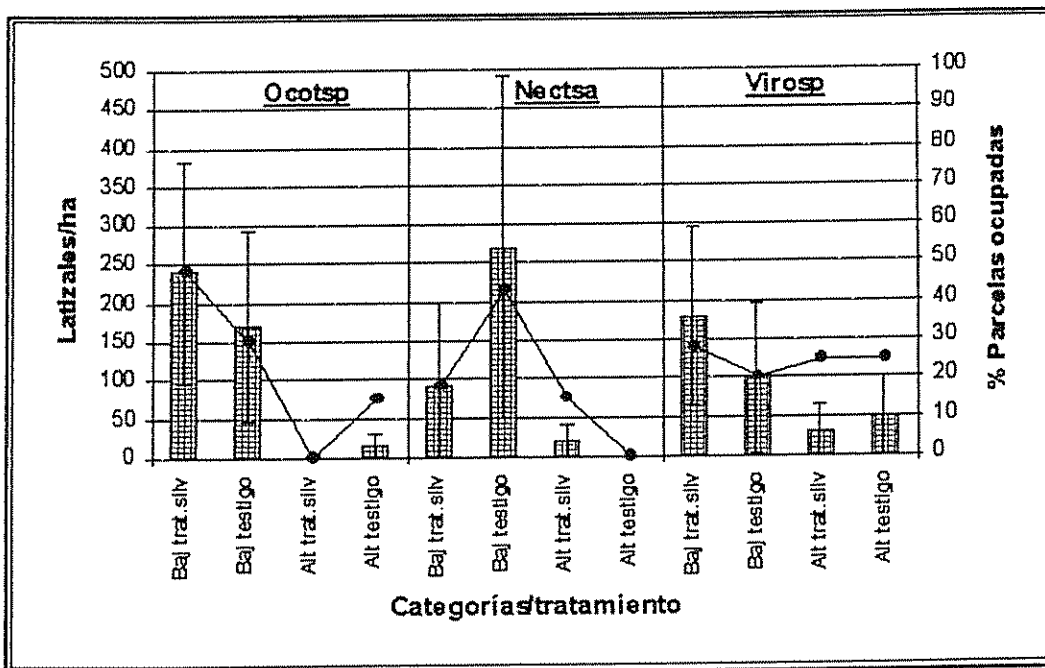


Figura 18. "Hutchinson": Abundancia y frecuencia absoluta de las tres especies más abundantes:  
 Ocotsp = *Ocotea* sp.  
 Nectsa = *Nectandra salicifolia* (Kunth) Nees  
 Virosp = *Virola* sp  
 Símbolos como en la Fig. 2

Tanto los latizales bajos como los latizales altos (Fig. 16), superan los límites mínimos de abundancias y frecuencia definidos para el presente estudio, lo mismo sucede con el grupo comercial aceptable, el grupo comercial deseable por el contrario no consiguió superar ninguno de los dos límites (Fig. 17), las tres especies más abundantes tampoco superaron los límites de abundancia y frecuencia (Fig. 18). En las mismas gráficas pueden observarse que los latizales bajos son más abundantes que los altos, los bajos constituyen el 83% del total de abundancia, esta tendencia se repite a nivel de grupos comerciales y de las tres especies más abundantes. Además, entre grupos comerciales los aceptables (71% de la abundancia total) son los más abundantes.

Si se agrupan a los latizales bajos y latizales altos del grupo comercial deseable se consigue superar el límite mínimo de frecuencias en los tratados silviculturalmente y el testigo.

Las tres especies más abundantes representan el 51% de la abundancia total considerando los latizales altos y bajos de los dos tratamientos, de la siguiente manera:

Ocotea sp. con 18.6% de abundancia total,

Nectandra salicifolia (Kunth) Nees con 16.7% de abundancia total,

Virola sp con 15.8% de abundancia total.

Las frecuencias en los latizales bajos y latizales altos corresponden a la clase V (81-100%) de la clasificación de Lamprecht (1990), el grupo comercial aceptable es de clase IV (61-80%), los deseables bajos de clase III (41-60%) y los deseables altos de clase II (21-40%).

En los latizales bajos y latizales altos, se detectó mayor variabilidad en la abundancia proveniente de las áreas que recibieron tratamiento silvicultural que en el testigo, en cuanto a los grupos comerciales esta misma tendencia se presentó en el grupo comercial aceptable de los latizales bajos, en el resto, la variación es mayor en los testigos.

#### 6.1.3.2. Iluminación de copa

Analizando la distribución de frecuencias de exposición de copas puede observarse en el caso de los latizales bajos y altos que el testigo y el tratamiento silvicultural se comportan de manera similar, sin embargo en el caso de los latizales bajos, ignorando las categorías de frecuencias mínimas, la

tendencia es a concentrar copas en las exposiciones lateral media y lateral alta (Fig. 19), entre tanto en los latizales altos se observa la tendencia a concentrar frecuencias en las exposiciones laterales altas y parciales directas (Fig. 20).

De aquí se desprende que el tratamiento no parece haber afectado de manera substancial a la iluminación de la regeneración natural

La prueba de “Chi-cuadrado” nos indica que la iluminación de copas de los latizales bajos y latizales altos no están asociados con los tratamientos silviculturales aplicados en el bosque ( $P > 0.05$ ).

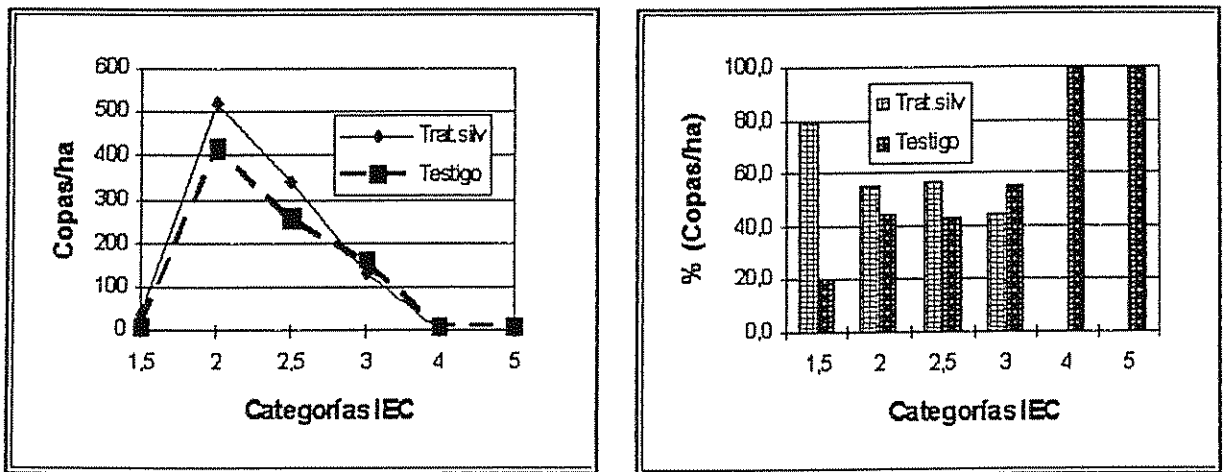


Figura 19. “Hutchinson”: Categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales bajos. La escala consiste en una subdivisión subjetiva de niveles de luz: 1=ninguna luz directa, 1.5=luz lateral baja, 2=luz lateral moderada, 2.5=luz lateral alta, 3=alguna luz de arriba, 4=plena luz de arriba, 5=copa completamente expuesta.

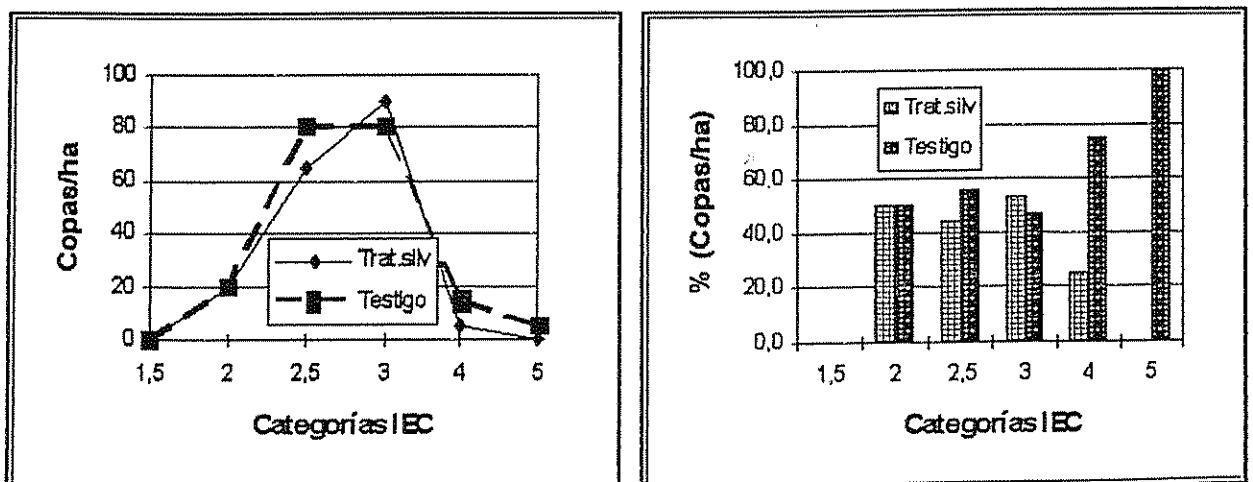


Figura 20. “Hutchinson”: Categorías de exposición en valores absolutos y relativos de copas/ha de latizales altos.

### 6.1.3.3. Distribución espacial

Observamos que los latizales bajos y altos tienden hacia la aglomeración, siendo más intensa en el caso de los latizales bajos (Cuadro 11), si confrontamos con los valores de frecuencias absolutas (Fig. 16) para ambos casos (latizales bajos y altos) podemos inducir que la tendencia gregaria de los latizales no representa problema a nivel de ocupación general del bosque por individuos comerciales.

**Cuadro 11. Índice de aglomeración-Hutchinson**

Categoría	Tratamiento	Índice de aglomeración (q)*
Latiz bajos	Trat silvic	q=23.16
	Testigo	q=15.47
Latiz altos	Trat silvic	q= 4.33
	Testigo	q= 5.00

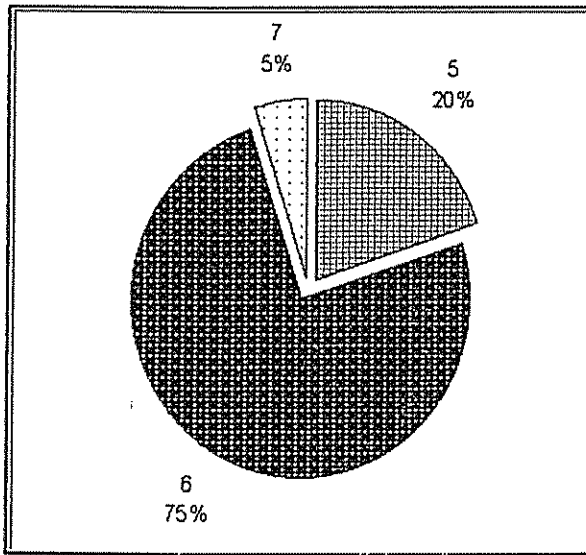
\* Ver capítulo: 5.2.5.5, página 31

### 6.1.3.4. Condición de sitio

Se encontraron solamente las distintas fases de bosque en ambos tratamientos, de ellos resalta la fase de bosque medio por sus mayores proporciones, 75% para el caso del tratamiento silvicultural y 80% para el caso del testigo, las fases de bosque maduro y reconstrucción están presentes en proporciones parecidas para ambos tratamientos. Las condiciones de sitio en ambos casos son similares (Fig. 21).

La prueba de "Chi-cuadrado", nos indica que las condiciones de sitio son independientes de los efectos del tratamiento silvicultural, al no estar asociados entre sí.

