

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL



**EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS SILVICULTURALES
APLICADOS AL MANEJO DE TRES BLOQUES DE BOSQUE
SECUNDARIO UBICADOS EN COOPE SAN JUAN, AGUAS
ZARCAS, SAN CARLOS, COSTA RICA, 2002**

**Informe de Práctica de Especialidad para optar por el grado de
Bachiller en Ingeniería Forestal**

Danny Córdoba Alvarado

CARTAGO, 2002

**EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS SILVICULTURALES APLICADOS AL
MANEJO DE TRES BLOQUES DE BOSQUE SECUNDARIO UBICADOS EN COOPE
SAN JUAN, AGUAS ZARCAS, SAN CARLOS, COSTA RICA, 2002**

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

Miembros del Tribunal

Ph.D. Ruperto Quesada Monge,
Profesor Guía

M.Sc. Braulio Vilchez Alvarado,
Lector, Profesor de la Escuela
de Biología

Ing. Marvin Salazar Alfaro,
Lector, Jefe Subregión Pital,
ACA-HN-MINAE

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS SILVICULTURALES APLICADOS AL MANEJO DE TRES BLOQUES DE BOSQUE SECUNDARIO UBICADOS EN COOPE SAN JUAN, AGUAS ZARCAS, SAN CARLOS, COSTA RICA, 2002

Danny Córdoba Alvarado*

RESUMEN

La práctica se desarrolló en la Finca de la Cooperativa de Autogestión San Juan R.L., ubicada en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Se trabajó en tres bloques de bosque secundario de 23 años de desarrollo, en los cuales se aplicaron tratamientos silviculturales en el año 2000. Se llevó a cabo un aprovechamiento mejorado en los tres bloques, y corta de bejucos en el Bloque II.

El objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación de los tratamientos silviculturales aplicados a los tres bloques de bosque secundario.

Esta evaluación se llevó a cabo mediante parcelas permanentes de muestreo para cuantificar la respuesta de la masa remanente, parcelas temporales de regeneración y la metodología de visita a tocones, para evaluar el impacto del aprovechamiento sobre los bosques.

En el Bloque I, se determinó una abundancia de 1152 individuos/ha con un $d \geq 5$ cm, con un área basal de 20,36 m²/ha. Se obtuvo un ICA promedio de 4,71 mm/año, presentando un mayor crecimiento las especies comerciales. Con la visita a tocones se calculó un área de impacto por el aprovechamiento del 11% del área productiva del bosque. En el segundo bloque, la abundancia fue de 1061 individuos/ha, representando un área basal de 24,70 m²/ha, el incremento diamétrico de todas las especies fue de 5,79 mm/año. El 11% del área efectiva corresponde a la proporción del área dañada producto del aprovechamiento. En el Bloque III, se calculó una abundancia de 936 individuos/ha, aportando un área basal de 23,91 m²/ha. El ICA promedio fue de 5,06 mm/año. Se determinó un 10% de área impactada, cumpliéndose con lo estipulado en el Principio 11 para el manejo del bosque secundario.

Con base en estos resultados se concluyó, que los bosques evaluados no presentaron un fuerte impacto producto de aprovechamiento; y por consiguiente tienen un alto potencial para ser aprovechados por segunda vez en el futuro.

Palabras claves: bosque secundario, aprovechamiento mejorado, evaluación de tratamientos silviculturales, tocones, área impactada, Principio 11, potencial.

* Informe de Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 2002.

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS SILVICULTURALES APLICADOS AL MANEJO DE TRES BLOQUES DE BOSQUE SECONDARIO UBICADOS EN COOPE SAN JUAN, AGUAS ZARCAS, SAN CARLOS, COSTA RICA, 2002.

Danny Córdoba Alvarado*

ABSTRACT

The practice was developed in the Finca de la Cooperativa de Autogestión San Juan R.L., located in the Region North Huetar of Costa Rica. We worked in three blocks of secondary forest with 23 years of age, in which forestry treatments were applied in 2000. A forest harvesting was carried out in the three blocks, combined with lianas cutting in Block II.

The objective of this work was to make an evaluation of the forestry treatments applied to the three blocks of secondary forest.

This evaluation was carried out using permanent plots of sampling to quantify the response of the remaining mass. Temporary plots of regeneration and the methodology of visit to stumps, to evaluate the impact of the forest harvest.

In Block I, has an abundance of 1152 individuals/ha with a $d \geq 5$ cm, and a basal area of 20,36 m²/ha. The ICA in this block was 4,71 mm/year, presenting a greater growth the commercial species. With the visit to stumps it was calculated a harvesting impact of 11% of the productive area of the forest. In the second block, the abundance was of 1061 individuals/ha, representing a basal area of 24,70 m²/ha, the diametrical ICA of all the species was of 5,79 mm/year. The 11% of the effective area correspond to the proportion of damaged area product of the forest harvesting. In the Block III, it was calculated an abundance of 936 individuals/ha, contributing a basal area of 23,91 m²/ha. The mean ICA was of 5,06 mm/year. The estimated area of harvesting impact was 10%, percentage that fulfill national standards for management of secondary forest.

With base in these results it was concluded, that the evaluated forest did not present a strong impact, from harvesting; and therefore they have a high potential to be taken a second harvest in the future.

Key words: secondary forest, forest harvesting, evaluations forestry treatments, stumps, impact area, national standards, potential.

* Informe de Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, 2002.

DEDICATORIA

*A Dios, por ayudarme a
obtener esta meta.*

*A la persona más importante
de mi vida, mi Madre,
gracias por ser la mejor.*

*A mis hermanos y familiares,
por su apoyo incondicional.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios y mi familia, por que sin ellos no hubiera podido cumplir con esta etapa tan importante de mi vida, en especial a mi Madre.

A Ruperto Quesada y Braulio Vélchez, por sus consejos y ayuda durante el desarrollo de este trabajo.

A la Vicerrectoría de Investigación y Extensión, por el apoyo financiero brindado para la realización de este trabajo.

A los socios de Coope San Juan, en especial a la familia Salazar Salazar, por abrirme las puertas de su casa durante el trabajo de campo.

A Greivin Salazar, por su ayuda durante el trabajo de campo.

A Oscar Arias y Vinicio Ríos, por su amistad durante los años de estudio.

A mis compañeros y amigos de Ingeniería Forestal: Roger Bonilla, Ronny Brenes, Pablo Castillo, David Espinoza, Marcela Flores, Erika Herrera, Olman Mena, Rolvis Pérez, Kenner Quirós, Marianela Ramírez, Roberto Salas, Pablo Sánchez y Javier Villegas (Ramirito).

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
I INTRODUCCIÓN.....	18
1.1 Objetivo general.....	19
1.2 Objetivos específicos	19
II REVISIÓN DE LITERATURA	20
2.1 Generalidades de los bosques secundarios	20
2.1.1 Concepto de bosque secundario.....	20
2.1.2 Área del bosque secundario en Costa Rica.....	21
2.1.3 ¿Por qué manejar el bosque secundario?	21
2.1.4 Etapas sucesionales de los bosques secundarios.....	22
2.1.5 Características de los bosques secundarios.....	24
2.1.6 Importancia de los bosques secundarios.....	25
2.2 Los grupos ecológicos de las especies forestales.....	27
2.3 Crecimiento y factores que lo determinan	28
2.4 Comercialidad de las especies	31
2.5 Mortalidad y reclutamiento.....	31
2.6 Parcelas permanentes de muestreo (PPM).....	32
2.7 Tratamientos silviculturales.....	33

2.7.1	Concepto y propósito de los tratamientos silviculturales	33
2.7.2	Tipos de tratamientos.....	33
2.7.3	Operaciones silviculturales.....	35
2.8	Aprovechamiento forestal como tratamiento silvicultural.....	35
2.8.1	Daños causados por el aprovechamiento	37
2.8.2	Aprovechamiento tradicional.....	38
2.8.3	Aprovechamiento mejorado.....	39
2.9	Legislación actual para el manejo del bosque secundario	41
2.9.1	Principio, Criterios e Indicadores para el manejo sostenible de los bosques secundarios y la certificación forestal en Costa Rica	41
III	MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
3.1	Descripción general del sitio.....	48
3.1.1	Ubicación	48
3.1.2	Clima.....	50
3.1.2.1	Precipitación y temperatura	50
3.1.2.2	Zona de vida.....	50
3.1.3	Relieve y topografía.....	50
3.1.4	Suelos.....	50
3.1.5	Área de estudio	51
3.2	Toma de datos	55
3.2.1	Elaboración de los mapas	55
3.2.2	Parcelas permanentes de medición (PPM).....	55
3.2.3	Evaluación de la regeneración	58
3.2.4	Evaluación del área impactada	59
3.2.4.1	Evaluación de tocones	59
3.2.4.2	Evaluación de Caminos	60
IV	ANÁLISIS DE RESULTADOS	61
4.1	Parcelas permanentes de muestreo	61

4.1.1	Composición florística.....	61
4.1.2	Abundancia.....	68
4.1.3	Productividad del sitio medida a través del área basal.....	81
4.1.4	Análisis de crecimiento.....	88
4.1.5	Distribución de la abundancia según posición y forma de copa.....	98
4.1.6	Diversidad.....	103
4.2	Regeneración natural en los bosques secundarios intervenidos.....	104
4.2.1	Análisis de regeneración Bloque I.....	104
4.2.2	Análisis de la regeneración Bloque II.....	109
4.2.3	Análisis de la regeneración Bloque III.....	114
4.3	Evaluación del aprovechamiento forestal.....	119
4.3.1	Evaluación del Bloque I.....	121
4.3.2	Evaluación del Bloque II.....	128
4.3.3	Evaluación del Bloque III.....	135
4.4	Efectividad de la corta de bejucos.....	141
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	144
5.1	Conclusiones.....	144
5.2	Recomendaciones.....	148
VI	LITERATURA CONSULTADA.....	149
VII	ANEXOS.....	155

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 3.1. Distribución de las parcelas permanentes de medición (PPM) y su correspondiente intensidad de muestreo para cada uno de los bloques de bosque secundario, Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	55
Cuadro 3.2. Criterios a emplear para la evaluación del tratamiento de corta de bejucos en el bosque secundario del Bloque II.	58
Cuadro 4. 1. Especies más abundantes en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	63
Cuadro 4. 2. Especies más abundantes en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	65
Cuadro 4. 3. Especies más abundantes en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	68
Cuadro 4. 4. Mortalidad e ingresos por categoría diamétrica para un periodo de dos años de medición en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	69
Cuadro 4. 5. Abundancia por categoría diamétrica según grupo ecológico en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	72
Cuadro 4. 6. Mortalidad e ingresos por categoría diamétrica para un periodo de dos años de medición en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	73
Cuadro 4. 7. Abundancia por categoría diamétrica según grupo ecológico en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	76
Cuadro 4. 8. Mortalidad e ingresos por categoría diamétrica para un periodo de dos años de medición en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	78
Cuadro 4. 9. Abundancia por categoría diamétrica según grupo ecológico en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	81

Cuadro 4. 10. Relación entre el incremento corriente anual (ICA) y el grupo ecológico de las especies en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	90
Cuadro 4. 11. Relación entre el incremento corriente anual y el grupo ecológico de las especies en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	94
Cuadro 4. 12. Relación entre el incremento corriente anual y el grupo ecológico de las especies en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	97
Cuadro 4. 13. Distribución de la posición de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	99
Cuadro 4. 14. Distribución de la forma de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	100
Cuadro 4. 15. Distribución de la posición de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	100
Cuadro 4. 16. Distribución de la forma de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	101
Cuadro 4. 17. Distribución de la posición de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	102
Cuadro 4. 18. Distribución de la forma de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	102
Cuadro 4. 19. Comparación del Índice de Shannon del año 2000 con el del año 2002 en tres bloques de bosque secundario, Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	103
Cuadro 4. 20. Abundancia para brinzales y latizales bajos según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	104

Cuadro 4. 21. Índice de Shannon para la regeneración en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	109
Cuadro 4. 22. Abundancia para brinzales y latizales bajos según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	110
Cuadro 4. 23. Índice de Shannon para la regeneración en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	114
Cuadro 4. 24. Abundancia para brinzales y latizales bajos según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	115
Cuadro 4. 25. Índice de Shannon para la regeneración en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	119
Cuadro 4. 26. Resultados de la evaluación de tocones en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	122
Cuadro 4. 27. Resultados de la evaluación hecha a los caminos secundarios, en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	126
Cuadro 4. 28. Resultados de la evaluación de tocones en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	130
Cuadro 4. 29. Resultados de la evaluación hecha a los caminos secundarios, en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	132
Cuadro 4. 30. Resultados de la evaluación de tocones en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	137
Cuadro 4. 31. Resultados de la evaluación hecha a los caminos secundarios, en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	139
Cuadro 4. 32. Distribución diamétrica del número de individuos según el grado de infestación de bejucos que presenten los árboles en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	142