### Tratamientos silviculturales



### Testigo

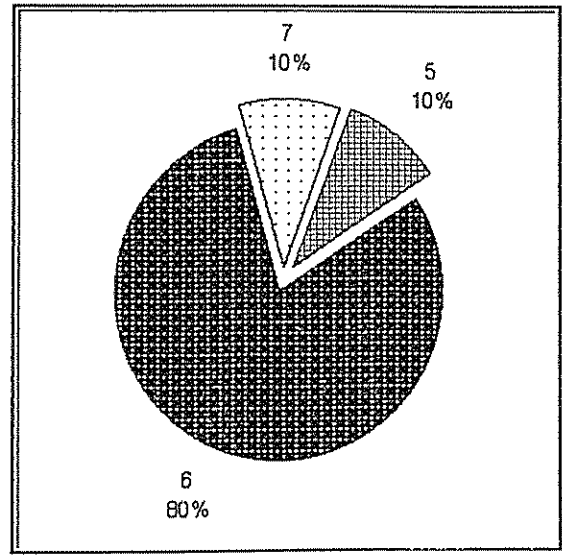


Figura 21. "Hutchinson": Proporción de frecuencias de parcelas de registro por categoría de condición de sitio. Categorías empleadas: 7 (bosque maduro), 6 (bosque intermedio), 5 (bosque en reconstrucción)

#### 6.1.3.5. Calidad de la regeneración

Se empleó la prueba de Wilcoxon en los latizales bajos y latizales altos para las tres calidades y no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre el tratamiento silvicultural y el testigo.



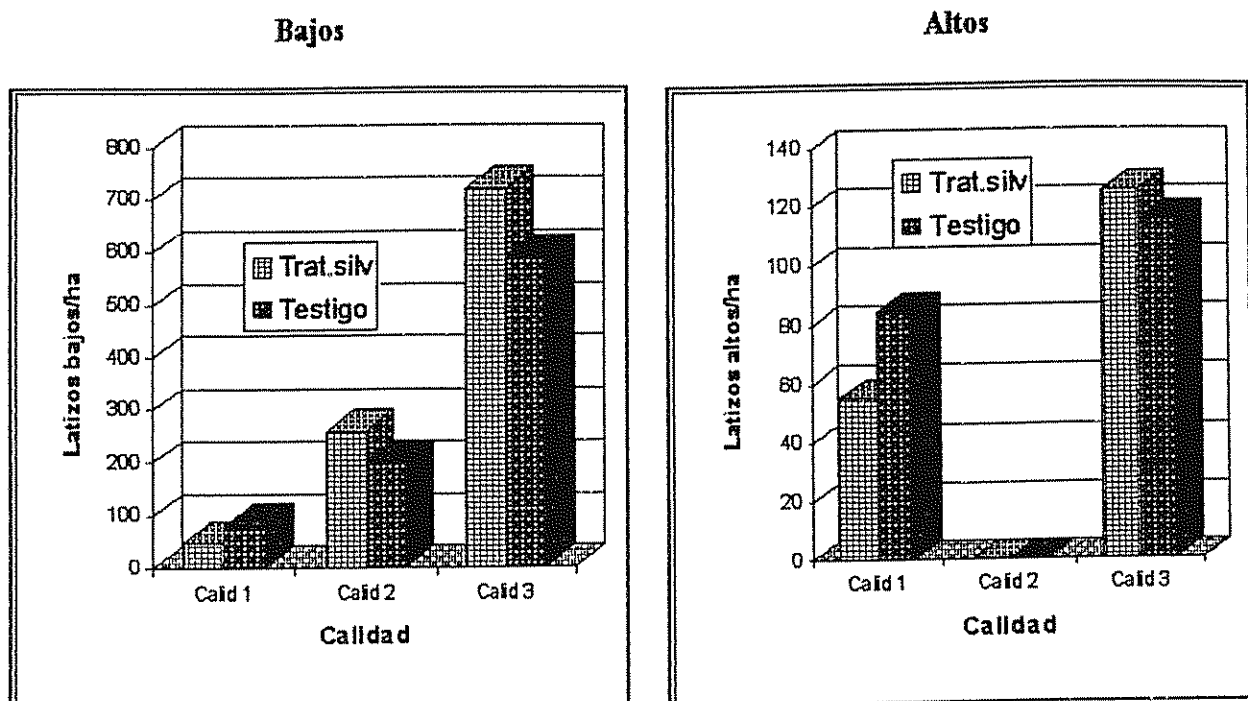


Figura 22. "Hutchinson": Calidad de la regeneración por categoría. Ver acápite 5.2.5.6.2, página 32

### 6.1.3.6. Correlación entre la calidad (calidades 1, 2, 3) y las variables susceptibles de manejo (iluminación de copa y condición de sitio)

No se encontró correlación entre variables.

## 6.2. Determinación de tiempos, rendimientos, costos por actividad, costo total del trabajo de campo y proporción respecto del plan de manejo

Los tiempos totales empleados varían por bosque, el mayor tiempo corresponde a Corinto 434 h, y el menor al bosque de Hutchinson con 82 h, debido a la diferente cantidad de ha evaluadas por bosque (Cuadros 12-14; Anexo 4). La actividad común en los tres bosques y que demandó el mayor tiempo fue la marcación de parcelas.

Los rendimientos empleados en la actividad de marcación de parcelas fueron similares en los tres bosques, mientras que en la evaluación de la regeneración las respuestas fueron diferentes (Cuadros 12-14), probablemente por la variabilidad de condiciones en cada bosque: densidad de latizales, condición de sitio, pericia del identificador, etc.

Los costos son diferentes por bosque, el bosque de Hutchinson es el que mayor costo reporta con 32.71 \$/ha, Villa Mills y Corinto presentan menores valores : 17.79 y 11.96 \$/ha (Cuadros 12-14). La marcación de parcelas constituye la actividad de mayor costo en los tres bosques.

La proporción que representa el costo total del trabajo de campo respecto del costo del plan de manejo se expresan anexas a los Cuadros 12-14, varían por bosque: 39.87% para Corinto, 59.30% para Villa Mills y 109.03% para Hutchinson, la proporción alcanzada por éste último bosque es comentado anexo al Cuadro 14. Debe considerarse que estas proporciones son fruto de una primera aproximación, se piensa que las proporciones bajarán considerablemente con las experiencias acumuladas y contándose con personal entrenado estable con calificación en el reconocimiento de latizales y apertura de carriles. Con respecto al costo total del plan de manejo (incluyendo la regencia) las proporciones disminuyen a 36.01% (Corinto y Villa Mills) y 41.82% (Hutchinson).

Los Anexos 6, 8, 10 detallan por bosque el costo de insumos, depreciación y la determinación de los salarios por hora. Los Anexos 7, 9, 11 muestran con mayor amplitud los tiempos, rendimientos y costos empleados en cada una de las actividades desarrolladas. Finalmente el Anexo 12 presenta una relación por bosque de los rendimientos alcanzados.

**Cuadro 12. Resumen de tiempos, rendimientos y costos por actividad- Los Laureles de Corinto**

Actividad	Tiempos (horas)				Rendimientos	Costos**	
	Obrero	Téc	Total	%	Prod/h/H*	\$	%
1.- Desplazamiento	82.97	2.50	85.47	19.69	-----	126.39	17.62
2.- Marcación de parcelas	241.23		241.23	55.57	7.5parc/h/H	426.06	59.38
3.- Evaluación de la regeneración	65.40		65.40	15.07	27.5parc/h/H	98.68	13.75
4.- Descansos	35.55		35.55	8.19	-----	50.48	7.04
5.- Interrupciones	4.75		4.75	1.09	-----	6.74	0.94
6.- Entrenamiento		1.68	1.68	0.39	-----	9.10	1.27
<b>TOTALES:</b>	<b>429.90</b>	<b>4.18</b>	<b>434.08</b>	<b>100.00</b>	<b>-----</b>	<b>717.45</b>	<b>100.00</b>
Costo/ha = 11.96 \$							

\* Producción por hora por hombre, con base en la producción total.

\*\* Corresponde al Costo total = Costo de mano de obra + Costo de insumos + Depreciación.  
Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

**Proporción de participación del costo total del trabajo de campo respecto del plan de manejo:**

Costo del plan de manejo: 30.00 \$/ha (costo general/ha)\*

Costo de regencia : 3.21 \$/ha (costo de 3 inspecciones técnicas repartidos entre el número total de ha del bosque trabajado) \*

- Proporción de participación: 39.87 % (respecto del plan de manejo).
- Proporción de participación: 36.01 % (incluyendo la regencia).

\* Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

**Cuadro 13. Resumen de tiempos, rendimientos y costos por actividad-Villa Mills**

Actividad	Tiempos (horas)				Rendimientos	Costos**	
	Obrero	Téc	Total	%	Prod/h/H*	\$	%
1.- Desplazamiento	6.40	0.05	6.45	6.09	-----	9.37	5.27
2.- Apertura de carriles	7.75		7.75	7.32	23.9	12.84	7.22
3.- Marcación de parcelas	53.50		53.50	50.53	5.6	94.28	52.99
4.- Evaluación de la regeneración	20.13		20.13	19.01	14.9	33.74	18.97
5.- Descansos	14.20		14.20	13.41	-----	20.16	11.33
6.- Interrupciones	1.00		1.00	0.94	-----	1.42	0.80
7.- Entrenamiento	1.73	1.12	2.85	2.69	-----	6.08	3.42
<b>Totales:</b>	<b>104.71</b>	<b>1.17</b>	<b>105.88</b>	<b>100.00</b>	<b>-----</b>	<b>177.89</b>	<b>100.00</b>
<b>Costo/ha = 17.79 \$</b>							

\* Producción por hora por hombre, con base en la producción total.

\*\* Corresponde al Costo total = Costo de mano de obra + Costo de insumos + Depreciación.

Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

**Proporción de participación del costo total del trabajo de campo respecto del plan de manejo:**

Costo del plan de manejo: 30.00 \$/ha (costo general/ha)\*

Costo de regencia : 19.28 \$/ha (costo de 3 inspecciones técnicas repartidos entre el número total de ha del bosque trabajado) \*

- Proporción de participación: 59.30% (respecto del plan de manejo).
- Proporción de participación: 36.01% (incluyendo la regencia).

\* Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

**Cuadro 14. Resumen de tiempos, rendimientos y costos por actividad-Hutchinson**

Actividad	Tiempos (horas)				Rendimientos	Costos**	
	Obrero	Téc	Total	%	Prod/h/H*	\$	%
1.- Desplazamiento	23.28	0.71	23.99	29.12	-----	36.46	27.86
2.- Marcación de parcelas	27.33		27.33	33.17	6.3parc/h/H (1)	47.85	36.57
3.- Evaluación de la regeneración	14.87		14.87	18.05	8.1parc/h/H	23.54	17.99
4.- Descansos	16.20		16.20	19.66	-----	23.00	17.58
<b>Totales :</b>	<b>81.68</b>	<b>0.71</b>	<b>82.39</b>	<b>100.00</b>	-----	<b>130.85</b>	<b>100.00</b>
Costo/ha = 32.71 \$							

\* Producción por hora por hombre, con base en la producción total.

\*\* Corresponde al Costo total = Costo de mano de obra + Costo de insumos + Depreciación.

(1) No incluye el centrado de bloques.

Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

**Proporción de participación del costo total del trabajo de campo respecto del plan de manejo:**

Costo del plan de manejo: 30.00 \$/ha (costo general/ha)\*

Costo de regencia: 48.21 \$/ha (costo de 3 inspecciones técnicas repartidos entre el número total de ha del bosque trabajado) \*

- Proporción de participación: 109.03% (respecto del plan de manejo).  
[Fueron varios los factores que influyeron: bajo rendimiento en la evaluación (Anexo 12) por la mayor cantidad de mano de obra asignada (4 obreros) de ellos sólo uno identificaba sumado a la densidad considerable (1030 latiz-bajos/ha). La dificultad de ubicar y centrar las PPM que influyó en el incremento de los desplazamientos y por consiguiente en los descansos (Cuadro 14)]

- Proporción de participación: 41.82% (incluyendo la regencia).

\* Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

### 6.3. Discusión general

De manera general los tratamientos no consiguieron mejorar la abundancia de la regeneración de los bosques. En el caso del aprovechamiento mejorado tampoco lo disminuyó. Es relevante, sin embargo, recordar que exceptuando el caso del bosque de Villa Mills ninguno de los tratamientos ha considerado entre sus objetivos, el favorecer directamente a la regeneración natural, fueron tratamientos con diferentes propósitos. Convendría tomar con más cuidado aseveraciones que

incluyen el favorecimiento de la regeneración de latizales en abundancia como un efecto indirecto seguro, derivado de las acciones de tratamientos silviculturales con cualquier propósito.

Por otra parte, en el presente trabajo, se dio énfasis en la determinación de la ocupación de individuos con manifestaciones fenotípicas de buen fuste, convenientemente distribuidos y en cantidad razonable. De esta manera, se pudo identificar bosques donde posiblemente la regeneración de especies comerciales no sea adecuada, sobre todo al analizar por separado los latizales diferenciados en dos categorías: latizales bajos y altos. Sin embargo, al agrupar las dos categorías de tamaño el efecto tiende a desaparecer. Al asumir ésta situación, debe considerarse la alta diferencia de abundancias entre categorías de tamaño, donde los latizales bajos son mucho más abundantes, consiguientemente cabe esperar alta mortalidad en ésta categoría antes de pasar a la clase de latizales altos y la agrupación de ambas clases de tamaño podría dar una sensación de suficiencia en abundancia y frecuencia dudosas.

El estudio pudo encontrar que el aprovechamiento mejorado del bosque de Corinto tuvo influencias en la modificación del sitio, a través de las faenas propias de ésta actividad como la creación de infraestructura caminera, patios de acopio, además parece haber influido en el incremento de la categoría de bosque en reconstrucción, sin embargo, valdría comentar que en el transcurso del trabajo de campo se pudo evidenciar caídas masivas de árboles del dosel superior que aportan cambios en el sitio aunque se asume que estos eventos son aleatorios.

Los tratamientos igualmente influyeron en la iluminación de copa en los bosques primarios de Villa Mills y Corinto, mejoraron la iluminación aunque un resultado parece sugerir que en el bosque de altura las intervenciones fuertes (30 % del área basal) estimularon la aparición de brotes caulinares que desvalorizan la madera. El tratamiento no influyó en el bosque Hutchinson probablemente por el cierre del dosel a la fecha, es posible que se requiera de acciones más seguidas, sin embargo la abundancia y frecuencia de latizales parecen indicar que el tratamiento en el fondo dió resultado, a pesar de que actualmente la iluminación no difiera del testigo. Otra consideración pertinente sería considerar al tratamiento de liberación y mejora efectuado en diciembre de 1996 en Corinto, sin embargo de que la evaluación se realizara seis meses más tarde, a pesar de los cuidados por evitar su influencia existe la posibilidad que haya sido un factor de variación.

Existe un efecto casi general hacia formar "manchas" ante todo en los latizales bajos, estudiando este efecto conjunto a las frecuencias se obtienen importantes criterios para discernir en torno a la distribución espacial de los individuos del bosque.

Los rendimientos en la evaluación se vieron afectados por condiciones propias de cada bosque, se contó con mano de obra oficial sujeta a cambios de ocupación constante y alternancia de personal en un trabajo hasta cierto punto novedoso, acontecimientos que se reflejan en los costos diferentes para cada bosque y en algún caso en proporción elevada al compararlo con el costo del plan de manejo, de donde deben considerarse como datos orientativos y no definitivos, se piensa que la proporción del costo total del trabajo de campo (inventario por muestreo) respecto del plan de manejo puede ser mucho más bajo que los reportados.

## 7. CONCLUSIONES

El presente estudio permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- Ninguna de las tres áreas de bosques sometidos a tratamiento silvicultural mostraron diferencias en abundancia de la regeneración natural de latizales comparadas con áreas no tratadas (testigo)
- Aunque existieron algunos casos en donde la abundancia y frecuencia de latizales bajos y latizales altos por separado no alcanzaron los límites mínimos de comparación fijados, cuando se unieron ambas categorías, en los tres bosques se consiguió superar dichos límites.
- En los tres bosques los latizales bajos son más abundantes que los latizales altos.
- En los bosques primarios de Corinto (muy húmedo tropical) y Villa Mills (muy húmedo montano) las condiciones de iluminación de copas de los latizales bajos y latizales altos dependieron de los tratamientos mientras que en el bosque secundario Hutchinson (húmedo tropical) no fue así.
- Con la excepción de los latizales altos del bosque de Corinto que mostraron tendencias hacia una distribución regular, en los tres bosques los latizales bajos y latizales altos mostraron tendencias

hacia distribuciones aglomeradas, siendo esta tendencia mayor en los latizales bajos, de los bosques de Villa Mills y Hutchinson.

- Las condiciones de sitio del bosque de Corinto estuvieron asociadas a las labores de aprovechamiento mejorado, mientras que en los otros dos bosques las condiciones de sitio no dependieron de los tratamientos.
- En el bosque de Corinto las pruebas aplicadas sugieren que el aprovechamiento pudo influir en la mejora de la calidad 2 de los latizales bajos y altos, lo mismo que en el bosque de Villa Mills donde la intervención débil parece haber favorecido más a los latizales altos de la calidad 2 que la intervención fuerte.
- En los tres bosques se determinaron de 4 a 7 actividades en el trabajo de campo del inventario por muestreo, de estas actividades, más del 51% del tiempo de ejecución y más del 54% de los costos son atribuidos a las actividades de marcación de parcelas y evaluación de la regeneración.
- En los tres bosques los rendimientos de marcación de parcelas son similares y en la evaluación de la regeneración son diferentes.
- En los tres bosques la contribución del costo total del trabajo de campo del inventario por muestreo de la regeneración al costo total del plan de manejo (incluyendo la regencia) es del 36.01% en dos bosques y del 41.84% en el bosque restante.

## 8. RECOMENDACIONES

Pudo apreciarse que las variables aplicadas en el presente estudio, constituyen verdaderas herramientas de análisis y contribuyen objetivamente al discernimiento del estado de la regeneración de latizales. La distribución espacial, la calidad y la abundancia pueden ser la base de una evaluación para un estudio rápido, práctico, puesto que permiten visualizar una ocupación de individuos con buenas características fenotípicas de fuste, convenientemente distribuidos y en número razonable. Esta información convenientemente presentada en gráficas como las que utiliza el presente estudio puede constituir un material de apoyo importante para trabajos orientados hacia la extensión forestal, recomendándose su utilización.

En cuanto a los límites mínimos de abundancia y frecuencia de corte subjetivo, derivados del sistema lineal de la regeneración, sería recomendable considerar la posibilidad de generar límites mínimos adecuados a la realidad de los bosques que se traten, como resultado de estudios específicos que consideren implicancias económicas y silviculturales.

La calificación de la calidad de la regeneración utilizada en el presente trabajo resultó bastante exigente, se sugiere el empleo de categorías intermedias de calidad.

Con respecto a la iluminación y su aporte práctico para el presente estudio, en el entendido de que la aplicación de tratamientos silviculturales dirigidos directamente a corregir exposiciones de copa no son aplicables, una posición recomendable radicaría en la posibilidad de permitir delimitar áreas de prioridad de tratamientos, para que al momento de tratar árboles de futura cosecha indirectamente contribuirán en la corrección de la exposición de copas de la regeneración de latizales.

La proporción que se presenta del costo total del trabajo de campo de la evaluación de la regeneración respecto del plan de manejo, se sugiere considerarlo como información orientativa y no definitiva, recomendándose ampliar ésta información preferiblemente dentro de un contexto operacional. Debe observarse con cuidado la actividad de marcación de parcelas y entrenar al personal convenientemente a fin de elevar rendimientos, una sugerencia pertinente es la de contratar personal con experiencia en apertura de carriles y reconocimiento de la regeneración arbórea local.



## 9. BIBLIOGRAFIA

BAUR, G. 1964. Tratamiento de los montes higrofiticos. *Unasyuva* 18, 72.

BEEK, R. AUS DER; SAENZ, G. 1992. Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque: estudio de caso en los robledales de altura de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 50 p. (Serie técnica. Informe técnico/CATIE; nº. 200).

BESNIER ROMERO, F. 1989. Semillas biología y tecnología. Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa. 637 p.

BLASER, J; CAMACHO, M. 1991. Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de roble (*Quercus* spp.) del piso montano en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.

CARRERA, F. 1993. Rendimientos y costos de las operaciones iniciales de manejo en un bosque primario de la zona atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.

\_\_\_\_\_ ; OROZCO, L; SABOGAL, C. 1996. Manejo de un bosque muy húmedo de bajura Area de Demostración e Investigación Los Laureles de Corinto In CATIE. Silvicultura y manejo de bosques naturales tropicales: estudios de casos. Turrialba, Costa Rica. v.2, p. 1 - 11.

CARVHALO, J. 1984. Manejo de regeneração natural de especies florestais. Belem, Brasil, EMBRAPA-CPATU. 22 p.

CATIE. 1989. Manual para determinar rendimientos y costos de faena de producción de los sistemas de árboles de uso múltiple. Ed. C. Reiche. Turrialba, Costa Rica. 64 p. (Madeleña).

\_\_\_\_\_. 1994. Area de demostrac. e investig.: "Los Laureles de Corinto". Turrialba, Costa Rica. 8p.

- CATIE-USAID. 1994. Area de demostración e investigación "Pilar de Cajón". Turrialba, Costa Rica, CATIE. 11 p.
- CENTRO CIENTIFICO TROPICAL. 1991. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. San José, Costa Rica. 50 p.
- CLARK, D.B.; CLARK, D.A. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. In Clark, D. A.; Dirzo, R.; Fetcher (eds). Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos. Revista de Biología Tropical (Costa Rica) 35 (Supl. 1): 41 - 54.
- 
- \_\_\_\_\_ . 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. Ecological Monographs 62 (3): 315 - 344.
- DAWKINS, H. 1958. The management of natural tropical high-forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute. University of Oxford. 155 p.
- DEL AMO, S.; GOMEZ-POMPA, A. 1976. Crecimiento de estados juveniles de plantas en la selva tropical alta perennifolia. In Gomez-Pompa, A.; Del Amo, S.; Vazques-Yanes, C.; Butanda, A., eds. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. México, Editorial Continental. p. 549-565.
- ESPINOZA, A. 1991. Cobertura de copa del dosel superior y regeneración en el bosque húmedo tropical de San Carlos, Costa Rica. Tesis Lic. For. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 95 p.
- FINEGAN, B. 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 170 p.
- FINOL, H. 1969. Posibilidades de manejo silvicultural para las reservas forestales de la región occidental. Revista forestal Venez. (Venezuela) 12 (17): 81-107.
- GOMEZ, M. 1996. Elementos de estadística descriptiva. San José, Costa Rica, EUNED. 407 p.