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 3.1. Ubicación de los bloques de bosque secundario bajo estudio en la Finca Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	49
Figura 3.2. Ubicación de las parcelas permanentes de medición del Bloque I en el bosque secundario, Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	52
Figura 3.3. Ubicación de las parcelas permanentes de medición en el Bloque II del bosque secundario, Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	53
Figura 3. 4. Ubicación de las parcelas permanentes de medición del Bloque III en el bosque secundario, Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	54
Figura 3.5. Instalación de parcelas empleadas en el inventario de la regeneración	58
Figura 4. 1. Familias más abundantes en porcentaje en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	62
Figura 4. 2. Familias más abundantes en porcentaje en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	64
Figura 4. 3. Familias más abundantes en porcentaje en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	67
Figura 4. 4. Distribución diamétrica de la abundancia de los individuos comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	70
Figura 4. 5. Comparación de la abundancia en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	71
Figura 4. 6. Distribución diamétrica de la abundancia de los individuos comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	74

Figura 4. 7. Comparación de la abundancia en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	75
Figura 4. 8. Distribución diamétrica de la abundancia de los individuos comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	79
Figura 4. 9. Comparación de la abundancia en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	80
Figura 4. 10. Distribución diamétrica del área basal (m^2/ha) de los individuos de especies comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	82
Figura 4. 11. Comparación del área basal en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	83
Figura 4. 12. Distribución diamétrica del área basal (m^2/ha) de los individuos de especies comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	84
Figura 4. 13. Comparación del área basal en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	85
Figura 4. 14. Distribución diamétrica del área basal (m^2/ha) de los individuos de especies comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	86
Figura 4. 15. Comparación del área basal en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	87
Figura 4. 16. Relación entre el incremento corriente anual y la distribución diamétrica de los individuos en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	89

Figura 4. 17.	Relación entre el incremento corriente anual y la posición y forma de copa en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	91
Figura 4. 18.	Relación entre el incremento corriente anual y la distribución diamétrica de los individuos en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	92
Figura 4. 19.	Relación entre el incremento corriente anual y la posición y forma de copa en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	95
Figura 4. 20.	Relación entre el incremento corriente anual y la distribución diamétrica de los individuos en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	96
Figura 4. 21.	Relación entre el incremento corriente anual y la posición y forma de copa en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	98
Figura 4. 22.	Abundancia de latizales bajos (N/ha) según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	106
Figura 4. 23.	Abundancia de latizales bajos según grupo ecológico de las especies y condición de sitio para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	107
Figura 4. 24.	Intervalos de frecuencia de las especies encontradas en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	108
Figura 4. 25.	Abundancia de latizales bajos (N/ha) según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	111
Figura 4. 26.	Abundancia de latizales bajos según grupo ecológico de las especies y condición de sitio para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	112
Figura 4. 27.	Intervalos de frecuencia de las especies encontradas en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	113

Figura 4. 28.	Abundancia de latizales bajos (N/ha) según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	116
Figura 4. 29.	Abundancia de latizales bajos según grupo ecológico de las especies y condición de sitio para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	117
Figura 4. 30.	Intervalos de frecuencia de las especies encontradas en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	118
Figura 4. 31.	Porcentaje del área impactada por el aprovechamiento forestal en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	127
Figura 4. 32.	Porcentaje del área impactada por el aprovechamiento forestal en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	134
Figura 4. 33.	Porcentaje del área impactada por el aprovechamiento forestal en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	140
Figura 4. 34.	Relación entre el incremento corriente anual (ICA) y el grado de infestación de bejucos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	143

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Formulario para la evaluación de tocones.	155
Anexo 2. Formulario para la evaluación de caminos.	156
Anexo 3. Especies encontradas en las parcelas permanentes de muestreo y parcelas de regeneración (Boque I), Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	157
Anexo 4. Especies encontradas en las parcelas permanentes de muestreo y parcelas de regeneración (Boque II), Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	159
Anexo 5. Especies encontradas en las parcelas permanentes de muestreo y parcelas de regeneración (Boque III), Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.	162

I INTRODUCCIÓN

El abandono de las tierras destinadas a la agricultura y ganadería ha provocado la formación de extensas áreas bajo cobertura de bosque secundario. Aunado a ello, está la prohibición del cambio de uso de la tierra a partir de año 1992 y estipulado en la Ley Forestal 7575. Esto y la desaparición paulatina de los bosques primarios, ha ocasionado que el bosque secundario se convierta en el recurso forestal más extenso de Costa Rica.

Esta situación ha hecho que se le de la importancia a los bosques secundarios, los cuales ya han sido sujeto a investigaciones por parte de instituciones del campo forestal, con el fin de disminuir la presión sobre los bosques primarios. Estas investigaciones han afirmado la existencia de un gran potencial productivo en estos bosques.

Como todo recurso productivo, este debe ser manejado adecuadamente. Una forma de implementar este manejo es mediante tratamientos silviculturales; pero no sólo su implementación es suficiente, sino también deben de ser evaluados, para conocer el impacto y la respuesta del bosque ante tal manejo, y con más razón cuando el tratamiento aplicado ha sido el aprovechamiento, ya que por lo general causa un impacto mayor sobre el bosque que los otros tipos de tratamientos.

El realizar esta evaluación permite conocer el potencial productivo del recurso boscoso, además el impacto sufrido por estas intervenciones, lo que ayuda a determinar sí el bosque puede ser aprovechado en el futuro.

Esta investigación tiene como fin realizar una evaluación de tratamientos silviculturales aplicados a bosques secundarios en la Zona Huetar Norte de Costa Rica. Los tratamientos realizados fueron aprovechamiento forestal mejorado y corta de bejucos.

1.1 Objetivo general

- Realizar una evaluación de los tratamientos silviculturales aplicados a tres bloques de bosque secundario.

1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el aprovechamiento mejorado aplicado a los tres bloques de bosque secundario, a través de la metodología de visita a tocones desarrollada por Valerio, 1998.
- Cuantificar el área afectada por las labores del aprovechamiento forestal realizado.
- Determinar la abundancia, composición florística, crecimiento, tasas de mortalidad, ingresos, diversidad, mediante parcelas permanentes de muestreo, establecidas en el año 2000.
- Cuantificar la regeneración natural establecida luego del aprovechamiento, mediante parcelas temporales.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades de los bosques secundarios

2.1.1 Concepto de bosque secundario

Existen diversas opiniones para definir que es bosque secundario, las cuales tienen un rasgo en común, que es el disturbio o perturbación al ecosistema ya sea natural o provocado por el hombre.

Desde el punto de vista legal, según el Decreto Ejecutivo N° 27998-MINAE, publicado en La Gaceta N° 147 del 29 de julio, 1999, bosque secundario se define como: “Tierra con vegetación leñosa de carácter sucesional secundaria que se desarrolla una vez que la vegetación original ha sido eliminada por actividades humanas y / o fenómenos naturales, con una superficie mínima de 0,5 hectáreas, y con una densidad no menor a 500 árboles por hectárea de todas las especies, con un diámetro a la altura de pecho de 5 cm. Se incluyen también las tierras de bosque secundario inmediatamente después del aprovechamiento bajo el sistema de cortas de regeneración” (Comisión Nacional de Certificación Forestal, 1999).

Según Lamprecht (1990), bosque secundario toma en cuenta todos los estadios de una sucesión, desde el bosque inicial, que se forma en una superficie abierta natural, hasta su fin, incluyendo el estadio de bosque climático.

Otros autores definen bosque secundario como la vegetación leñosa que se desarrolla en tierras abandonadas después de que su vegetación original es destruida por la actividad humana (Finegan, 1992).

También es posible que se desarrollen bosques secundarios a partir de disturbios naturales, sin embargo, en la actualidad la mayoría de áreas cubiertas por bosques secundarios son producto de la actividad humana, por lo que se considera al hombre como el principal generador de bosques secundarios (Morales, 1998). Además este tipo de perturbación humana es la que tiene mayores implicaciones sobre el uso de la tierra, el desarrollo rural y la conservación de los recursos naturales en general (Sabogal *et al.*, 1997).

2.1.2 Área del bosque secundario en Costa Rica

En los últimos años, factores como la presencia del hombre, el fuego, el abandono de la agricultura y la ganadería han tenido una fuerte influencia en la creación de nuevas áreas colonizadas por especies de bosques secundarios (Rico & Gómez-Pompa, 1976 citado por Carvajal, 2000). En el país, los pastizales al ser abandonados durante un largo tiempo, comienzan a ser colonizadas por especies heliófitas y más adelante por esciófitas convirtiéndose en bosques secundarios. Estos bosques tienen un potencial de manejo muy alto pues tienen un crecimiento en volumen mayor a los bosques primarios (Tosi, 1976; Redondo, 1998).

Davies (1997), establece un total de 425 000 hectáreas de bosque secundario para Costa Rica; lo que significa que el bosque secundario es el recurso forestal más abundante del país, ya que según Müller y Solís (1997) sólo quedan 200 000 hectáreas de bosque primario productivo.

2.1.3 ¿Por qué manejar el bosque secundario?

Algunas de las razones para manejar el bosque secundario son (Valerio & Quesada, 2000)*:

- Área se incrementa año a año.

* Notas de clase. Curso de Silvicultura de Bosque Natural. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

- Políticas favorecen su manejo.
- Cobertura reducida del bosque no intervenido.
- Conciencia del significado que tiene este ecosistema.
- Necesidad del propietario.
- Investigación de corte ecológico.

2.1.4 Etapas sucesionales de los bosques secundarios

El proceso dinámico de colonización de especies en sitios abandonados se realiza paulatinamente en varias etapas. Finegan (1992) y Guillén (1993) aclaran que las primeras etapas de la sucesión secundaria se han resumido en un modelo general, el cual describe la sucesión que se desarrolla sobre sitios que únicamente fueron talados completamente o en tierras agrícolas no degradadas o aisladas de fuentes de semilla, ya que de lo contrario el panorama puede variar significativamente.

Diferentes autores coinciden en que el proceso de formación de bosques secundarios abarca tres etapas de desarrollo, que consisten en:

Primera etapa

De los dos a los tres años después del abandono. El sitio luego de ser abandonado es colonizado principalmente por especies herbáceas pioneras como arbustos y plantas trepadoras de crecimiento rápido (Finegan, 1992), que forman pronto una vegetación densa que pueden dominar el sitio durante dos a tres años (Finegan, 1997). Las plántulas de especies pioneras como *Cecropia sp*, *Croton sp*, *Ochroma pyramidale*, entre otras, emergen rápidamente y pueden formar un dosel continuo en menos de tres años, bajo la sombra del cual desaparece gran cantidad de especies de la primera fase (Chiari, 1999).

Esta etapa es conocida como charral, la cual cumple funciones fundamentales como: mejoramiento de las propiedades de los suelos, preparación del sitio para que puedan germinar las semillas de las especies comerciales y creación de las condiciones microclimáticas necesarias para el crecimiento de las especies comerciales (COSEFORMA, 1999).

Segunda etapa

Puede durar de 10 a 30 años. Esta etapa se caracteriza por el crecimiento de especies pioneras y forman un dosel continuo. Éstas especies son intolerables a la sombra, con madera poco densa y acompañadas de lianas (Finegan, 1997). Forman un bosque de estructura simple y con ausencia de diámetros grandes en las primeras etapas de desarrollo (Finegan & Sabogal, 1988). Con excepción de algunas especies de rápido crecimiento, en esta etapa, la mayoría de las especies comerciales crecen bajo la sombra de las pioneras (COSEFORMA, 1999).

Tercera etapa

Declina la abundancia de individuos de especies heliófitas efímeras y sobresalen los individuos de especies heliófitas durables que incluyen las especies comerciales, formando un rodal compuesto por pocas especies comparado con un bosque primario (Finegan, 1992). Estas especies dominan el rodal hasta que empiezan a envejecer y son reemplazadas por las esciófitas, que se desarrollan simultáneamente en el dosel inferior del bosque (Guillén, 1993).

Las especies de crecimiento rápido como *Vochysia ferruginea* o *Laetia procera*, alcanzan diámetros mayores de 40 cm entre 20- 30 años. Al mismo tiempo, otras especies valiosas como *Minquartia guianensis*, *Brosimum alicastrum*, *Carapa guianensis* y *Calophyllum brasiliensis*, crecen más lentamente bajo su sombra (COSEFORMA, 1999).

La duración de estas etapas varía dependiendo principalmente de: zona de vida, uso anterior del suelo, fuente semillera e interferencia humana en el proceso natural de recuperación.

2.1.5 Características de los bosques secundarios

De acuerdo con Lamprecht (1990) y Viquez (1993) algunas características en común de los bosques secundarios son:

- **Baja diversidad y menor complejidad:** menos de 20 especies de árboles dominantes por hectárea.
- **Alta similitud y maleabilidad:** las especies de bosque secundario, poseen un comportamiento vegetativo y reproductivo muy similar, que ofrece la oportunidad de desarrollar prácticas silviculturales semejantes.
- **Alto rendimiento:** las especies heliófitas de los bosques secundarios dependen de la luz solar, de la humedad del suelo y de los gases atmosféricos para producir biomasa, por lo que no requiere de suelos óptimos ni de prácticas de fertilización para obtener una producción adecuada.
- **Alta agresividad:** los individuos de las especies de estos bosques producen grandes cantidades de semillas, con altos porcentajes de germinación y de viabilidad, bajo condiciones marginales inclusive.
- **Alta productividad:** las especies de bosque secundario invierten la mayor parte de su energía en desarrollarse rápidamente, y así reproducirse en el menor tiempo posible, además de producir significativos volúmenes de madera en períodos cortos de 10 a 15 años.
- **Baja dependencia interespecífica:** las especies dependen mayormente del viento o de muy pocas especies de animales para polinizarse o dispersar sus frutos y semillas y no dependen de poblaciones de animales reducidas o en vías de extinción para obtener cosechas de semillas que permitan la reiteración de las poblaciones.
- **Alta resistencia:** la incidencia de plagas y enfermedades en estos es casi nula y no llega a afectar a la totalidad de las poblaciones.
- **Alta competitividad:** este tipo de bosque es un ecosistema tan dinámico, que los individuos menos capacitados para competir son eliminados rápidamente.

- **Las maderas:** las especies poseen maderas con características anatómicas y físicas semejantes entre sí; son por lo general suaves, de colores claros, livianas, fáciles de trabajar y de un costo medio en el mercado.

2.1.6 Importancia de los bosques secundarios

Los bosques secundarios han empezado a tener una mayor aceptación en el mercado y aunque la diversidad de productos y beneficios que se obtienen de él, no son realmente valorados, es necesario que se cuantifiquen y consideren realmente como una fuente económica y ecológica importante, que a la vez brinda beneficios sociales (Segura, 2000).

Según Sabogal *et al.*, (1997), Redondo (1998), COSEFORMA (1999) y Solís (2000) los servicios ecológicos y económicos de los bosques secundarios son:

a. Importancia ecológica

- Recuperación de la productividad del sitio (reservorio de materia orgánica y nutrientes en el suelo para fines de producción agrícola).
- Regulación de flujos de agua (protección del agua).
- Reducción de la erosión del suelo y protección contra el viento.
- Mantenimiento de la biodiversidad.
- Acumulación de carbono.
- Conservación genética in-situ
- Servir como ecosistema para el establecimiento de especies de plantas y animales que requieren de bosque alto.
- Servir de reserva para áreas a ser usadas para la agricultura y/o agricultura.
- Contribuir a reducir la presión sobre los bosques primarios.
- Protección de las cuencas hidrográficas.

- Formación de corredores biológicos que conectan fragmentos de bosques remanentes y crean unidades boscosas más extensas.

b. Importancia económica

Existe una gran cantidad de productos que se pueden extraer de un bosque secundario, los cuales pueden ser una importante fuente de recursos para el dueño del bosque. Estos productos son:

- Frutos comestibles.
- Plantas medicinales, alimenticias, estimulantes, alucinógenas, productoras de veneno, entre otras.
- Materiales para construcción rural y cercas.
- Combustible (leña y carbón).
- Materiales para tintes, materiales para elaborar utensilios domésticos y de caza.
- Madera de alto valor.
- Madera para uso industrial.
- Carne silvestre (manejo de fauna silvestre).
- Germoplasma de especies útiles para fines de domesticación.
- Transformación química de la biomasa (fabricación de pulpa y papel, plásticos y fibras celulósicas, gasificación de la madera, entre otras).
- Asegurar el abastecimiento de agua potable y generación de energía para la población.
- La fijación de Carbono para contrarrestar el efecto invernadero. En la actualidad, el Carbono fijado se puede vender a nivel internacional como producto adicional del bosque secundario.
- Belleza escénica, que permite la explotación ecoturística de la naturaleza existente.

2.2 Los grupos ecológicos de las especies forestales

En el bosque húmedo tropical, uno de los factores principales en la determinación de las especies es la luz, razón por la cual es necesario agrupar a las especies forestales de acuerdo a sus requerimientos de luz (Manta, 1988). Es por ello que Finegan *et al.*, (1993) identifican 4 grupos ecológicos en bosques tropicales de Costa Rica:

a. Heliófitas efímeras: especies que requieren un alto grado de luz para regenerarse y crecer, requieren de claros grandes para regenerarse; su vida es relativamente corta (quizá no más de 20 ó 30 años). Alcanzan la edad reproductiva a los dos o cuatro años, fructifican continuamente y el tamaño de la semilla es pequeño. La altura máxima de los árboles máxima de los árboles puede ser de 20 a 25 m, la estructura de la población puede llegar a ser coetánea en un claro determinado. Ejemplos de estas especies son: *Cecropia insignis*, *Croton schiedeanus*, *Heliocarpus appendiculatus*, *Ochroma pyramidale*, *Trema micrantha*.

b. Heliófitas durables: especies que también requieren luz para crecer y reproducirse, pueden establecerse bajo el dosel arbóreo pero requieren necesariamente de claros, aunque pequeños, que lleguen al piso del bosque para crecer. Estas especies son comunes en bosque primario y algunas de ellas pueden dominar la fase madura del bosque. Los árboles alcanzan la edad reproductiva entre los 5 y 15 años, el tamaño de la semilla va de pequeño a mediano. Alcanzan alturas aproximadas de 30 a 40 m, la estructura de la población puede llegar a ser coetánea en un sitio determinado. Algunas de estas especies son: *Apeiba membranacea*, *Cedrella odorata*, *Goethalsia meiantha*, *Simarouba amara*, *Swietenia macrophylla*, *Vochysia ferruginea*.

c. Esciófitas parciales: especies que toleran la sombra en las primeras etapas de su desarrollo, cuyas plántulas se establecen y crecen bajo el dosel; pero que exigen luz directa para pasar de la etapa de fuste joven a fuste maduro. Tienen épocas poco predecibles de fructificación con cosechas irregulares; el tamaño de la semilla varía de mediana a grande por lo que la gravedad juega un papel importante en la diseminación de las semillas.

La estructura de la población abarca todas las clases de edad constituyendo un rodal discetáneo en un sitio determinado, compuesto de árboles de maderas duras de crecimiento lento. Los árboles llegan a tener alturas de 30 a 45 m y excepcionalmente 60 m. Especies como *Virola sebifera*, *Pentaclethra macroloba*, *Carapa guianensis* son parte de este grupo.

d. Esciófitas totales: especies que toleran sombra en todas las etapas de su desarrollo, cuyas plántulas se establecen y crecen bajo sombra. Muchas especies crecen lentamente a la sombra, mientras que otras no crecen, pero pueden sobrevivir en un estado de supresión. Especies como *Minuartia guianensis*, *Licaria triandra*, *Teobroma simiarum*, forman este grupo.

Determinar la proporción de especies arbóreas que constituyen cada grupo ecológico, según el tamaño máximo de la especie, permite conocer en qué grupo se encuentran las especies maderables de interés, cuál calidad de madera se puede esperar de ellas y cómo se puede intervenir el bosque para crear aperturas en el dosel, que satisfagan los requerimientos ecológicos de las especies forestales valiosas del momento (Manta, 1988 citado por Agüero, 1995).

2.3 Crecimiento y factores que lo determinan

El crecimiento es definido como la variación del tamaño de un individuo por unidad de tiempo y su cuantificación se denomina incremento (Siteo, 1992).

La importancia de obtener información de crecimiento de bosques radica en la necesidad de predecir las existencias futuras de productos aprovechables, pues resulta muy difícil planificar el manejo y administrar las empresas que lo llevan a cabo sin información que permita la programación de las actividades de aprovechamiento y la estimación de los ingresos que las mismas generarán; y hasta predecir la época del próximo aprovechamiento.

Además los estudios de crecimiento facilitan la identificación de los factores que afectan la productividad del bosque, y entre ellos, el efecto de las intervenciones silviculturales (Camacho & Finegan 1997). Por su parte Reyes (1997) afirma que las razones para estimar crecimiento son: necesidad de planificación de la producción, investigación silvicultural, ecológica y manejo ambiental.

Los factores que determinan el crecimiento de los árboles son:

a. Competencia: Competencia es una interacción entre individuos que comparten el uso de un recurso de disponibilidad limitada, conduciendo a una reducción del crecimiento, reproducción y supervivencia de los individuos que compiten (Begon *et al.*, 1986; Siteo, 1992). Para que haya competencia es necesario que los recursos sean escasos. Así, en una sucesión forestal, no se verificará competencia durante el periodo inicial y se considera que esta se inicia cuando las copas y probablemente los sistemas radiculares de las plantas empiezan a traslaparse (Finegan, 1993).

Ortiz (1989) establece que la densidad es una medida del estado de competencia entre árboles, la cual depende de la biomasa que se encuentra creciendo en el bosque (número, tamaño y distribución de los árboles).

La competencia puede expresarse como la razón entre el área basal del árbol individual por la cantidad de área basal de la parcela. En caso que se use área basal como índice de competencia, la correlación con el crecimiento es mayor para parcelas pequeñas ya que en realidad un árbol no compite con todo el bosque, sino con sus vecinos más cercanos (Siteo, 1992).

b. Radiación solar: se estima que un aumento de incidencia solar en la copa de cada árbol, significaría un aumento en la tasa de crecimiento (Hutchinson, 1993). La radiación solar varía de intensidad y duración en posición horizontal y vertical dentro del bosque. Las especies forestales, dependiendo del grupo ecológico a que pertenecen tienen diferentes requerimientos de luz para su regeneración y establecimiento (Sitoe, 1992)

c. Forma de copa: la fotosíntesis es la fuente básica de carbohidratos que conforman el fuste, por lo cual es importante evaluar el área fotosintética de los árboles. En la práctica, esta estimación se hace tomando en cuenta la especie y el tamaño del árbol (Sitoe, 1992). Varios autores han demostrado la existencia de correlación entre la forma de copa y el crecimiento diamétrico de los árboles forestales (Lowe & Walker, 1977; Synnott, 1979; Alder, 1980 citados por Agüero, 1995).

d. Lianas: la cobertura de la copa por lianas puede reducir considerablemente el crecimiento del árbol (Sitoe, 1992). Clark y Clark (1990) establecieron que existe una correlación negativa entre las lianas y el crecimiento diamétrico. Estos autores discuten que las lianas pueden no influir en el crecimiento si estas se encuentran en la parte inferior de la copa.

e. El tamaño del árbol: el crecimiento de un organismo es función directa de su tamaño, esto partiendo del principio que el crecimiento de un organismo es la diferencia entre la síntesis y la degradación de sus materiales constituyentes y estas funciones son directamente proporcionales a su tamaño (Sitoe, 1992).

f. Otros factores: Existen otros factores que influyen el crecimiento de los árboles, entre ellos están: la especie, el sitio donde crece el árbol, el vigor del individuo, aspectos genéticos (Valerio & Quesada, 2000)* y factores climáticos (temperatura, precipitación, horas de brillo solar, humedad relativa) (Sitoe, 1992).

* Notas de clase. Curso de Silvicultura de Bosque Natural. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, C.R.

2.4 Comercialidad de las especies

Desde el punto de vista de la comerciabilidad de las especies para la industria forestal, se clasifican en dos grandes grupos: comercial y no comercial. El grupo de las comerciales se refiere a las que pueden ser usadas en la industria forestal los cuales varían en uso entre ellos: maderas para la construcción, mueblería, artesanía, construcción, entre otros usos. Mientras que el otro grupo lo conforman especies las cuales no son utilizadas actualmente por la industria forestal, pero tiene un potencial que bajo las condiciones actuales de uso no se ha determinado (Ramírez, 2000).

2.5 Mortalidad y reclutamiento

Cualquier población o comunidad está compuesta de organismos que algún día morirán. La permanencia de la población en su hábitat depende de los hijos que estos organismos logran criar. El balance de estos procesos constantes de mortalidad y natalidad o reclutamiento, determinan el número de organismos presentes en la comunidad o población (Finegan, 1992b). Este mismo autor afirma que la mortalidad en una comunidad vegetal es un proceso importante en todos los niveles, ya que afecta la composición florística de la comunidad, juega un papel determinante en la evolución y, a nivel práctico, determina en un bosque, cuántos árboles comerciales inmaduros alcanzan tamaño maderable.

La mortalidad dependiente de la densidad puede ser resultado directo de la supresión, pero más comúnmente es indirecto, en el sentido de que los árboles menos vigorosos, con copas bajo el dosel, se vuelven susceptibles a enfermedades o daños de animales en un grado mucho mayor que los árboles más vigorosos (Alder, 1980).

2.6 Parcelas permanentes de muestreo (PPM)

Una PPM es una unidad de muestreo que será permanente marcada en el momento de establecerse y al iniciar la medición, para que pueda ser ubicada a intervalos periódicos para nuevas mediciones (John & Tschinkel, 1971 citados por Agüero, 1995).