- GRANADOS, J. 1995. Efecto de los tratamientos del suelo sobre la regeneración natural en un bosque secundario. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 109 p.
- GUEVARA, S. ; GOMEZ-POMPA, A. 1976. Determinación del contenido de semillas en muestras de suelo superficial de una selva tropical de Veracruz, México. In Gomez-Pompa, A.; Del Amo, S.; Vazques-Yanes, C.; Butanda, A., eds. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. México, Editorial Continental. p. 203-232.
- HOLDRIDGE, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- HUTCHINSON, I. 1993a. "Técnicas para la silvicultura y el manejo forestal en bosques naturales tropicales, intervenidos y secundarios". In "El manejo y la rehabilitación de tierras degradadas y bosques secundarios en Amazonía". Santarem, Pará, Brasil. p. 1 - 24.
- \_\_\_\_\_. 1993b. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 33 p. (Serie Técnica. Informe Técnico N° 204).
- IBARRA, G.; SANCHEZ, B.; GONZALES, L. 1991. Fenología de lianas y árboles anemócoros en una selva cálido-húmeda de México. *Biotrópica* (EEUU) 23 (3) : 242-254.
- JIMENEZ, J.; MORERA, A. 1996. Propuesta para el manejo silvicultural de dos bosques secundarios de altura, cercanos al Area Piloto Villa Mills, Reserva Forestal Río Macho, Costa Rica. Tesis Lic. For. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 99 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Traducción del Alemán por Antonio Carrillo. Alemania, GTZ. 335 p.
- LINARES, R. 1988. Estudio preliminar de la asociación catival en Colombia. Bogotá, Colombia, PIZANO. 79 p. (CONIF, Serie documentación N° 17)
- \_\_\_\_\_; MARTINEZ, H. 1991. La regeneración natural temprana del bosque de cativo en Chocó-Colombia. Bogotá, Colombia, CONIF. 27 p. (Serie técnica N°30).

- LOPEZ, G. Y LOPEZ, J. 1995. Introducción al micro SAS: aplicación al análisis de experimentos agrícolas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 119 p.
- MALLEUX, J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Lima, Perú. UNA, La Molina, 414 p.
- MANTA, M. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 150 p.
- MANUAL DE las plantas de Costa Rica, especies identificadas. 1994. San José, Costa Rica, Museo Nacional. 223 p.
- MARTINS, P; HUTCHINSON, Y. 1996. Manejo de un bosque natural secundario Bosque Modelo Ian D. Hutchinson. In CATIE. Silvicultura y manejo de bosques naturales tropicales: estudios de casos. Turrialba, Costa Rica. v.2, p. 39 - 47.
- MATTEUCCI, S; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, EEUU, OEA. 169 p.
- MIRAGEM, S. 1997. Guía para la elaboración de proyectos de desarrollo agropecuario. Samuel Miragen, coordinador editorial. 1ª ed. 3ª reimpresión. San José, Costa Rica, IICA. 382 p.
- MOLINARI, J. 1993. El mutualismo entre frugívoros y plantas en las selvas tropicales: aspectos paleobiológicos, autoecologías, papel comunitario. Acta Biológica Venezolana (Venezuela) 14 (4): 1-4.
- NIEMBRO R., A. 1984. Diseminación natural de especies forestales mexicanas. In Reunión sobre Problemas en Semillas Forestales Tropicales, 1983, Tomo II, San Felipe-Bacalar-quintana Roo, México, Publicación especial Nº 40. p. 121-127.
- \_\_\_\_\_ 1988. Semillas de árboles y arbustos: ontogenia y estructura. México, EDITORIAL LIMUSA. 285 p.

- PARISCA, L. 1987. Estudio morfológico de semillas aladas presentes en géneros de la familia Bignoniaceae de Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* (Venezuela) 14 (4): 113-139.
- PEDRONI, L. 1990. Estudio de la reacción de un bosque de altura sometida a dos tipos de intervención silvicultural. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 30 p.
- \_\_\_\_\_ 1991. Conservación y producción forestal: aspectos para su conciliación en el marco de un manejo sostenible. *EL chasqui* (Costa Rica) n° 27: 7-22.
- PEDROZA, H. 1993. Fundamentos de experimentación agrícola. Managua, Nicaragua, Editora de arte. 226 p.
- PERU. INADE-APODESA; AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL; RONCO CONSULTING CORPORATION; CENTRO CIENTIFICO TROPICAL. 1990. Manejo de bosques naturales de la selva alta del Perú. Lima, Perú. Conv. USAID-Perú. Fase II. 256 p.
- QUEVEDO, L. 1990. Principales sistemas silviculturales empleados en los bosques naturales tropicales. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Editorial Universitaria. 25 p. (Universidad Autónoma "Gabriel René Moreno").
- QUINTANA, C. 1993. Elementos de inferencia estadística. San José, Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 219 p.
- QUIROS, D.; FINEGAN, B. 1994. Manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica: definición de un plan operacional y resultados de su aplicación. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 32 p. (Serie Técnica. Informe Técnico N° 225).
- RABER, C. 1991. Regeneración natural sobre árboles muertos en un bosque nublado de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 29 p. (Serie técnica. Informe técnico N° 177).
- ROJAS, A. 1975. Un enfoque para el estudio de la regeneración natural de los bosques húmedos de Colombia. Ibagué, Colombia, Universidad del Tolima. 15 p.

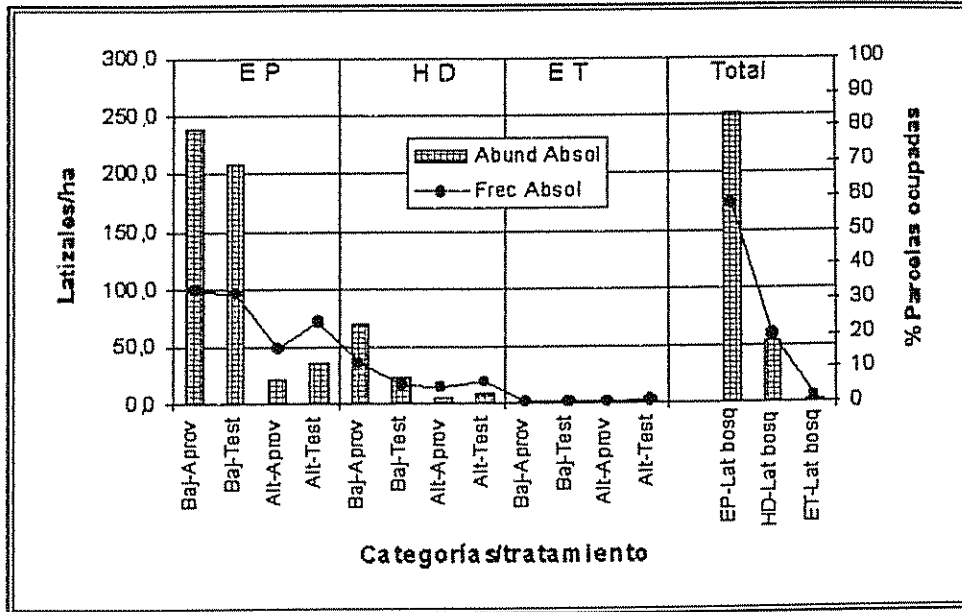
- SABOGAL, C. 1980. Estudio de caracterización ecológico silvicultural del bosque "Copal", Jenaro Herrera (Loreto-Perú). Tesis Ing. for. Lima, Perú, Univ. Nacional Agraria La Molina. 395 p.
- \_\_\_\_\_ ; OROZCO, L; ARTAVIA, M. 1991. Plan para el manejo de un área experimental de bosque natural en la finca "Los Laureles de Corinto", La Unión de Pococí. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 16 p.
- SAENZ, G. 1996. Manejo de un bosque muy húmedo de altura Area Piloto Villa Mills-Siberia. In CATIE. Silvicultura y manejo de bosques naturales tropicales: estudios de casos. Turrialba, Costa Rica. v.2, p. 25 - 38.
- \_\_\_\_\_ ; FINEGAN, B. 1996. Metodología para el monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 15 p.
- SACHTLER, M. 1975. Evaluación de la existencia de regeneración arbórea. In FAO, 1976. Curso FAO/Finlandia de entrenamiento en inventario forestal. Mérida, Venezuela. p. 355 - 365.
- SANCHEZ, J.; BARRERA, E. 1991. Estrategias reproductivas de las Loranthaceae en el bosque subandino. Perez-Arbelaezia (Colombia) 3 (9): 55-65.
- SPURR, S.; BARNES, B. 1982. Ecología forestal. México, AGT EDITOR. 690 p.
- STEEL, R.; TORRIE, J. 1993. Bioestadística: principios y procedimientos. México, McGraw-Hill. 622 p.
- SYNNOTT, T.; KEMP, R. 1976. Méritos relativos de la regeneración natural de las plantaciones de enriquecimiento y de las plantaciones de conversión en los bosques tropicales húmedos incluyendo técnicas agro-silviculturales. Roma, Italia, FAO. 22 p.
- TREJO, L. 1976. Diseminación de semillas por aves en "Los Tuxtlas". In Gomez-Pompa *et al* eds. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. México, Editorial Continental. 676p.

VIDAURRE, H. 1990. Diseminación de semillas de "tornillo". Proyecto de Capacitación, Extensión y Divulgación Forestal, Pucallpa, Perú. Temas Forestales n° 4 43 p.

WYATT-SMITH, J. 1962. Manual of malayan silviculture for inland forest. Malayan Forest Records n° 23.

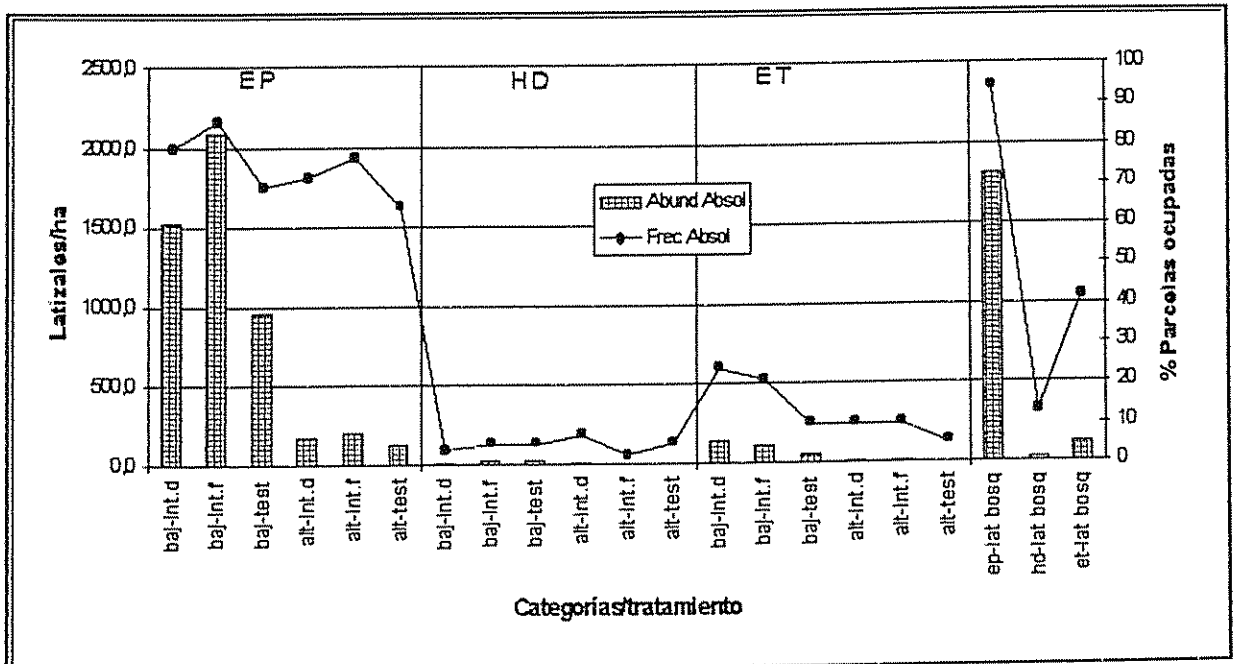
## 10. ANEXOS

### Anexo 1. Los Laureles de Corinto: Abundancia y frecuencia absoluta por grupos ecológicos



E P=Esciófitas parciales,  
 H D=Heliófitas durables,  
 E T=Esciófitas totales.