Las PPM son un medio (a partir de los datos recolectados de estas) para estimar modelos de crecimiento y rendimiento. Además sirven para el monitoreo de los cambios a largo plazo (mejoramiento, degradación) que se dan en el bosque, sin o con las intervenciones de manejo, en términos de la composición florística (número, tamaño y especies), la estructura del rodal y los procesos de crecimiento, mortalidad y reclutamiento de los individuos (Finegan *et al.*, 1993).

El tamaño de las PPM está determinado por el tipo de bosque, la homogeneidad de la masa forestal y la distribución de las especies (Alder, 1980). En lo que respecta a la forma de estas, Synnott (1979) recomienda PPM de forma cuadrada por las siguientes razones:

- Los cuadrados tienen menos perímetro, para un área dada, que los rectángulos o fajas, y por lo tanto se reducen los costos de la demarcación y mantenimiento de los bordes y los errores causados por la incertidumbre sobre los árboles ubicados en los límites.
- Las parcelas cuadradas de tamaño y distribución apropiada pueden alcanzar errores de muestreo menores que en un área total de muestreo igual con fajas.
- Las PPM cuadradas son aparentemente menos afectadas que las fajas por interferencias de caminos y pistas futuras y son más fáciles de diseñar, así como de evitar áreas anegadas, afloramientos rocosos, entre otros obstáculos, sin introducir sesgo.
- A diferencia de las parcelas circulares, la cuadradas pueden fácilmente subdividirse en subparcelas.

2.7 Tratamientos silviculturales

2.7.1 Concepto y propósito de los tratamientos silviculturales

Los tratamientos silviculturales son una serie de operaciones propias que se han desarrollado paulatinamente en el último siglo en varias regiones del mundo como Malasia, Congo, Nigeria, Trinidad, entre otros (Hutchinson, 1993).

El objetivo de los tratamientos silviculturales es manipular la dinámica natural del ecosistema, de tal manera que se aumente la productividad de la biomasa utilizable (Quirós & Finegan, 1994). Estos tratamientos buscan mejorar las condiciones productivas de la masa de futuras cosechas, contribuyendo así a incrementar su rendimiento (Carrillo, 1999).

2.7.2 Tipos de tratamientos

Existen distintos tipos de tratamientos silviculturales que se aplican dependiendo de las características del bosque a manejar. Algunos tratamientos silviculturales son:

a. Liberación

Consiste en disminuir la competencia a los individuos deseables mediante anillamiento y envenenamiento de los indeseables (Quevedo, 1990). Se aplica para favorecer a aquellos individuos que siendo prometedores como productores de madera, se encuentran en una situación de competencia desfavorable, por lo general expresada en su posición de copa, esto es que están a la sombra de otro individuo o que las copas de otros árboles compiten ventajosamente con ellos por la luz (Valerio & Salas, 1997).

La liberación puede considerarse como “silvicultura positiva” (desde el punto de vista comercial), pues se buscan y se favorecen directamente los árboles de futura cosecha (Quirós & Finegan, 1994).

b. Mejora

Este tratamiento se realiza eliminando los árboles que presentaron deficiencias en cuanto a estado fitosanitario, forma y valor comercial. Con esta reducción en la biomasa se busca brindar mejor espacio a los individuos deseables para que se incremente su producción (Maginnis *et al.*, 1998).

c. Refinamiento

El refinamiento consiste en la eliminación de árboles de especies no comerciales con diámetro mayor a un límite establecido, definido para cada bosque, para evitar entradas excesivas de luz y el establecimiento de vegetación no deseada. Este tratamiento, además de promover el establecimiento de árboles por la entrada de luz, debido a la disposición de materia orgánica adicional ocasionada por la muerte de los árboles anillados, contribuye al incremento de las tasas de crecimiento de los árboles remanentes (Valerio & Salas, 1997). Su aplicación, representa una “silvicultura negativa”, debido a que se eliminan árboles del bosque de manera generalizada, sin tomar en cuenta la distribución de los árboles para futura cosecha (Quirós & Finegan, 1994).

d. Aprovechamiento

En todos los casos constituye la primera intervención silvicultural que se realiza con fines comerciales. La intensidad de aprovechamiento o reducción de biomasa depende de las condiciones del recurso y los lineamientos de manejo propuestos (Maginnis *et al.*, 1998).

Hutchinson (1993b) menciona que es importante tomar en cuenta que el aprovechamiento por sí solo no es suficiente para provocar una reacción positiva adecuada que induzca la regeneración natural, o para aumentar la tasa de crecimiento de los árboles deseables sobresalientes.

e. Enriquecimiento

Consiste en realizar una plantación suplementaria en las áreas en donde se encuentra una deficiencia de regeneración natural de especies valiosas.

2.7.3 Operaciones silviculturales

Las operaciones silviculturales son las actividades más específicas dentro del manejo silvicultural, su objetivo siempre es reducir la competencia entre individuos (Valerio & Salas, 1997). Estas operaciones son:

a. Anillamiento

Consiste en la eliminación de una porción de la corteza, floema, alrededor del fuste, lo que impide el flujo de sustancias elaboradas, como azúcares a la raíz, lo que provoca la muerte del árbol. Algunas especies son capaces de rebrotar bajo el anillo descortezado, por lo que se debe eliminar los rebrotes o aplicar algún arboricida (Valerio & Salas, 1997).

b. Envenenamiento

Es la muerte de árboles individualmente utilizando productos químicos, sean estos sistémicos o de contacto. Esta operación aumenta los costos y los riesgos de contaminación (Valerio & Salas, 1997).

c. Corta de trepadoras

Consiste en cortar con machete los tallos de lianas que se proyectan hasta el suelo, libres o alrededor de los fustes de los árboles de interés (Valerio & Salas, 1997).

2.8 Aprovechamiento forestal como tratamiento silvicultural

Como se mencionó anteriormente, el aprovechamiento es la primera actividad que se lleva a cabo en un bosque bajo manejo, la cual brinda un ingreso económico importante.

El aprovechamiento del bosque natural va a causar alteración. Si la sola presencia del hombre causa impacto, la presencia de máquinas, la corta y extracción de productos causará mayor alteración. Lo importante es estar conscientes que se está causando daño, pero que dependiendo de la manera como se ejecuten las labores de aprovechamiento se pueden reducir considerablemente los efectos negativos (Maginnis *et al.*, 1998).

En Costa Rica, las difíciles condiciones climáticas, propias del trópico y de infraestructura bajo las cuales se realizan los aprovechamientos forestales, han caracterizado la explotación de los bosques (Cordero & Meza, 1992). Esto, sumado a la no aplicación de los planes de manejo por parte del sector maderero, provoca que el aprovechamiento forestal sea ineficiente y altamente destructivo. La alta diversidad de los bosques tropicales y la extracción de pocas especies hizo que en el pasado el aprovechamiento fuese altamente selectivo, debiendo recorrerse e impactarse grandes áreas con el fin de obtener el volumen de madera requerido. Este tipo de aprovechamiento causaba la degradación del bosque remanente, ya que se extraían los árboles que presentaban las mejores características fenotípicas y se dejaba en el bosque aquellos de menor calidad, perdiéndose así, el valor genético de las especies sometidas a explotación (Cordero & Meza, 1992, 1999).

La necesidad de producir madera bajo el principio de rendimiento sostenido, manteniendo los bosques en condiciones similares en lo referente a la diversidad y equilibrio ecológico, han sido los factores principales por los que se ha iniciado una tendencia hacia modificar los patrones tradicionales del aprovechamiento forestal y el consecuente cambio a dirigir los esfuerzos hacia el verdadero manejo del bosque (Abarca & Picado, 1998).

La planificación del aprovechamiento se inicia con un inventario forestal, se analiza la estructura de las poblaciones y las condiciones propias del ecosistema a intervenir. A partir de la información de la distribución diamétrica de los árboles de cada especie se fija la intensidad de aprovechamiento, esta se puede expresar mediante la fijación de un diámetro mínimo de corta por especie. La idea es, que cada especie se intervenga con igual intensidad de tal manera que el impacto del aprovechamiento se distribuya equitativamente entre todas las especies comerciales (Abarca & Picado, 1998). Para lograr esto, además de tener una buena planificación se debe contar con personal capacitado que conozca no sólo la forma de llevar a cabo las labores de aprovechamiento, sino también la importancia de que la ejecución se lleve a cabo dentro del concepto de sostenibilidad (Valerio & Salas, 1997).

2.8.1 Daños causados por el aprovechamiento

Hasta hace poco, los daños producidos por la extracción tradicional de madera en los trópicos, no constituían un tema de mayor relevancia. No obstante, el creciente interés por manejar sosteniblemente este recurso, debido a su acelerada disminución, ha tenido como punto de partida la evaluación de la magnitud de los daños del proceso de aprovechamiento, considerado clave en el manejo del bosque (Vargas, 1991).

Los daños directos causados por el aprovechamiento tradicional, es decir, no planificado, causan estragos que, si bien no pueden eliminarse, son factibles de minimizarse mediante mejoras en el proceso que reducirán el ciclo de corta con mayores beneficios económicos (Vargas, 1991).

Jonkers (1987), en un estudio en Surinam, identifica diferencias de intensidades de daños que van desde la muerte durante el aprovechamiento hasta lesiones que pueden retardar el crecimiento. Además señala que bajo altos rendimientos se reduce el daño por m³ extraído. Al analizar el daño ocasionado por el aprovechamiento, en término de área, él obtuvo que el 59% del bosque quedó sin daños, 11% corresponde al área afectada por el arrastre y el 30% restante a aperturas ocasionadas por las copas de los árboles talados.

Koppelman (1990), en su estudio sobre los daños causados por la extracción selectiva en un bosque de Costa Rica señala que se talaron 3,5 m²/ha que correspondía a un 9,3% del total del área basal. La apertura de claros por la corta fue de 10,2% y 6,7% por pistas de arrastre con un traslape de 1,4%, o sea que el total de claros fue de un 15,5%.

Vargas (1991), en un estudio similar, estableció para dos bosques aprovechados de la Región Huetar Norte un impacto de 65,84% y un 47,35% del área del bosque.

Spittler (1995), en su estudio de evaluación del impacto de un aprovechamiento forestal mejorado en la Región Huetar Norte de Costa Rica, encontró un área con daños del 27,7% con respecto al área efectiva del bosque.

Por su parte Rodríguez y Calderón (1996), en un estudio realizado en el Área Piloto La cureña, Región Huetar Norte, encontraron un porcentaje de área afectada de 20,3%, siendo esta área la suma del área de caída, caminos y rondas.

2.8.2 Aprovechamiento tradicional

Parte de lo descrito anteriormente como características generales de los aprovechamientos forestales, corresponden al aprovechamiento tradicional. Esto debido a que antes de 1992, esta actividad se había realizado en una forma que no satisfacía los requerimientos técnicos para el manejo sostenible del bosque (Quesada, 1992).

El aprovechamiento tradicional en Costa Rica siempre se caracterizó por ser muy destructivo sin ninguna planificación de actividades además de que prácticamente no existía un documento técnico que respaldara o justificara las actividades que se realizaban, mas bien el aprovechamiento era visto como la operación para eliminar el bosque y proceder a hacer un cambio de uso del suelo, permitido hasta 1992 por la legislación costarricense y hasta fomentado por el Estado. De esta manera nace el aprovechamiento tradicional, también llamado madereo. (Abarca & Picado, 1998).

Según Cordero y Meza (1992), las principales características del aprovechamiento tradicional son:

- Carácter eminentemente destructivo. Se extrae un bajo volumen, provocando gran destrucción del recurso, dejando pocas posibilidades para su manejo.
- Bajos niveles de eficiencia, debido a la poca planificación y al uso inadecuado de la maquinaria.
- Extremadamente selectivo; solo se aprovechaban unas pocas especies consideradas valiosas y de buena forma, con la consecuente erosión genética del recurso.
- Temporalidad de las operaciones; se restringe por lo general a la época de menor precipitación.
- Falta de mano de obra especializada.
- Falta de integración bosque-industria. En la mayoría de los casos el dueño de la industria no tiene relación con el propietario del bosque. De esta manera, la madera es adquirida por intermediarios, quienes en su mayoría tienen poco interés en la permanencia del bosque como tal.
- Deficiente control estatal, principalmente en lo que respecta al buen manejo del recurso.
- Otros aspectos a considerar lo constituyen aquellos de carácter político, económico y social, los cuales repercuten en el cambio de uso de los suelos.

2.8.3 Aprovechamiento mejorado

El aprovechamiento mejorado viene a ser la alternativa para utilizar los bosques tropicales de una manera responsable, frente al criterio cortoplacista prevaleciente en la explotación forestal tradicional (Hernández, 1999).

El aprovechamiento mejorado, en el fondo no es más que un aprovechamiento tradicional, salvo algunas variantes las cuales darán significativos resultados en cuanto a eficiencia de las operaciones y bajos niveles de daños al bosque residual (Cordero & Meza, 1992).

Es posible extraer la madera del bosque causando una menor alteración. El requisito para que la explotación se realice de esta manera, es considerando los lineamientos técnicos mejorados (Quesada & Solís, 1992). Una de las bondades de aprovechamiento forestal radica en que si se planifica correctamente, su ejecución sin duda alguna contribuirá a garantizar un mejor futuro al bosque.

Algunas características del aprovechamiento mejorado que se pueden resaltar son: (Cordero & Meza, 1992).

- El censo de los árboles comerciales se hizo pensando en que facilita el control de los daños a estos individuos, debido a que se conoce su ubicación; además, brinda información del área o terreno donde se localicen. De seguro esto hará más eficiente el aprovechamiento.
- Las pistas y caminos se realizan o planifican considerando la distribución espacial de los árboles comerciales, tomando en cuenta las características del terreno.
- La corta debe ser dirigida, a fin de reducir los daños que se pudieran dar a los árboles escogidos para futuras cosechas, lo cual redundará también en beneficios económicos.
- El uso de maquinaria adecuada para el arrastre, así como la utilización del “winch”, reduce significativamente el impacto en la construcción de pistas de arrastre.

2.9 Legislación actual para el manejo del bosque secundario

Actualmente, el Estado ha tomado la iniciativa y como política, la conservación de los recursos naturales. Por esto crea la Comisión Nacional de Certificación Forestal, órgano que además de publicar en 1998 su documento de “Principios, Criterios e Indicadores para el manejo forestal y la certificación forestal en Costa Rica”, en 1999 publica en la Gaceta No. 147 el documento “Principio, Criterios e Indicadores para el manejo sostenible de bosques secundarios y la certificación forestal en Costa Rica”, como herramienta para el manejo de dicho tipo de bosque y asegurar su perpetuidad, ya que el bosque secundario es ante la pérdida de los bosques primarios el recurso forestal más abundante, y por lo cual debe ser protegido.

2.9.1 Principio, Criterios e Indicadores para el manejo sostenible de los bosques secundarios y la certificación forestal en Costa Rica

Para el presente trabajo es importante rescatar el Principio N° 11, el cual expone los lineamientos que se deben seguir para el manejo del bosque secundario: (Comisión Nacional de Certificación Nacional, 1999).

Principio. 11. Bosques Secundarios. Los bosques secundarios deben ser manejados de acuerdo con los Principios 1 al 9 y sus respectivos Criterios e Indicadores aplicables a bosques secundarios estipulados en el Decreto Ejecutivo N° 27388- MINAE, publicado en “La Gaceta” N° 212 del 2 de noviembre de 1998, y con el presente Principio 11 y sus Criterios e Indicadores. El manejo de estos bosques promueve el uso eficiente y continuo de sus diferentes bienes y servicios, con el fin de asegurar la viabilidad económica, y los beneficios sociales y ambientales. Asimismo, el manejo garantiza la permanencia del uso forestal de la tierra mediante la regeneración natural del bosque.

Criterios:

11.1. El manejo del bosque secundario garantiza la regeneración de especies comerciales en las áreas de aprovechamiento y busca minimizar el impacto en los recursos hídricos y edáficos.

Indicadores:

11.1.1. En el manejo se promueven las actividades silviculturales apropiadas (cortas de regeneración o sistema policíclico), determinadas por la etapa sucesional, composición florística, estructura, niveles de regeneración de especies comerciales presentes en el bosque y el sitio, y tomando en consideración las expectativas u objetivos que tiene el dueño sobre el mismo.

11.1.2. En el manejo se consideran las medidas de mitigación del impacto sobre el suelo, agua y masa remanente, y se aplican en el campo.

11.2. Se protegen las especies forestales poco frecuentes, amenazadas, en peligro de extinción y vedadas. Asimismo, se controlan las actividades de caza, captura y recolección de especies de flora y fauna.

Indicadores:

11.2.1. Se implementan acciones para proteger las especies forestales poco frecuentes, amenazadas, en peligro de extinción y vedadas.

11.2.2. Se implementan acciones para controlar actividades de caza, captura y recolección de especies de flora y fauna.

11.3. El manejo mantiene y/o restaura:

- a) La regeneración natural comercial y la sucesión secundaria.
- b) La diversidad genética suficiente para mantener el sistema de producción.
- c) Los procesos naturales que afectan la productividad del ecosistema.
- d) Las funciones y procesos del sistema natural de drenajes.

- e) Las áreas designadas para protección.
- f) El incremento de la tasa de crecimiento de las especies comerciales.

Indicadores:

- 11.3.1. Se mantiene el uso forestal de las áreas aprovechadas.
- 11.3.2. Existe un muestreo de regeneración realizado a partir del tercer año posterior a la cosecha. El error de muestreo es menor o igual al 20% respecto del número de individuos para las especies comerciales, para las categorías de tamaño de regeneración latizal y fustal.
- 11.3.3. Existen medidas para evitar perturbaciones externas que alteren negativamente el proceso sucesional, tales como actividades agropecuarias, fuego, ramoneo, socla y precarismo.
- 11.3.4. El número de árboles semilleros (AP) dejados después del aprovechamiento, es igual o mayor a cinco individuos por hectárea, del grupo de especies comerciales maderables en el área aprovechada y uniformemente distribuidos por especie y espacialmente.
- 11.3.5. Los árboles semilleros reúnen las siguientes características: individuos reproductivos, con fuste recto, copa bien desarrollada, y libre de plagas y enfermedades.
- 11.3.6. En la medida de lo posible, las cortas de regeneración evitan el establecimiento de bosques monoespecíficos.
- 11.3.7. Se implementan las medidas de mitigación para evitar la erosión hídrica del suelo y la alteración del sistema natural de drenajes.
- 11.3.8. En la ejecución del aprovechamiento y el manejo se procura el mínimo impacto en el suelo, agua y masa remanente, que contempla los siguientes aspectos y correspondientes niveles aplicables:
 - a) El área de patios de acopio no ocupa más del 1% del área de bosque productor.
 - b) Los caminos a construir o rehabilitar, por los que circulan camiones, no ocupan más del 2% del área de bosque productor, con pendientes menores al 20% y tienen las obras de conservación necesarias para minimizar la erosión y los daños al suelo y aguas.

- c) Los caminos secundarios no sobrepasan el 8% del área de bosque productor. En estos caminos no existen pendientes mayores al 40% y los pasos de agua son funcionales. Al final de la operación, estos caminos se clausuran y se toman medidas para evitar la erosión y restituir las funciones y procesos del sistema natural de drenajes.
 - d) Las pistas de arrastre ocupan un máximo de 3% del área de bosque productor.
 - e) En caso de sistemas policíclicos el área de claros ocasionados por la corta no sobrepasa el 15% del área definida como bosque productor y la sumatoria del impacto del aprovechamiento no sobrepasará el 25% del área efectiva.
- 11.3.9. Después de la cosecha las áreas de protección permanecen inalteradas.
- 11.3.10. El ciclo de corta es mayor a la edad reproductiva de las especies comerciales maderables de interés.
- 11.3.11. Los árboles de las especies amenazadas, en peligro de extinción y vedadas se marcan en el campo y se mantienen. Estos cumplen una función ecológica, pero no están contemplados dentro de los árboles reservados como semilleros.
- 11.3.12. El aprovechamiento de los árboles secos en pie y caídos no afecta negativamente las funciones ecológicas del bosque.
- 11.3.13. Las operaciones de tala y arrastre protegen las especies poco frecuentes, amenazadas, en peligro de extinción y vedadas, así como los árboles semilleros, y minimizan el impacto sobre la regeneración de las especies comerciales.
- 11.3.14. La ejecución de actividades silviculturales que implican corta de árboles, utilizan técnicas de tala dirigida, arrastre planificado y promueven el uso del winche y cable de largo alcance. Además, la ejecución de dichas actividades, esta a cargo de personal capacitado y certificado en aspectos operacionales de actividades silviculturales.
- 11.3.15. Las actividades de extracción utilizan hasta donde sea posible métodos de bajo impacto tales como fuerza animal y tractor agrícola.
- 11.3.16. Se favorece la tasa de crecimiento de las especies comerciales a través de la aplicación de tratamientos silviculturales, tales como liberación, refinamiento, corta de bejucos, aclareos y otros.

11.4. Se minimiza la contaminación ambiental por productos agroquímicos y desechos no orgánicos de las actividades silviculturales.

11.5. El plan de manejo es el instrumento de justificación técnica y planificación de las actividades por desarrollar en el bosque secundario.

Indicadores:

11.5.1. El plan general contiene los siguientes aspectos:

- a) Un resumen ejecutivo que comprende: Objetivo del manejo, actividades silviculturales y ciclo de corta.
- b) Descripción general de la propiedad.
- c) Los objetivos del manejo.
- d) La descripción de los recursos maderables del bosque, con base en los resultados de un inventario (muestreo) a partir de 10 cm de dap. El error de muestreo es menor o igual al 20% respecto del número de árboles totales y área basal total.
- e) Si se identifican productos no maderables del bosque con potencial comercial, se manejan de conformidad con el Principio 5 y los objetivos del propietario.
- f) La descripción de las actividades silviculturales de manejo antes y después de la cosecha, considera la información obtenida en el inventario forestal y los objetivos del propietario. Además, se indica y justifica el ciclo de corta.
- g) Un plan de monitoreo de acuerdo con el Criterio 11.6.
- h) Una descripción de las medidas de mitigación del impacto de las operaciones forestales sobre los recursos hídricos y edáficos.
- i) La identificación y medidas de protección de las especies forestales poco frecuentes, amenazadas, en peligro de extinción o vedadas.
- j) Los mapas que indican los recursos forestales, las áreas de aprovechamiento, las áreas de protección, caminos requeridos, y patios.
- k) Descripción de las medidas para controlar la caza, pesca, captura y recolección de la flora y fauna.

- l) Si el manejo afecta bienes comunales de vital importancia, tales como caminos, nacientes de agua, o sitios de importancia histórica o cultural, se indican los mecanismos para su protección y medidas de mitigación.
- m) Descripción detallada de las actividades de aprovechamiento y tratamientos silviculturales, su justificación técnica y el cronograma de ejecución.

11.5.2. Los planes operativos de aprovechamiento o actividades silviculturales contemplan los siguientes aspectos:

- a) Para el aprovechamiento se especifican y ubican en un mapa los rasgos topográficos e hidrológicos, los caminos primarios y secundarios, patios de acopio, árboles por extraer (en el caso del sistema policíclico) y los árboles semilleros, especies poco frecuentes, amenazadas, en peligro de extinción y vedadas. Una copia del mapa se usa en el campo como guía para los operarios.
- b) La descripción y justificación de las técnicas silviculturales y de corta, y el equipo a ser utilizado.
- c) El diseño de las obras que garantizan que el sistema natural de drenajes no es afectado negativamente por el aprovechamiento o actividades silviculturales.
- d) Las alternativas viables de comercialización de la madera y los respectivos precios de mercado.
- e) La lista de árboles semilleros, poco frecuentes, en peligro de extinción, amenazados o vedados; en el caso del sistema policíclico se incluye la lista de árboles a cortar (especie, diámetro y volumen).
- f) Justificación técnica del aprovechamiento de árboles secos en pie y/o caídos.

11.6. El plan de manejo incluye un plan de monitoreo que permita determinar el impacto de las operaciones de manejo y sus medidas correctivas cuando correspondan.

Indicadores:

11.6.1. Existen registros de las actividades silviculturales ejecutadas, volumen de producción por especie y número de trozas verificables con las respectivas guías de transporte.

- 11.6.2. Los responsables mantienen disponibles informes de regencia.
- 11.6.3. La ubicación en el campo de los AP y la numeración que los identifican coincide con el mapa correspondiente.
- 11.6.4. En el caso de cortas de regeneración, existe un compromiso escrito de parte del dueño del bosque de permitir el establecimiento y desarrollo de la regeneración natural y la sucesión secundaria en el sitio aprovechado (referido al Criterio 11.3.a.).
- 11.6.5. Se aplican las medidas correctivas del impacto de las operaciones de manejo según los resultados del monitoreo.
- 11.6.6. En bosque secundario productor de más de 30 ha existen parcelas permanentes de muestreo con un área que oscila entre 400 y 600 m², y con una intensidad de muestreo no menor al 1%. Las variables bajo análisis son: incremento anual en dap (mm año⁻¹), incremento anual del área basal (m²ha⁻¹año⁻¹), mortalidad, regeneración, reclutamiento y composición florística.
- 11.6.7. El plan de manejo es revisado en cada ciclo de corta para incorporar los resultados de la evaluación y la nueva información científica y técnica que responda a los cambios en las circunstancias tecnológicas, ambientales, sociales y económicas.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción general del sitio

3.1.1 Ubicación

El área de estudio se ubica en propiedad de la Cooperativa de Autogestión San Juan R. L., localizada en el Caserío La Gloria de Aguas Zarcas, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Dicha área se encuentra en tierras bajas de la Región Huetar Norte de Costa Rica, sub-región Pital.