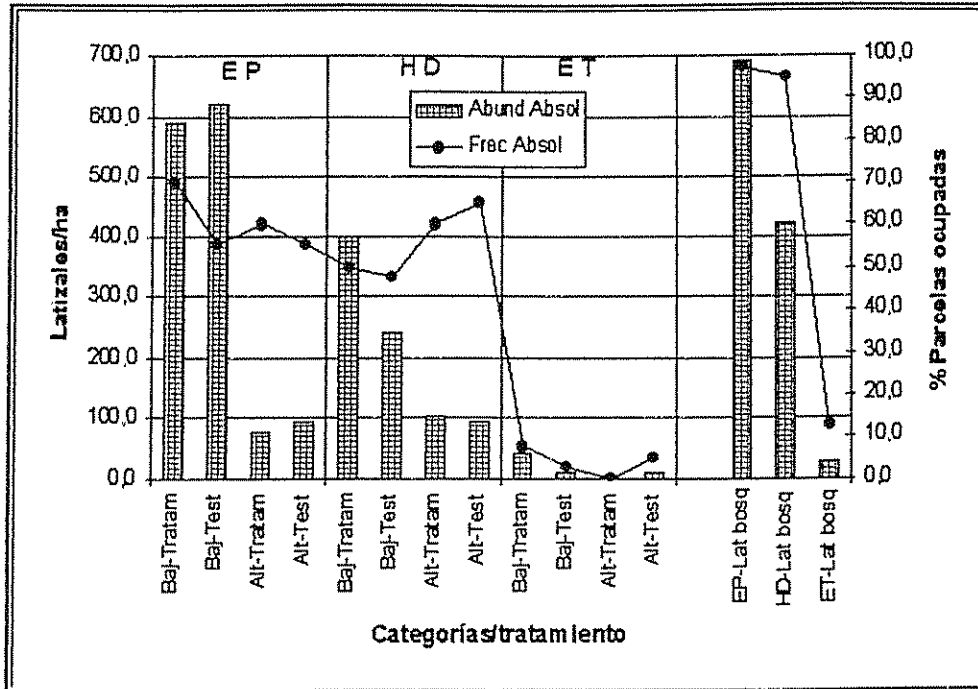
### Anexo 2. Villa Mills: Abundancia y frecuencia absoluta por grupos ecológicos



E P=Esciófitas parciales,  
 H D=Heliófitas durables,  
 E T=Esciófitas totales.



Anexo 3. Hutchinson: Abundancia y frecuencia absoluta por grupos ecológicos



E P=Esciófitas parciales,  
 H D=Heliófitas durables,  
 E T=Esciófitas totales.

**Anexo 4. Distribución por bosque por tratamiento y por categoría de regeneración, del número de hectáreas, número de unidades de muestreo, número de unidades de registro o parcelas de registro, y el número de metros lineales empleados en los transectos.**

Bosque	Tratamiento	Categ	Nº ha	Nº unid muestreo	Nº unid registro	Nº m (transecto)
Corinto	Aprov.	Altos	30	5	300	3000
		Bajos			600	
	Test.	Altos	30	20	300	3000
		Bajos			600	
V.Mills	Interv.d	Altos	4	4	40	400
		Bajos			80	
	Interv.f	Altos	4	4	40	400
		Bajos			80	
	Test.	Altos	2	2	20	200
		Bajos			40	
Hutchin.	Tratam.	Altos	2	8	20	200
		Bajos			40	
	Test.	Altos	2	8	20	200
		Bajos			40	
Totales:			74	51	2220	7400

**Anexo 5. Identificación por tratamiento y por bosque de las parcelas o transectos de muestreo utilizados (unidades de muestreo)**

L. de Corinto (Transectos)		Villa Mills (P.P.M.)			Hutchinson (P.P.M.)	
Aprovecham	Testigo	Interv-débil	Interv-fuerte	Testigo	Trat-silvic	Testigo
1	28	6	3	7	1	2
3	26	2	1	10*	9	4
5	24	4	5		11	6
7	22	9	8		5	8
9	20				3	25
	4				7	20
	6				13	12*
	8				15	14*
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	15					
	16					
	17					
	18					
	50					
	51					
	52					

\* Parcelas testigo de caracter temporal montadas para efectos del presente estudio, de iguales características a las existentes.

PPM=Parcelas permanentes de muestreo

**Anexo 6. Los Laureles de Corinto: Costo de insumos, depreciación y determinación de salarios por hora**

**Costo de Insumos**

Detalle	Cantidad	Unidad	Costo Unitario \$	Costo total \$
Mecate	40.00	m	0.07	2.80
Registro	105.00	pza	0.03	3.15
Cinta de color	27.98	rollo	2.27	63.51
Totales:	-	-	-	69.46

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

**Determinación de salarios por hora**

Cargo	Salario Diario				Horas/día	Salario/hora \$
	Básico* Cs	Carga** social %	Total Cs	Total \$		
Obrero especializado	1996	32.51	2645	11.33	8	1.42
Ingeniero	4568	32.51	6053	85.94	8	3.24

\* 01/Julio/97. Alcance Nº 30 a la Gaceta Nº 114 del 16 de Junio de 1997. Decreto # 26109 M.T.S.S.

\*\* Aporte patronal (suma al salario diario): 41,51% (CCSS, INS, Aguinaldo, Cesantía)

Aporte obrero (resta al salario diario): 9% (CCSS)

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

**Depreciación**

Detalle	Cantidad	Unidad	Costo Unitario \$	Costo total \$	Vida útil (años)	Depreciación (2 meses) \$
Machete y armadura	3	pza	7.28	21.84	1.0	3.64
Brújula	1	pza	170.03	170.03	3.0	9.45
Cinta métr. (30 m)	1	pza	47.03	47.03	2.0	3.92
Paleta diamétrica	2	pza	5.00	10.00	0.5	3.33
Totales:	-	-	-	248.90	-	20.34

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Distribución del costo de Insumos por actividad

	Mecate \$	Registro \$	Cinta de color \$	Totales \$
Marcación de parcela	2.80	1.32	63.52	67.64
Evaluación de la regeneración		1.83		1.83

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Resumen del costo de insumos por actividad

Actividades	Costo \$	%
1.- Marcación de parcelas	67.64	97.37
2.- Evaluación de la regeneración	1.83	2.63
Costo total:	69.47	100.00

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Distribución de la depreciación por actividad

	Machete \$	Brújula \$	Cinta métrica \$	Paleta diamétrica \$	Totales \$
Desplazamiento *	0.40				0.40
Reconocimiento	0.08				0.08
Marcación parc	2.51	9.45	3.92		15.88
Evaluación de la..	0.65			3.33	3.98

\*Suma de: Desplazamiento de entrada, desplazamiento de salida y desplazamientos intermedios

### Resumen de la depreciación por actividad

Actividades	Costo \$	%
1.- Desplazamiento*	0.48	2.36
2.- Marcación de parcelas	15.88	78.07
3.- Evaluación de la regeneración	3.98	19.57
Costo total:	20.34	100.00

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

\*Incluye al reconocimiento

## Anexo 7. Tiempos, rendimientos y costos por actividad

### Tiempos y costos por desplazamiento

Actividad	Tiempos (horas)		Costos					Costo total (1+2+3) \$
			Salario por hora \$		Costo mano de obra	Costo insumos	Depreciac	
	Obrero	Técnico	Obrero	Técnico	\$ (1)	\$ (2)	\$ (3)	
Desplaz*	77.97		1.42		110.71		0.40	111.11
Reconocim	5.00	2.50	1.42	3.24	15.20		0.08	15.28
Totales:	82.97	2.50	-	-	125.91		0.48	126.39

\* Suma de: desplazamientos de entrada, desplazamientos de salida y desplazamientos intermedios.  
Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Tiempos, rendimientos y costos por marcación de parcelas

Activ	Tiemp (horas)	Rendimientos			Costos				Costo total
		Producción		P/h/H *	Salar/h	Costo M.O.**	Costo Insum	Deprec	
	Obr	Cant	Unid		Obr \$	\$	\$	\$	
Marc parc	241.23	1800	parcela	7.46	1.42	342.55	67.64	15.88	426.07

\*Producción por hora por hombre

\*\*Mano de obra

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Tiempos, rendimientos y costos por evaluación de la regeneración

Actividad	Tiempos (horas)	Rendimientos			Costos				Costo total \$
		Producción		P/h/H*	Salario por hora	Costo M.O.	Costo Insum	Deprec	
	Obr	Cant	Unid		Obr \$	\$	\$	\$	
Evaluación	65.40	1800	parcela	27.52	1.42	92.87	1.83	3.98	98.68

\*Producción por hora por hombre

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Tiempos y costos por descansos

Actividad	Tiempos (horas)	Costos	
		Salario por hora \$	Costo mano de obra
		Obrero	\$
Descanso*	35.55	1.42	50.48

\* Suma de: Descanso café, descanso almuerzo y descansos intermedios  
 Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Tiempos y costos por interrupciones

Actividad	Tiempos (horas)	Costos	
		Salario por hora \$	Costo mano de obra
		Obrero	\$
Interrupción lluvia	4.75	1.42	6.74

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Tiempos y costos por entrenamiento

Actividad	Tiempos (horas)		Costos		
			Salario por hora \$		Costo mano de obra
	Obrero	Técnico	Obrero	Técnico	\$
Entrenamiento	2.57	1.68	1.42	3.24	9.10

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Anexo 8. Villa Mills: Costo de insumos, depreciación y determinación de salarios por hora

#### Costo de Insumos

Detalle	Cantidad	Unidad	Costo Unitario \$	Costo total \$
Mecate	10.00	m	0.07	0.70
Registro	121.00	pza	0.03	3.63
Cinta de color	4.81	rollo	2.27	10.92
Totales:	-	-	-	15.25

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Determinación de salarios por hora

Cargo	Salario Diario				Horas/día	Salario/hora
	Básico* Cs	Carga** social %	Total Cs	Total \$		\$
Obrero especializado	1996	32.51	2645	11.33	8	1.42
Ingeniero	4568	32.51	6053	85.94	8	3.24

\* 01/Julio/97. Alcance Nº 30 a la Gaceta Nº 114 del 16 de Junio de 1997. Decreto # 26109 M.T.S.S.