La finca se ubica a 25 kilómetros de Aguas Zarcas, de los cuales 15 kilómetros son de camino rústico. Geográficamente se encuentra en la hoja cartográfica Tres Amigos, número 3347 IV, entre las coordenadas Lambert Costa Rica Norte:

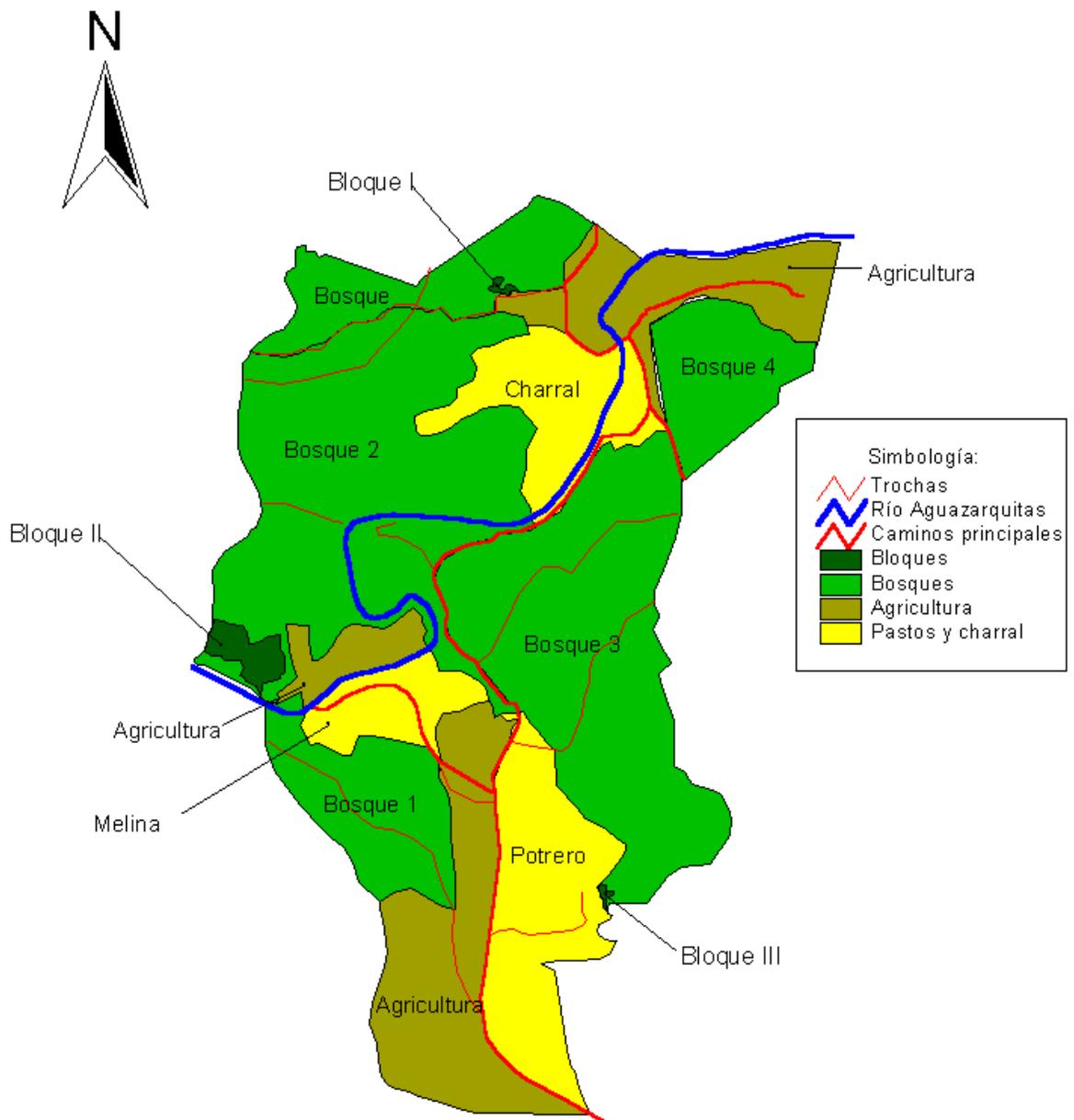
Vertical: 497000-500000

Horizontal: 282000-286000

El área de la propiedad es de 416 ha de las cuales 258 corresponden a bosque, y las restantes 158 ha están dedicadas al cultivo de piña, yuca, plátano, granos básicos, ganadería, reforestación, plantas medicinales y un proyecto turístico.

Se seleccionaron tres bloques de bosque secundario de 23 años de edad, los cuales fueron sujetos a tratamientos silviculturales (aprovechamiento y corta de bejucos) en el año 2000, y en donde habían sido establecidas 7 parcelas permanentes de medición (PPM) ese mismo año, Segura (2000).

Segura (2000) determina el área para cada bloque de bosque en: 1,76 ha para el Bloque I, 4,52 ha para el Bloque II y 1,38 ha para el Bloque III. (Figura 3.1).



ArcView GIS 3.1

Figura 3.1. Ubicación de los bloques de bosque secundario bajo estudio en la Finca Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

3.1.2 Clima

3.1.2.1 Precipitación y temperatura

El área de estudio presenta un clima caliente y húmedo, reportándose un rango de precipitación que va de 3000 a 4000 mm anuales, influenciada por la posición de la Zona de Convergencia Intertropical en el transcurso del año. El período seco es muy variable, pero por lo general los meses más secos van de Febrero a Abril (Bergmann & Stuhmann, 1992). La temperatura promedio anual es de 25°C, con un rango que oscila entre 24 y 27°C.

3.1.2.2 Zona de vida

Según el Centro Científico Tropical (1993), en su mapa ecológico de Costa Rica de acuerdo con la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, el área de estudio se ubica en el Bosque muy húmedo Premontano, transición Basal.

3.1.3 Relieve y topografía

La topografía de la finca es bastante plana con una pendiente promedio de 5%, encontrándose una pendiente máxima de 15%.

3.1.4 Suelos

Según Solís (1986) los suelos de las áreas sujetas a estudio se definen como Inceptisoles (Oxic Dystropept y Aeric Tropaquept en un componente de 60 y 20% respectivamente), y se caracterizan por ser rojizos, profundos y bajos en bases.

Según Pérez y Van Ginneken (1978) citados por Segura (2000), en cuanto a capacidad de uso de este tipo de suelo, se puede encontrar dos tipos de categorías:

Clase 2PF: suelos con limitaciones de pendiente y con una fertilidad media a muy baja, es apta para cualquier uso.

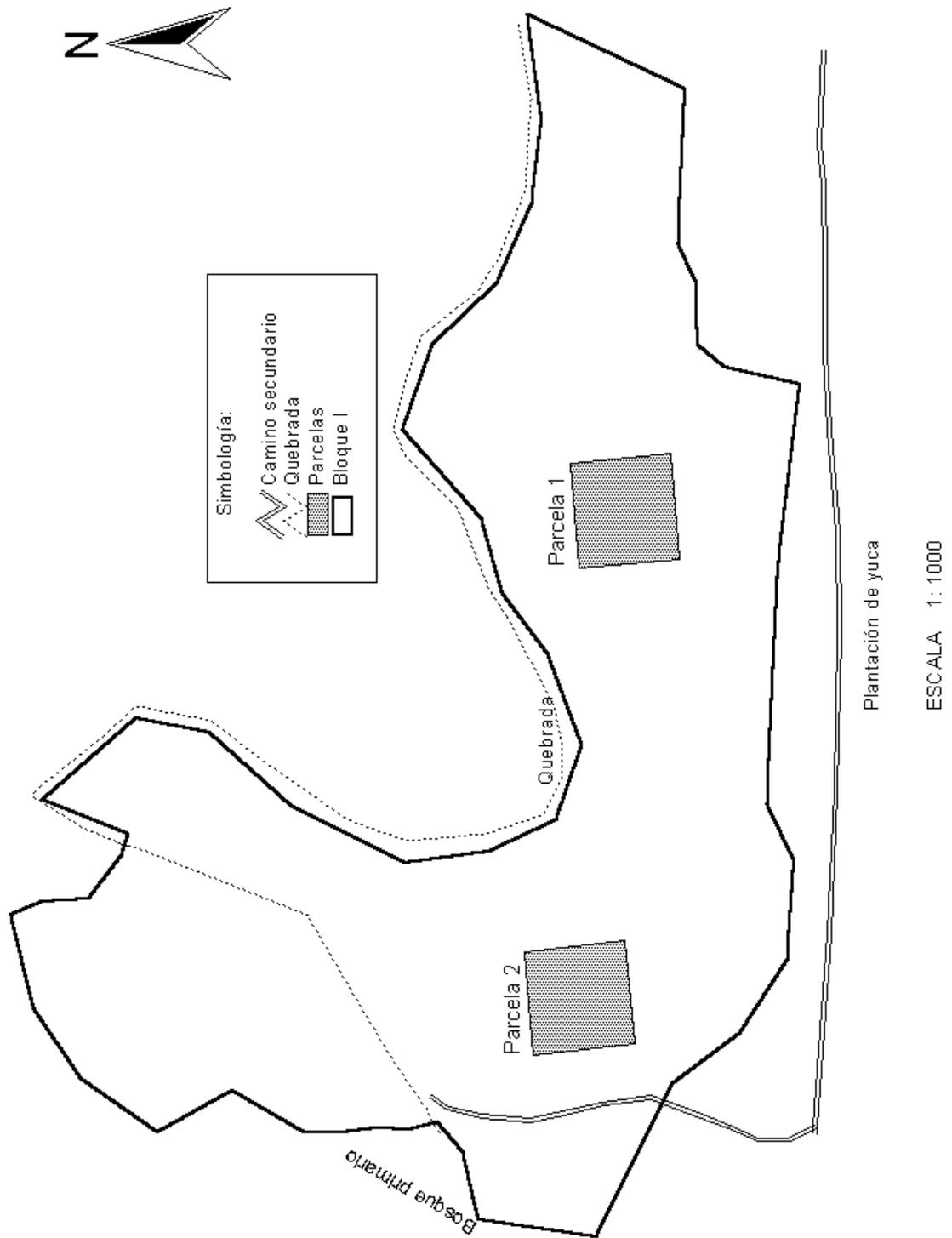
Clase 4P: suelos con limitaciones de pendiente, se considera apto para todo tipo de usos, sin embargo en ella se restringe en alto grado las plantas a elegir además de que requiere métodos intensivos de Manejo y conservación de suelos.

3.1.5 Área de estudio

Las áreas de estudio (tres bloques de bosque secundario), fueron intervenidas en el año 2000. En general la topografía de las tres áreas es plana. Existen siete parcelas permanentes de medición de 625 m² (25 m x 25 m) las cuales fueron establecidas en el año 2000.

Los bloques seleccionados se describen a continuación (Segura, 2000):

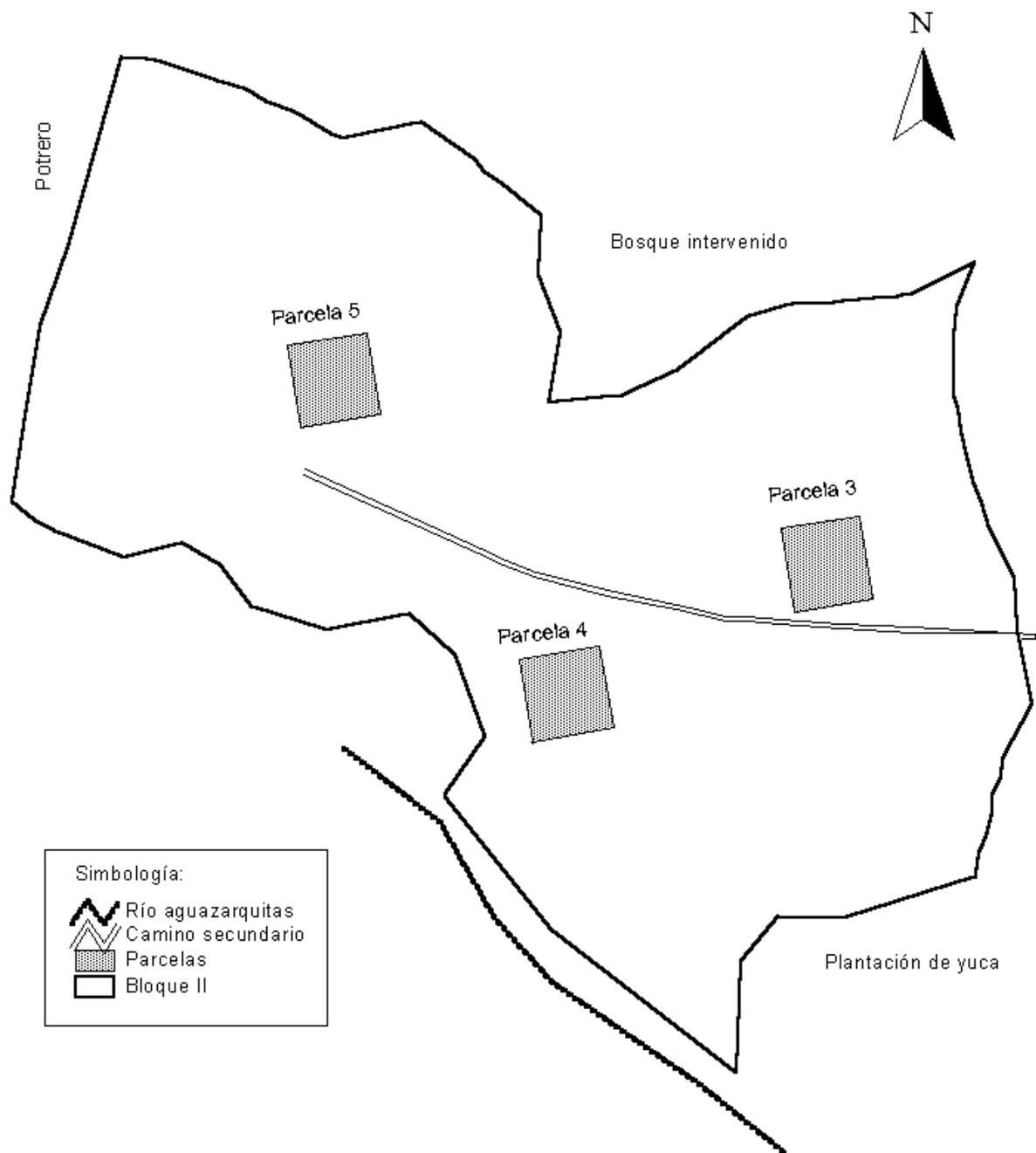
- Bloque I: es atravesado en la parte noroeste por una quebrada que a su vez se ubica luego en el límite norte, al oeste limita con bosque primario y al sur con un cultivo de yuca. En este bloque se ubican las parcelas permanentes de medición número 1 y 2 (Figura 3.2).
- Bloque II: limita al sur con el Río Aguazarquitas, al norte con bosque primario, al oeste con potrero y al este con un cultivo de yuca. En este bloque se ubican las parcelas permanentes de medición número 3, 4 y 5 (Figura 3.3).
- Bloque III: limita al oeste y al sur con la Quebrada La Danta, limita al norte y al este con bosque primario. En este bloque se ubican las parcelas permanentes de medición número 6 y 7 (Figura 3.4).



ArcView GIS 3.1

Figura 3.2. Ubicación de las parcelas permanentes de medición del Bloque I en el bosque secundario, Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Tomado de Segura, 2000.

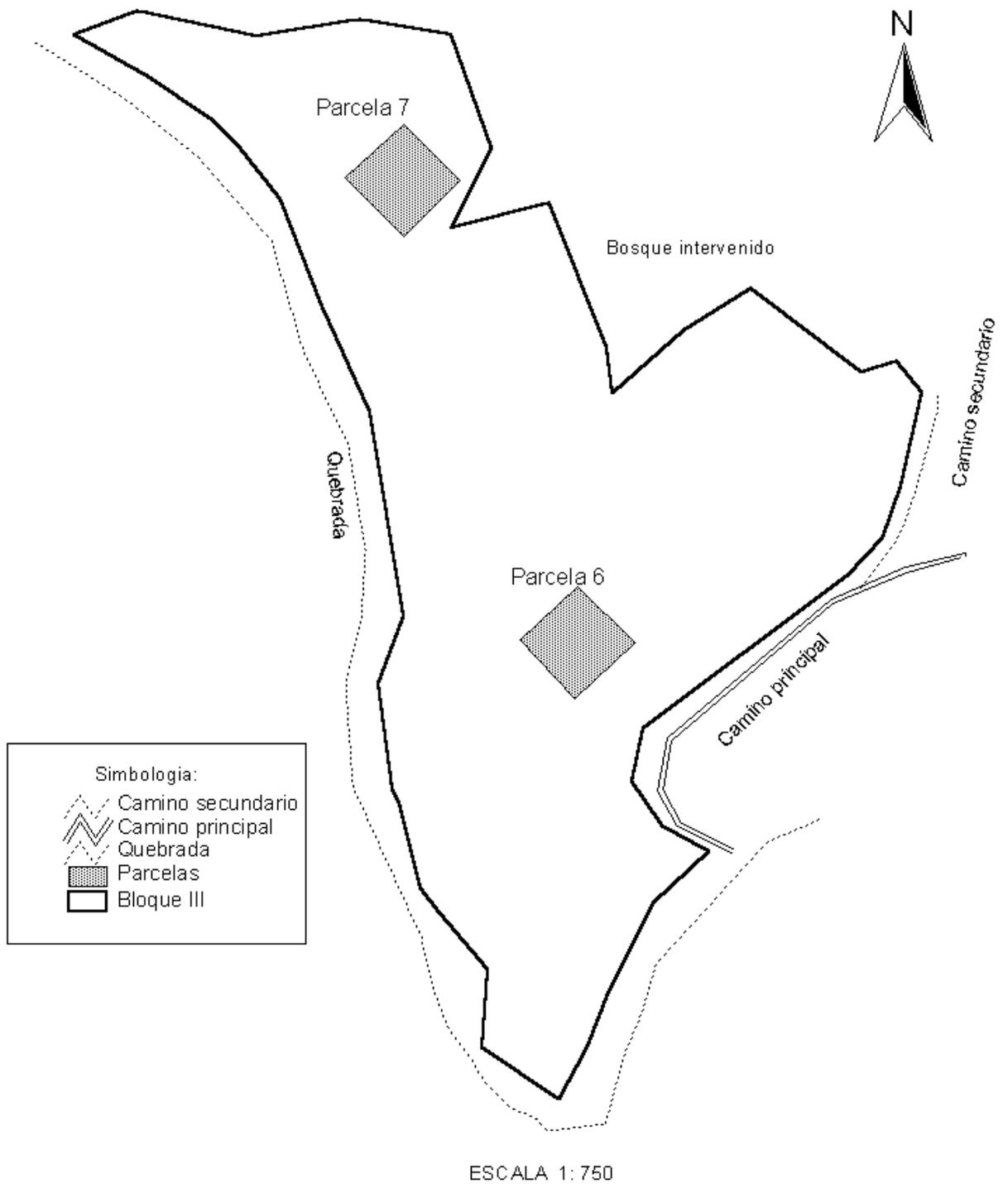


ESCALA: 1:2515

ArcView GIS 3.1

Figura 3.3. Ubicación de las parcelas permanentes de medición en el Bloque II del bosque secundario, Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Tomado de Segura, 2002.



ArcView GIS 3.1

Figura 3. 4. Ubicación de las parcelas permanentes de medición del Bloque III en el bosque secundario, Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Tomado de Segura, 2002.

3.2 Toma de datos

Previo a la toma de datos, se visitó cada bloque de bosque secundario para reconocer el terreno y reubicar las parcelas permanentes previamente establecidas por Segura (2000).

3.2.1 Elaboración de los mapas

Debido a que el levantamiento topográfico de los bloques de bosque secundario se había realizado en el año 2000, no fue necesario hacerlo para el presente trabajo, por lo que ya existían mapas de dichas áreas. Con el propósito de presentar la forma y ubicación de los bloques, además de la ubicación de las parcelas, se procedió a escanear los mapas existentes y luego se digitalizó en pantalla con el programa ArcView GIS versión 3.1.

3.2.2 Parcelas permanentes de medición (PPM)

Existen siete parcelas permanentes de medición de 625 m² (25 m x 25 m) las cuales están distribuidas de la siguiente manera:

Cuadro 3.1. Distribución de las parcelas permanentes de medición (PPM) y su correspondiente intensidad de muestreo para cada uno de los bloques de bosque secundario, Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Número de bloque	Número de parcelas	Intensidad de muestreo
Bloque I	1 y 2	7%
Bloque II	3, 4 y 5	4%
Bloque III	6 y 7	9%

Las parcelas fueron establecidas por Segura (2000), que sirven para monitorear el comportamiento futuro del bosque a los tratamientos aplicados (que es precisamente lo que pretende el presente trabajo).

Cada vértice de estas parcelas fue marcado con un tubo PVC de dos pulgadas de diámetro pintado con color amarillo en la parte superior e identificado el número de parcela en cada uno. Se utilizó pintura amarilla también para marcar el punto de medición del diámetro a 1,30 metros de altura (d) con un anillo a todos los árboles con $d \geq 5$ cm. Los árboles medidos se numeraron consecutivamente en cada parcela con placas metálicas colocadas cerca del anillo de medición del d .

En las PPM se midieron las siguientes variables:

1. Identificación de la especie: se realizó la identificación en el campo y en los casos que no fue posible se procedió a la recolección de muestras botánicas para su posterior identificación.
2. Diámetro a la altura de pecho: se midió el diámetro a la altura del pecho de los individuos con diámetro mayor a 5 cm con el fin de verificar si efectivamente la apertura de claros contribuyó con el incremento de los árboles que se encontraban en el lugar antes de aprovechamiento.
3. Punto de inversión morfológica (PIM), expresado en metros.
4. Altura de copa (hc), expresada en metros.
5. Posición de copa, utilizándose la clasificación propuesta por Dawkins (1958):
 1. Árbol emergente: una copa con plena exposición a la luz, tanto en la parte superior como lateral.

2. Árbol con iluminación vertical plena: plena iluminación en la parte superior de la copa, pero con copas que impiden la llegada de luz lateral.
 3. Árbol con iluminación vertical parcial: una copa con iluminación parcial en la parte superior.
 4. Árbol con iluminación oblicua únicamente: una copa con iluminación en un solo lado.
 5. Árbol sin ninguna iluminación directa: una copa que no tiene iluminación directa.
6. Forma de copa (FC), utilizándose la clasificación propuesta por Synnott (1979):
1. Forma perfecta: círculo completo (copa densa, simétrica, desarrollada sin perturbaciones).
 2. Forma buena: círculo irregular (más o menos simétrica, desarrollada sin perturbaciones).
 3. Forma tolerable: media copa (asimétrica, tenue; se puede corregir si recibe más luz).
 4. Forma pobre: menos de media copa (muy asimétrica, pocas ramas vitales; pero puede sobrevivir)
 5. Forma muy pobre: una o pocas ramas (degenerado, con daños irreversibles).
7. Nuevos ingresos: Se hizo una marcación de aquellos individuos que ingresaron después del aprovechamiento.
8. Efectividad de la corta de bejucos: Este parámetro se evaluó únicamente en el Bloque II, ya que éste además de ser aprovechado como los otros dos bloques, fue sometido a una corta de bejucos. Para medir la efectividad de la corta de bejucos, se estableció una escala de la siguiente manera:

Cuadro 3.2. Criterios a emplear para la evaluación del tratamiento de corta de bejucos en el bosque secundario del Bloque II.

Escala	Criterio
1	Árbol libre de bejucos en su tronco y copa.
2	Árbol aún con bejucos en su tronco y/o copa debido a que se recuperaron de la primera aplicación.
3	Árbol fuertemente atacado por bejucos en su tronco y/o su copa.

3.2.3 Evaluación de la regeneración

Para la cuantificación de la regeneración se siguió la metodología desarrollada por Saéñz y Finegan (2000). Se establecieron parcelas temporales de 25 m² (5 m x 5 m) en las cuales se cuantificaron los latizales bajos (individuos de 1,3 m de altura hasta 4,9 cm de diámetro), y dentro de cada una de estas parcelas se establecieron 2 parcelas temporales de 4 m² (2 m x 2 m) donde se cuantificaron los brinzales (individuos de 0,30 m de altura hasta 1,3 m de altura) (Figura 3.5). La intensidad de muestreo para los tres bloques fue del 2%.

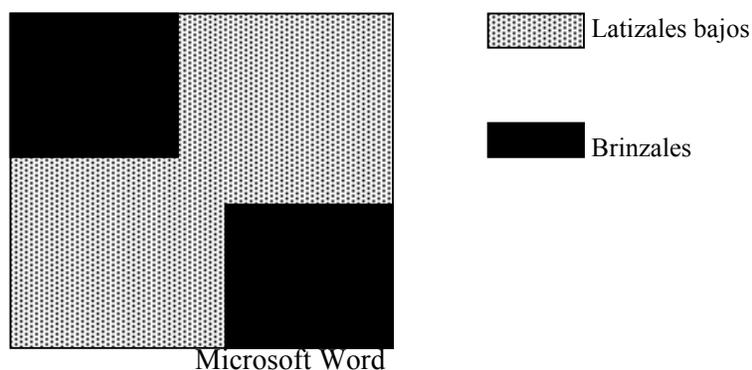


Figura 3.5. Instalación de parcelas empleadas en el inventario de la regeneración

Las parcelas fueron establecidas según la condición de sitio, con el objeto de calcular si hay o no diferencias en especies y número de individuos por hectárea según sea el grado de iluminación. Se escogieron tres condiciones de sitio: camino secundario, claro provocado por la corta de un árbol y sitio sin perturbación (sombra). Las variables medidas para éstos individuos son: identificación de la especie y conteo de los individuos.