\*\* Aporte patronal (suma al salario diario): 41,51% (CCSS, INS, Aguinaldo, Cesantía)

Aporte obrero (resta al salario diario): 9% (CCSS)

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Depreciación

Detalle	Cantidad	Unidad	Costo Unitario \$	Costo total \$	Vida útil (años)	Depreciación* (1 mes) \$
Machete y armadura	3	pza	7.28	21.84	1.0	1.82
Brújula	1	pza	170.03	170.03	3.0	4.72
Cinta métrica (30 m)	1	pza	47.03	47.03	2.0	1.96
Paleta diamétrica	2	pza	5.00	10.00	0.5	1.67
Totales:	-	-	-	248.90	-	10.17

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

\* Se empleó el método directo o lineal (Miragen, 1997):

Depreciación por año = (Valor inicial - Valor final)/Vida útil (Se eliminó el valor residual o final)

### Distribución del costo de Insumos por actividad

Actividades	Mecate \$	Registro \$	Cinta de color \$	Total es \$
Apertura de carriles	0.70	0.06		0.76
Marcación de parcelas		0.45	10.92	11.37
Evaluación de la regeneración	3.12			3.12

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Resumen del costo de insumos por actividad

Actividades	Costo \$	%
1.- Apertura de carriles	0.76	4.98
2.- Marcación de parcelas	11.37	74.56
3.- Evaluación de la regeneración	3.12	20.46
Costo total:	15.25	100.00

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35



### Distribución de la depreciación por actividad

	Machete \$	Brújula \$	Cinta métrica \$	Paleta diamétrica \$	Totales \$
Desplazamiento *	0.12				0.12
Apertura carril	0.28	0.56	0.23		1.07
Marcación de parcelas	1.05	4.16	1.73		6.94
Evaluación de la regeneración	0.37			1.67	2.04

\*Suma de: Desplazamiento de entrada, desplazamiento de salida y desplazamientos intermedios  
 Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Resumen de la depreciación por actividad

Actividades	Costo \$	%
1.- Desplazamiento	0.12	1.18
2.- Apertura de carriles	1.07	10.53
3.- Marcación de parcelas	6.94	68.31
4.- Evaluación de la regeneración	2.03	19.98
Costo total:	10.16	100.00

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Anexo 9. Villa Mills: Tiempos, rendimientos y costos por actividad

#### Tiempos y costos por desplazamiento

Actividad	Tiempos (horas)		Costos					Costo total (1+2+3) \$
			Salario por hora \$		Costo mano de obra	Costo insumos	Depreciac	
	Obrero	Técnico	Obrero	Técnico	\$(1)	\$(2)	\$(3)	
Desplaz*	6.40	0.05	1.42	3.24	9.25	0	0.12	9.37

\* Suma de: desplazamiento de entrada, desplazamiento de salida y desplazamientos intermedios.  
 Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

**Tiempos, rendimientos y costos por apertura de carriles**

Actividad	Tiempos (horas)	Rendimientos			Costos				
		Producción		P/h/H*	Salar/h	Costo M.O.	Costo Insum	Deprec	Costo total
	Obrero	Cant	Unid		Obrero \$	\$	\$	\$	
Apertura carriles	7.75	185	m	23.9	1.42	11.00	0.76	1.07	12.83

\*Producción por hora por hombre

Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

**Tiempos, rendimientos y costos por marcación de parcelas**

Actividad	Tiemp (horas)	Rendimientos			Costos				
		Producción		P/h/H*	Salar/h	Costo M.O.	Costo Insum	Deprec	Costo total
	Obrero	Cant	Unid		Obrero \$	\$	\$	\$	
Marcación parcela	53.5	300	Parcel	5.6	1.42	75.97	11.37	6.94	94.28

\*Producción por hora por hombre

Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

**Tiempos, rendimientos y costos por evaluación de la regeneración**

Actividad	Tiempos (horas)	Rendimientos			Costos				
		Producción		P/h/H*	Salario por hora	Costo M.O.	Costo Insum	Depre c	Costo total
	Obrero	Cant	Unid		Obr	\$	\$	\$	
Evaluación	20.13	300	Parcel	14.9	1.42	28.59	3.12	2.03	33.74

\*Producción por hora por hombre

Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

### Tiempos y costos por descansos

Actividad	Tiempos (horas)	Costos	
		Salario por hora \$	Costo mano de obra
		Obrero	\$
Descansos*	14.2	1.42	20.16

\* Suma de: Descanso café, descanso almuerzo y descansos intermedios  
Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

### Tiempos y costos por interrupciones

Actividad	Tiempos (horas)	Costos	
		Salario por hora \$	Costo mano de obra
		Obrero	\$
Interrupción	1.0	1.42	1.42

Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

### Tiempos y costos por entrenamiento

Actividad	Tiempos (horas)		Costos		
			Salario por hora \$		Costo mano de obra
			Obr	Téc	\$
Entrenamiento	1.07	0.78	1.42	3.24	4.05
Instrucción	0.67	0.33	1.42	3.24	2.02
totales:	1.74	1.11	-	-	6.07

Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

### Anexo 10. Hutchinson: Costo de insumos, depreciación y determinación de salarios por hora

#### Costo de Insumos

Detalle	Cantidad	Unidad	Costo Unitario \$	Costo total \$
Registro	64.00	pza	0.03	1.92
Cinta de color	2.44	rollo	2.27	5.54
Totales:	-	-	-	7.46

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Determinación de salarios por hora

Cargo	Salario Diario				Horas/día	Salario/hora
	Básico* Cs	Carga** social %	Total Cs	Total \$		\$
Obrero especializado	1996	32.51	2645	11.33	8	1.42
Ingeniero	4568	32.51	6053	85.94	8	3.24

\* 01/Julio/97. Alcance N° 30 a la Gaceta N° 114 del 16 de Junio de 1997. Decreto # 26109 M.T.S.S.

\*\* Aporte patronal (suma al salario diario): 41,51% (CCSS, INS, Aguinaldo, Cesantía)

Aporte obrero (resta al salario diario): 9% (CCSS)

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Depreciación

Detalle	Cantidad	Unidad	Costo Unitario \$	Costo total \$	Vida útil (años)	Depreciación (0.5 mes) \$
Machete y armadura	3	pza	7.28	21.84	1.0	0.91
Brújula	1	pza	170.03	170.03	3.0	2.36
Cinta métr. (30 m)	1	pza	47.03	47.03	2.0	0.98
Paleta diamétrica	2	pza	5.00	10.00	0.5	0.83
Totales:	-	-	-	248.90	-	5.08

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

\* Se empleó el método directo o lineal (Miragen, 1997):

Depreciación por año = (Valor inicial - Valor final)/Vida útil (Se eliminó el valor residual o final)

### Distribución del costo de Insumos por actividad

	Registro \$	Cinta de color \$	Totales \$
Desplaz-lev	0.06		0.06
Ubicac parcela		0.04	0.04
Marc parcela	0.45	4.86	5.31
Evaluación		0.64	0.64

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Resumen del costo de insumos por actividad

Actividades	Costo \$	%
1.- Desplazamiento	0.10	1.34
2.- Marcación de parcelas	5.94	79.73
3.- Evaluación de la regeneración	1.41	18.93
Costo total:	7.45	100.00

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Distribución de la depreciación por actividad y subactividad

	Machete \$	Brújula \$	Cinta métrica \$	Paleta diamétrica \$	Totales \$
Desplaz *	0.21				0.21
Desplaz-lev	0.04	0.19	0.09		0.32
Ubicac parcela	0.12	0.32			0.44
Marc parcela	0.24	1.29	0.62		2.15
Centrar parcela	0.11	0.56	0.27		0.94
Evaluación	0.19			0.83	1.02

\*Suma de: Desplaz entr, desplaz salid y desplaz

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

### Resumen de la depreciación por actividad

Actividades	Costo \$	%
1.- Desplazamiento	0.97	19.09
2.- Marcación de parcelas	3.09	60.83
3.- Evaluación de la regeneración	1.02	20.08
Costo total:	5.08	100.00

Tipo de cambio al 11/julio/97-BCAC: 233.35

## Anexo 11. Hutchinson: Tiempos, rendimientos y costos por actividad

### Tiempos y costos por desplazamiento

Actividad	Tiempos (horas)		Costos					Costo total (1+2+3) \$
			Salario por hora \$		Costo mano de obra	Costo insumos	Depreciac	
	Obrero	Técnico	Obrero	Técnico	\$ (1)	\$ (2)	\$ (3)	
Desplaz*	18.62	0.717	1.42	3.24	28.76	0.06	0.54	29.36
Ubicac parcela	4.67		1.42		6.63	0.04	0.44	7.11
Totales:	23.29	0.717	-	-	35.39	0.10	0.98	36.47

\* Suma de: desplazamiento de entrada, desplazamiento de salida y desplazamientos intermedios.  
Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

### Tiempos, rendimientos y costos por marcación de parcelas

Actividad	Tiemp (horas)	Rendimientos			Costos				
		Producción		P/h/H*	Salar/h	Costo M.O.	Costo Insum	Deprec	Costo total
	Obr	Cant	Unid		Obr \$	\$	\$	\$	
Marc parcela	19.00	120	parcela	6.32	1.42	26.98	5.31	2.15	34.44
Centrar parc	8.33	14	bloques	1.68	1.42	11.83	0.64	0.94	13.41
Totales:	27.33	134	-	-	-	38.81	5.95	3.09	47.85

\*Producción por hora por hombre  
Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

### Tiempos, rendimientos y costos por evaluación de la regeneración

Actividad	Tiempos (horas)	Rendimientos			Costos				
		Producción		P/h/H*	Salario por hora	Costo M.O.	Costo Insum	Deprec	Costo total
	Obr	Cant	Unid		Obr	\$	\$	\$	
Evaluación	14.87	120	parcela	8.07	1.42	21.11	1.41	1.02	23.54

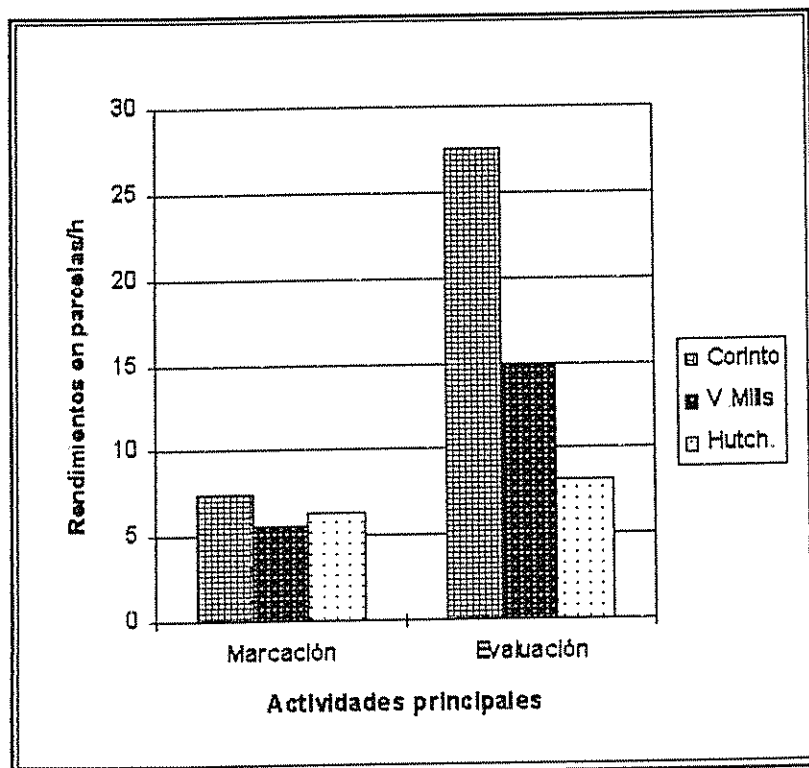
\* Producción por hora por hombre  
Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

### Tiempos y costos por descansos

Actividad	Tiempos (horas)	Costos	
		Salario por hora \$	Costo mano de obra
	Obrero	Obrero	\$
Descansos*	16.2	1.42	23.004

\* Suma de: Descanso café, descanso almuerzo y descansos intermedios  
 Costos a Julio de 1997 (cambio: 233.35 BCAC)

### Anexo 12. Rendimientos de las principales actividades por bosque



**Anexo 13. Clasificación comercial y ecológica de las especies arbóreas encontradas en el Área de Demostración e Investigación Los Laureles de Corinto**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Grupo comerc.	Grupo ecológ.
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Cedro maría	D	EP
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Caobilla	D	EP
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemao	Pilón	D	HD
Lecythidaceae	<i>Lecythis ampla</i> Miers	Jícara	D	EP
Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Manú	D	ET
Myristicaceae	<i>Virola koschnyi</i> Warb.	Fruta dorada-k	A	EP
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Fruta dorada-s	A	EP
Flacourtiaceae	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	Manga larga	A	HD
Mimosaceae	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	Gavilán	A	EP
Cecropiaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Chumico	A	HD
Papilionaceae	<i>Pterocarpus hayessi</i> Hemsl.	Paleta	A	HD
Annonaceae	<i>Rollinia pittieri</i> Saff	Anonillo	A	HD
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Aceituno	A	HD
Mimosaceae	<i>Stryphnodendron microstachyum</i> Poepp. & Endl.	Vainilla	A	HD
Anacardiaceae	<i>Tapirira myriantha</i> Triana & Planch.	Manteco	A	HD
Papilionaceae	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i> H. C. Lima	Cola de pavo	D	HD

D = Especies deseables  
A = Especies aceptables  
EP = Esciófitas parciales  
ET = Esciófitas Totales  
HD = Heliófitas durables

Fuente: Sabogal et al (1991)  
Carrera et al (1996).  
Manta (1988)  
MANUAL DE las plantas de Costa Rica (1994)  
Artavia (comunicac. personal, CATIE, 1997)  
Quiros (comunicac. personal, CATIE, 1997)



Anexo 14. Clasificación comercial y ecológica de las especies arbóreas encontradas en el Area

Piloto Villa Mills-Siberia.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Grupo comercial	Grupo ecológico
Clethraceae	Clethra sp.	Nance	A	ET
Cunoniaceae	Weinmannia pinnata L.	Arrayán	D	EP
Fagaceae	Quercus copeyensis C. H. Müll.	Roble	A	EP
Fagaceae	Quercus costaricensis Liebm.	Encino	A	EP
Lauraceae	Ocotea austinii C. K. Allen	Ira rosa	D	EP
Lauraceae	Ocotea pittieri (Mez) van der Werff	*Ira amarillo	D	EP
Lauraceae	Cinnamomum sp.	*Ira amarillo	D	EP
Lauraceae	Ocotea calophylla Mez	*Yema huevo	D	EP
Lauraceae	Ocotea sp.	*Yema huevo	D	EP
Podocarpaceae	Podocarpus macrostachyus Parl.	*Cipresillo	D	EP
Podocarpaceae	Podocarpus costaricensis de Laub.	*Cipresillo	D	EP
Rosaceae	Prunus cornifolia Koehne	Limoncillo	A	EP
Styracaceae	Styrax argenteus C. Presl.	Resina	A	EP
Theaceae	Cleyera theaeoides (Sw.) Choisy	*Títora	A	HD
Theaceae	Gordonia sp.	*Títora	A	HD
Winteraceae	Drimys granadensis L. F.	Chilemuela	A	EP

\* No se discriminó la especie, tienen el mismo valor económico y pertenecen al mismo grupo ecológico.

D = Especies deseables  
 A = Especies aceptables  
 EP = Esciófitas parciales  
 ET = Esciófitas Totales  
 HD = Heliófitas durables

Fuente: Sáenz (1996)

Jiménez y Morera (1996)

Artavia (comunic. personal, CATIE, 1997)

Venegas (comunicac. personal, CATIE, 1997)

MANUAL DE las plantas de Costa Rica (1994)

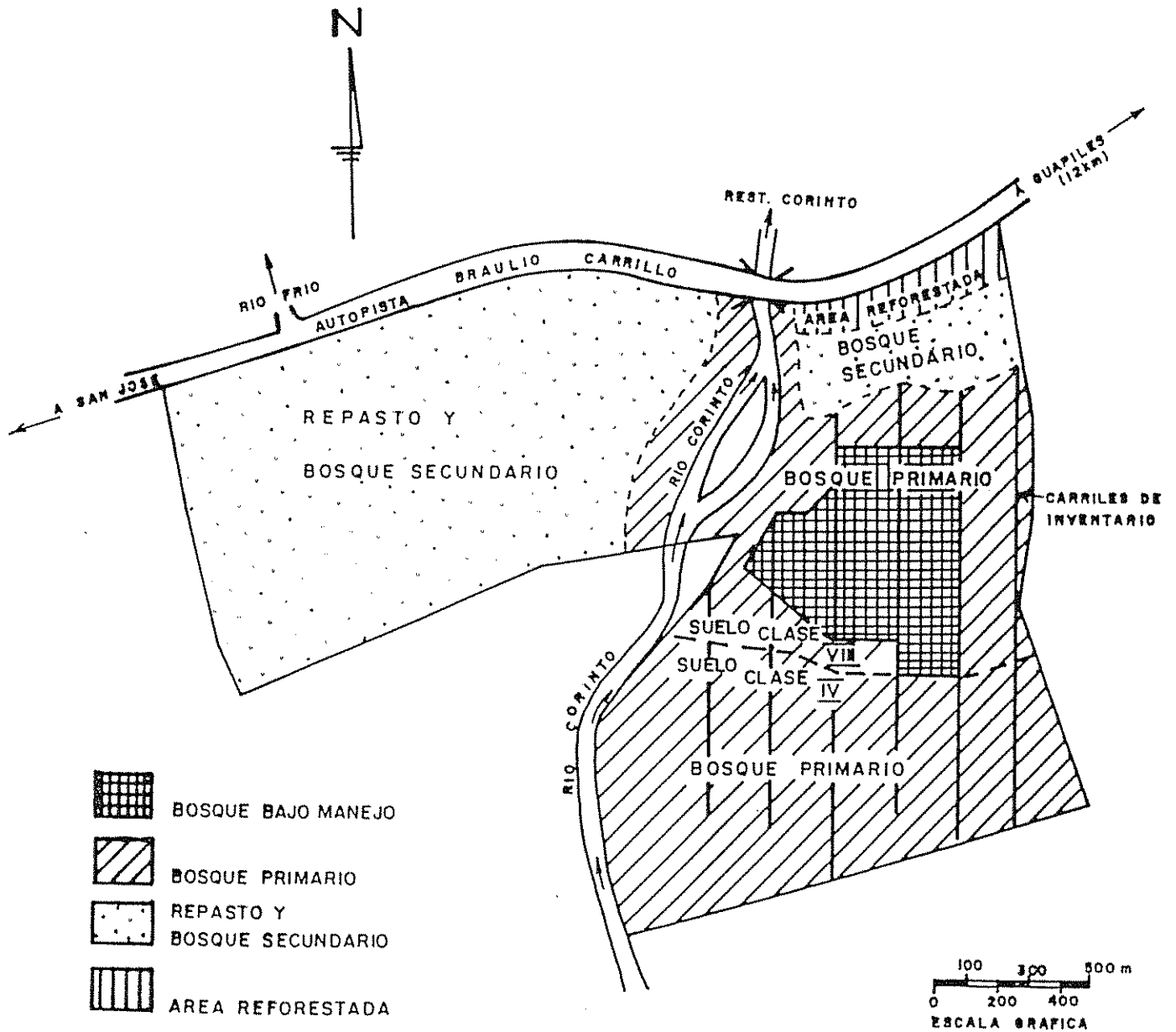
**Anexo 15. Clasificación comercial y ecológica de las especies arbóreas encontradas en el Bosque  
Modelo Ian D. Hutchinson**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Grupo comercial	Grupo ecológico
Anacardiaceae	<i>Tapirira myriantha</i> Triana & Planch.	Manteco	A	HD
Moraceae	<i>Pourouma</i> sp.	Chumico	A	HD
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. F.	Cerillo	A	ET
Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	Chasparrio	A	HD
Humiriaceae	<i>Vantanea barbourii</i> Standl.	Chiricano	D	EP
Lauraceae	<i>Persea</i> sp.	Colorado	A	EP
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Ira	D	EP
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i> (Kunth) Nees	Ira aguacatón	A	EP
Mimosaceae	<i>Pithecellobium</i> sp.	Ajillo	D	HD
Mimosaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Guanacaste	D	HD
Mimosaceae	<i>Stryphnodendrum microstachyum</i> Poepp. & Endl.	Vainillo	A	HD
Papilionaceae	<i>Dussia</i> sp.	Comenegro	A	HD
Meliaceae	<i>Guarea bullata</i> Radlk.	Ocora	A	ET
Moraceae	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken	Lechoso	A	EP
Moraceae	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C. C. Berg	Ojoche	A	EP
Myristicaceae	<i>Virola</i> sp.	Fruta dorada	A	EP
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Aceituno	A	HD
Theaceae	<i>Gordonia</i> sp.	Campano	D	EP
Tiliaceae	<i>Goethalsia meiantha</i> (Donn. Sm.) Burret	Guácimo blanco	A	HD
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Mayo	A	HD

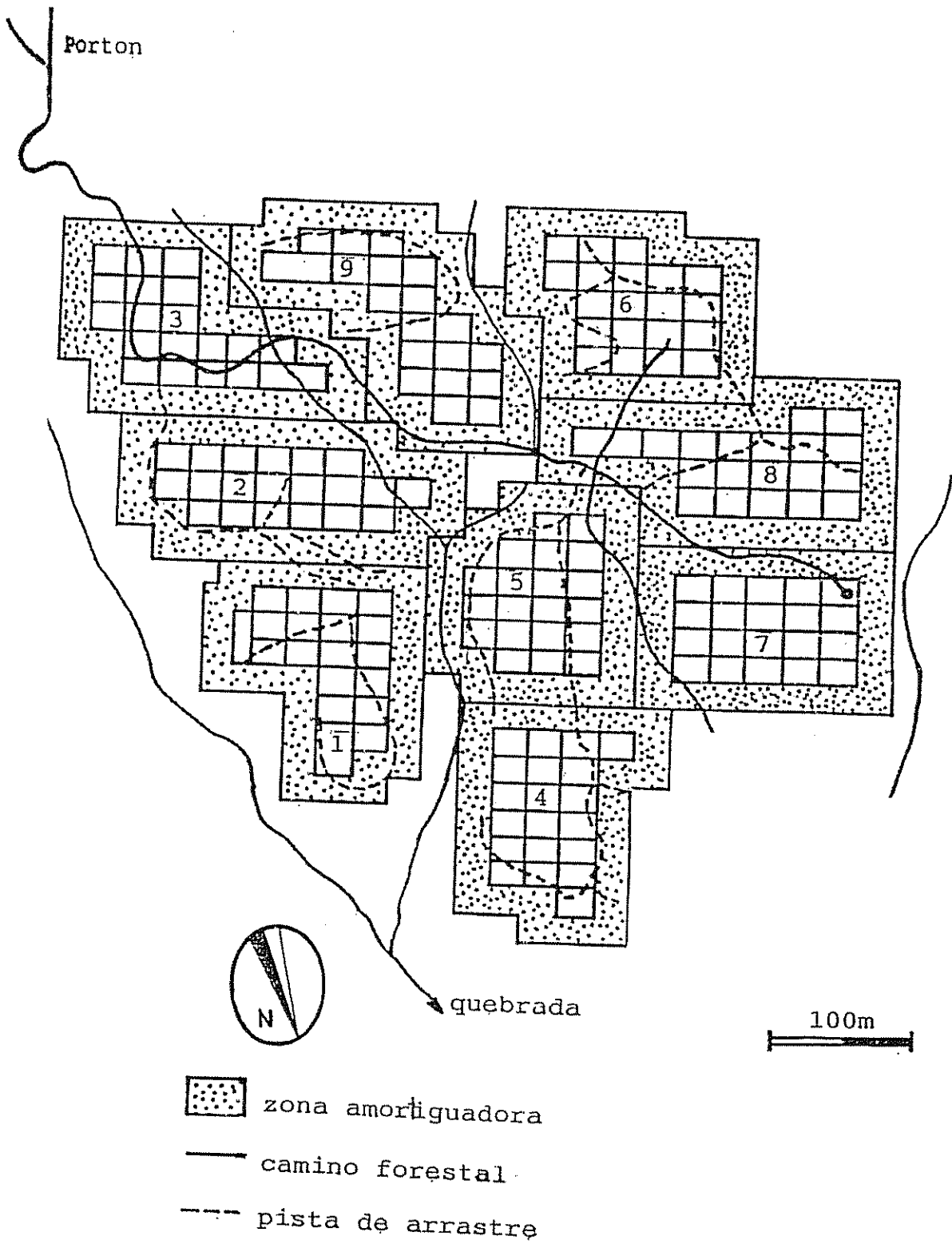
D = Especies deseables  
A = Especies aceptables  
EP = Esciófitas parciales  
ET = Esciófitas Totales  
HD = Heliófitas durables

Fuente: Martins y Hutchinson (1996)  
Granados (1995)  
Base de datos, CATIE-RENARM-1977  
Sabogal et al (1991)  
MANUAL DE las plantas de Costa Rica (1994)  
Artavia (comunic. personal, CATIE, 1997)  
Quiros (comunicac. personal, CATIE, 1997)

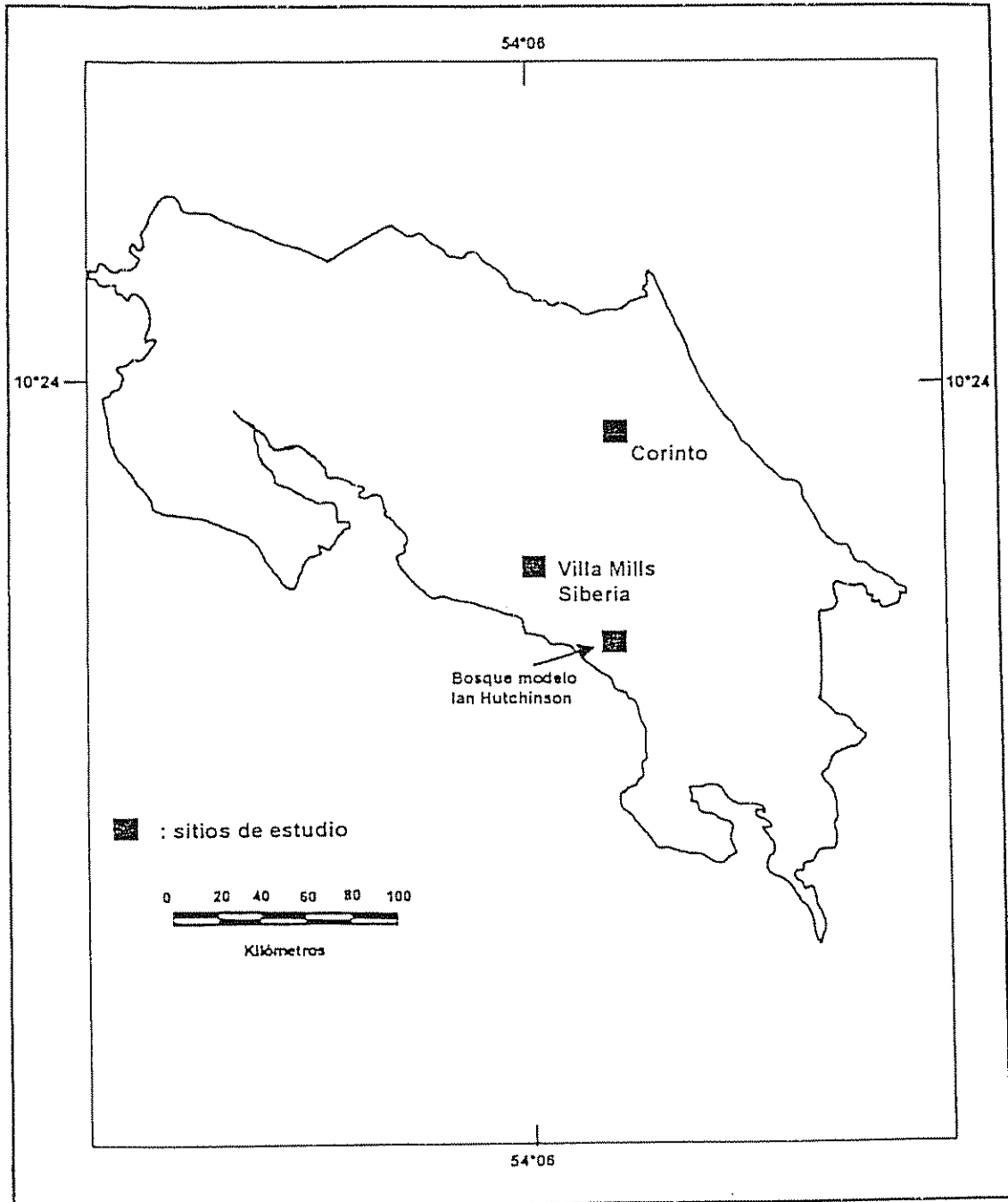
Mapa 2. Mapa de la finca "Los Laureles de Corinto"



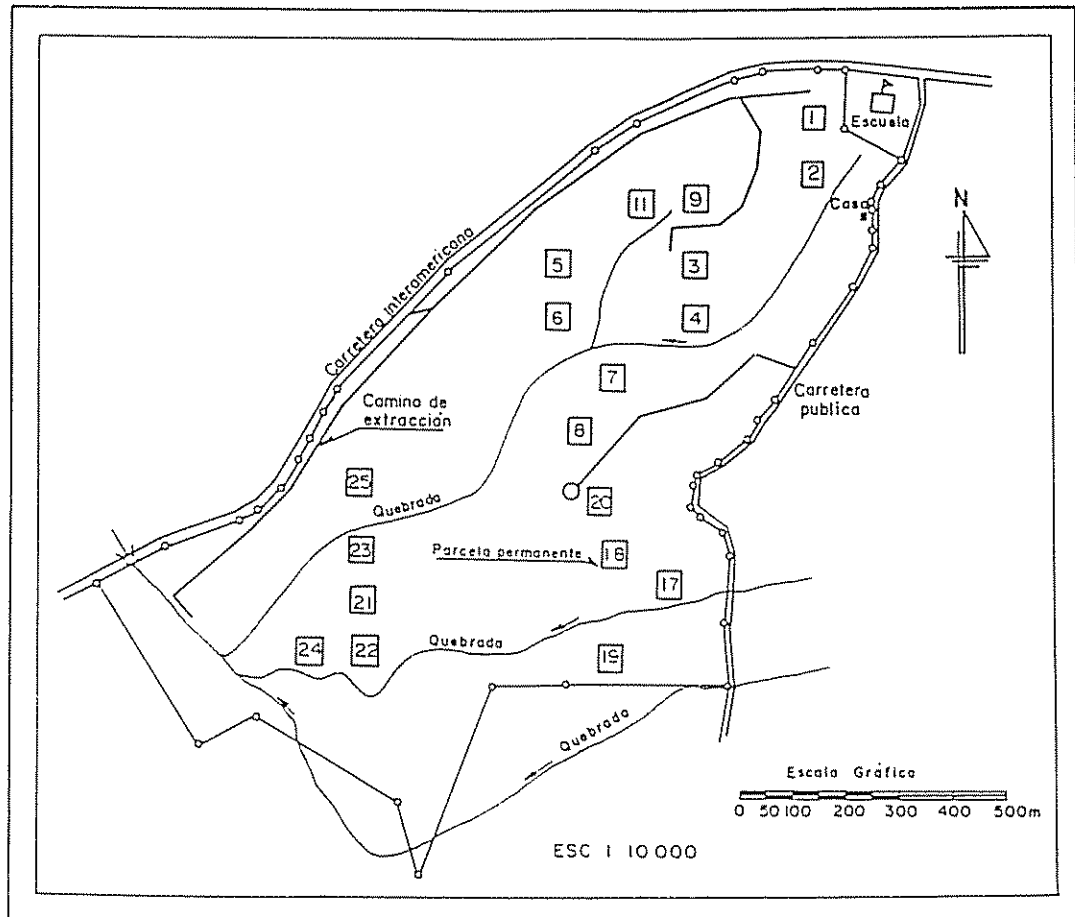
Mapa 3. Mapa de distribución de las parcelas permanentes de muestreo en el "Area Piloto Villa Mills"



Mapa 1. Mapa de ubicación de los sitios de estudio

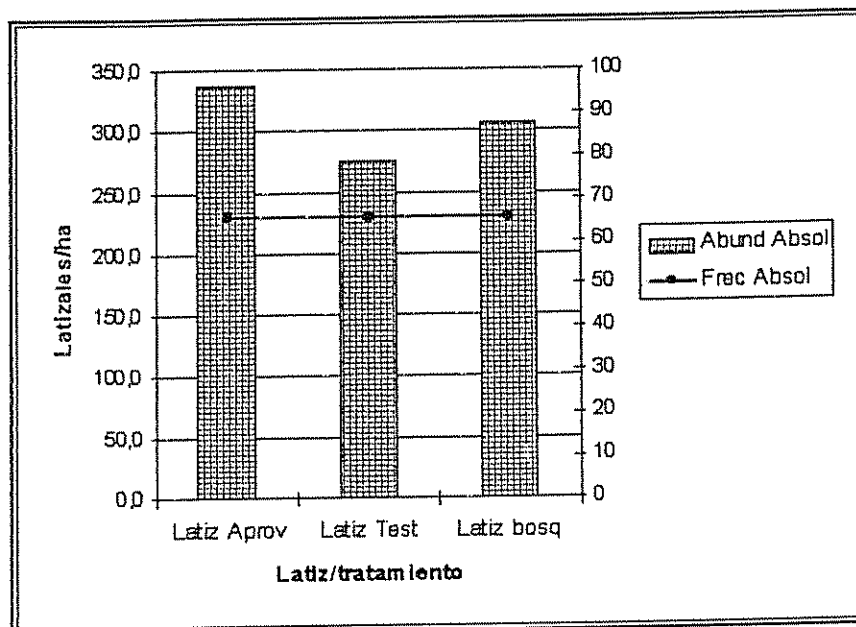


Mapa 4. Mapa de parcelas permanentes de muestreo establecidas en el bloque La Sandía del "Bosque Modelo Ian D. Hutchinson"

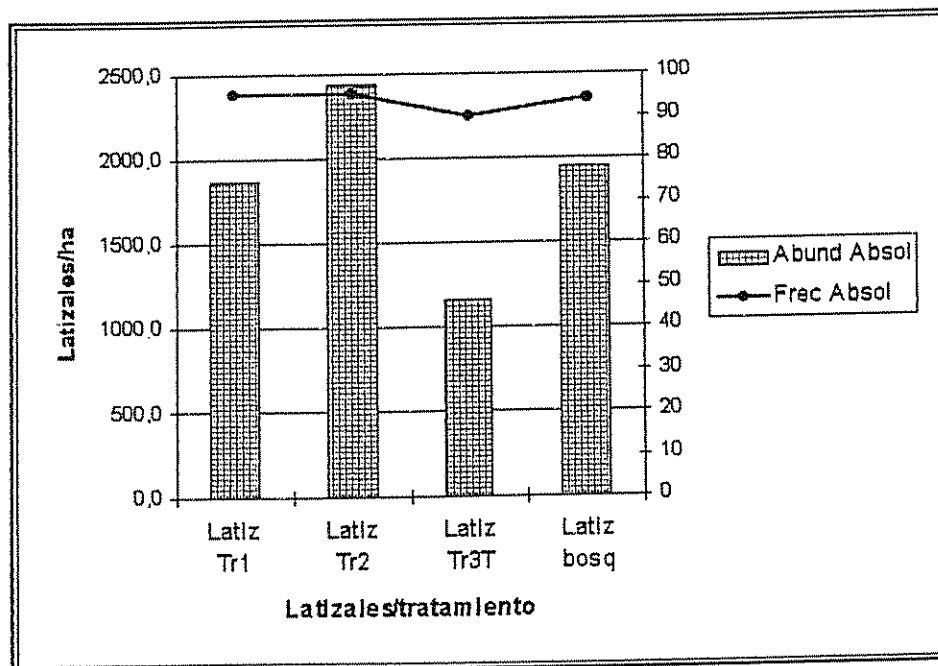


## Anexo 16. Abundancia y frecuencia absoluta de latizales

### Corinto: Abundancia y frecuencia absoluta de latizales



### Villa Mills: Abundancia y frecuencia absoluta de latizales



### Hutchinson: Abundancia y frecuencia absoluta de latizales