3.2.4 Evaluación del área impactada

Esta evaluación se llevó a cabo con la metodología de visita a tocones propuesta por Valerio (1998). Esta metodología abarca tres puntos principales, los cuales son:

1. Evaluación de tocones.
2. Evaluación de caminos.
3. Evaluación de patios de acopio.

3.2.4.1 Evaluación de tocones

Consiste en visitar los tocones y medir la magnitud del impacto del aprovechamiento. Luego de ubicar el número de tocón, tanto en el campo como en el mapa base de aprovechamiento, se aplicó un formulario (Anexo 1) con el que se obtuvo información referente a:

- Datos generales (bloque, fecha, evaluador, número de tocón, especie).
- Ubicación en el mapa base de aprovechamiento (correcta o incorrecta).
- Ubicado o no en zona de protección.
- Caída o no en zona de protección, camino secundario o fuera del bosque.
- Número de árboles que provocaron el claro.
- Tamaño promedio del claro provocado por el árbol.
- Daños a otros árboles.
- Aprovechamiento de residuos del árbol.
- Presencia de basuras inorgánicas cerca del tocón.

- Utilización de winch para arrastrar los árboles que fueron cortados.
- Presencia de pistas innecesarias para extraer el árbol.
- Signos de erosión.
- Hay obstrucción de vías de agua.

3.2.4.2 Evaluación de Caminos

La metodología de evaluación de caminos pretende determinar si se dieron o no cambios drásticos en el trazo de los caminos de acuerdo a lo planificado en el mapa base de aprovechamiento y lo trazado en el campo, y por lo tanto evalúa el grado de comunicación que existió entre el profesional forestal y el tractorista que construyó el camino. En el Anexo 2 se presenta el formulario con el cual se evaluaron los caminos, el cual permitió obtener información relacionada con:

- Tipo de camino (primario o secundario).
- Planificación o no del camino.
- Ancho del camino.
- Pendiente promedio y máxima del camino.
- Ubicación en el mapa base de aprovechamiento (correcta o incorrecta).
- Presencia de caminos innecesarios.
- Presencia o no de signos de erosión.
- Obras para evitar la erosión.
- Presencia de basuras en el camino.
- Mapa base concuerda con red hídrica (topografía y red hídrica).

Nota: En este trabajo no se realizó evaluación de patios de acopio debido a que éstos fueron ubicados fuera del bosque en lugares abiertos (potreros principalmente), por lo que fue imposible su ubicación.

IV ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el fin de conocer las características y el comportamiento de los bloques de bosque secundario después de su intervención, se realizaron muestreos en cada bloque. Con la información obtenida, se procedió a evaluar el impacto del aprovechamiento en cada sitio, en comparación con los resultados obtenidos por Segura (2000).

Seguidamente se presenta la información recopilada en los muestreos realizados:

4.1 Parcelas permanentes de muestreo

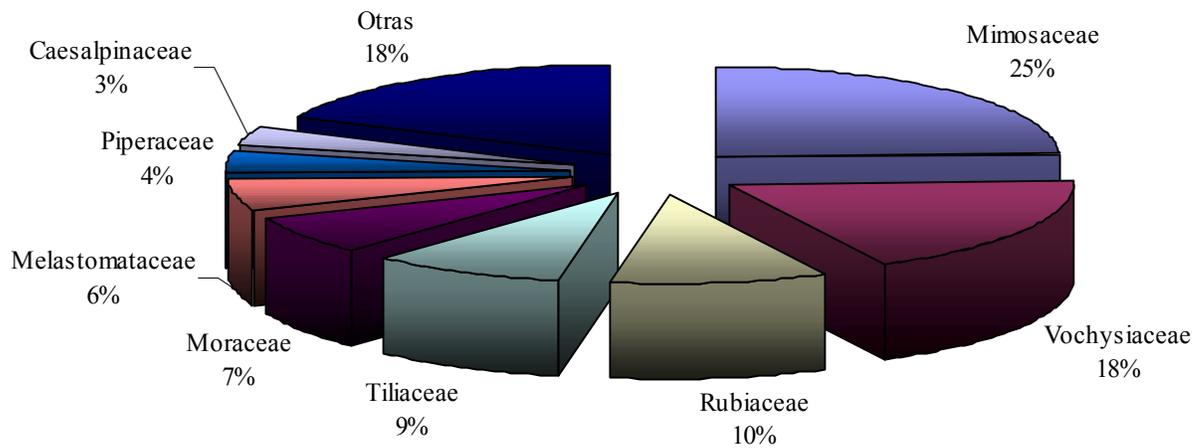
4.1.1 Composición florística

Bloque I

En el Bloque I, se determinaron 35 especies distribuidas en 22 familias y se caracteriza por estar dominado en su mayor parte por especies heliófitas tanto efímeras como durables. De las especies encontradas son utilizadas frecuentemente en el mercado especies como *Cordia alliodora*, *Vochysia guatemalensis*, *Pentaclethra macroloba* y *Virola sebifera*.

En la Figura 4.1 se observa la proporción de las principales familias que componen este bloque, en donde se tiene que las tres familias más abundantes son: Mimosaceae, Vochysiaceae y Rubiaceae, las cuales aportan el 53% de los individuos. Las familias Tiliaceae, Moraceae, Melastomataceae, Piperaceae y Caesalpiniaceae lo hacen con el 29% y el grupo de otras familias, compuesto por 14 diferentes familias aportan 18%.

Al comparar estos datos con los del año 2000, se encuentran 8 especies y 4 familias más, por lo cual se puede considerar que el aprovechamiento no provocó un gran impacto, por que de lo contrario el bosque sería más homogéneo en cuanto a composición florística.



Microsoft Excel

Figura 4. 1. Familias más abundantes en porcentaje en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

En lo que respecta a las especies, se encontró que el grupo de las comerciales son las que dominan este sitio. La abundancia para este grupo, como se aprecia en el Cuadro 4.1, fue de 624 individuos por hectárea, lo que equivale al 54, 17% del número total de individuos.

De las especies comerciales, las más abundantes fueron: *Pentaclethra maculosa* y *Vochysia guatemalensis* con 67% del total de las comerciales; además *Goethalsia meiantha* con una proporción menor (7,7% de las comerciales). Otras especies comerciales encontradas son: *Cordia alliodora*, *Laetia procera*, *Virola sebifera* y *Zanthoxylum kellermanii*, en una proporción baja.

Cuadro 4. 1. Especies más abundantes en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Especie	Abundancia (N/ha)		Porcentaje (%)
	Comercial	No Comercial	
<i>Pentaclethra macroloba</i>	208		18,1
<i>Vochysia guatemalensis</i>	208		18,1
<i>Psychotria</i> sp		80	6,9
<i>Inga</i> sp		72	6,2
<i>Castilla elastica</i>		56	4,9
<i>Goethalsia meiantha</i>	48		4,2
<i>Piper</i> sp		48	4,2
<i>Miconia trinervia</i>		40	3,5
<i>Senna</i> sp		40	3,5
<i>Luehea seemanii</i>		32	2,8
Otras	160	160	27,8
Total	624	528	100,0
Porcentaje (%)	54,2	45,8	100,0

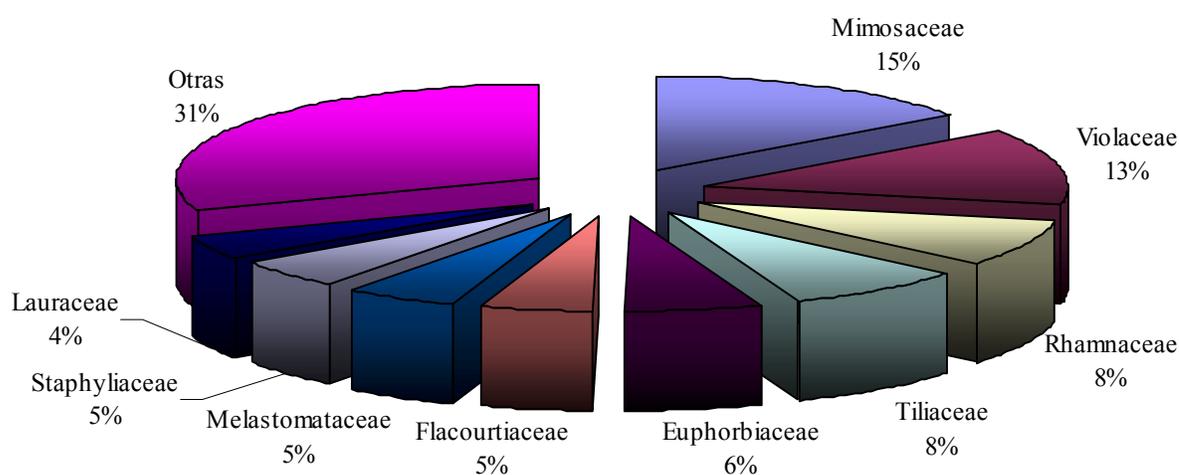
Con respecto a *Cordia alliodora*, su abundancia disminuyó significativamente con respecto al año 2000, esto debido a que fue la especie más extraída durante el aprovechamiento, ya que tiene una gran demanda en el mercado forestal, además que no regenera en condiciones de poca iluminación (necesita claros grandes o área abiertas para regenerarse), por lo que en aquel momento era abundante pero sólo en el estrato superior. Otro aspecto a considerar, es que ha pasado poco tiempo después del aprovechamiento para desarrollarse la regeneración en aquellos sitios con suficiente iluminación.

Entre las especies no comerciales, *Psychotria* sp, *Inga* sp, *Castilla elastica* y *Piper* sp son las que alcanzan una mayor abundancia con un total de 256 individuos por hectárea que representan el 22,22% del número total de individuos. Estas especies de crecimiento rápido en su mayoría, aumentaron un poco su abundancia con respecto al año 2000, por la consecuente formación de claros debido al aprovechamiento.

Bloque II

Para el Bloque II, se identificaron 52 especies distribuidas en 28 familias, siendo esta composición más heterogénea que el Bloque I, tal vez debido a una mayor presencia de micrositios en este bloque. De las especies encontradas *Cordia alliodora*, *Pentaclethra macroloba* y *Zanthoxylum kellermanii*, son las más utilizadas en el mercado forestal.

En la Figura 4.2 se puede observar la proporción porcentual de las principales familias que componen este bloque, en donde se tiene como familias más abundantes: Mimosaceae, Violaceae, Rhamnaceae y Tiliaceae que representan el 44% del total de individuos. Las familias Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Melastomataceae, Staphyliaceae y Lauraceae lo hacen con el 25% y el restante 31% esta repartido en el grupo de otras familias, compuesto por 19 familias.



Microsoft Excel

Figura 4. 2. Familias más abundantes en porcentaje en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Al comparar estos datos con los del año 2000, se encuentran 9 especies más, pero 2 familias menos que en ese año. Este valor de 28 Familias es similar en estudios anteriores para la zona; Chiari (1999) reporta para un bosque secundario de 25 años 35 familias y Quirós (1999) para uno de 25 años reporta 31 familias.

En cuanto a las especies, se determinó que el grupo de las no comerciales son las que dominan este sitio. La abundancia para este grupo, como se aprecia en el Cuadro 4.2, fue de 762 individuos por hectárea, lo que equivale al 71,9% del número total de individuos, en contraparte con la abundancia del grupo de las comerciales, que fue de 298,7 que equivale al 28,1% del total de individuos. Comparando con la abundancia del año 2000, hubo una gran disminución de especies comerciales, debido a la reducción provocada por el aprovechamiento, lo que hizo que incrementara la proporción de especies no comerciales; aunado a ello el aumento de la cantidad de claros, lo que provoca el crecimiento de especies de crecimiento rápido, que por lo general no son comerciales.

Cuadro 4. 2. Especies más abundantes en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Especie	Abundancia (N/ha)		Porcentaje (%)
	Comercial	No Comercial	
<i>Rinorea squamata</i>		138,7	13,1
<i>Pentaclethra macroloba</i>	117,3		11,1
<i>Colubrina spinosa</i>		85,3	8,0
<i>Apeiba tibourbou</i>		58,7	5,5
<i>Croton</i> sp		58,7	5,5
<i>Turpinia occidentalis</i>		53,3	5,0
<i>Casearia arborea</i>		42,7	4,0
<i>Miconia trinervia</i>		42,7	4,0
<i>Inga</i> sp		37,3	3,5
Otras	181,4	245,4	40,2
Total	298,7	762,7	100,0
Porcentaje (%)	28,1	71,9	100,0

La especie comercial más abundante es *Pentaclethra macroloba* con 13,1% del total, siendo los individuos de esta especie el 46% de las comerciales, las cuales son escasas. Algunas de las otras especies comerciales; que representan el 17% del total son: *Zanthoxylum kellermanii*, *Cordia alliodora*, *Dialium guianense*, *Vochysia ferruginea*, *Brosimum alicastrum*, *Cordia cymosa*, entre otras. Esto muestra que no hay un dominio significativo de pocas especies como ocurre en el Bloque I.

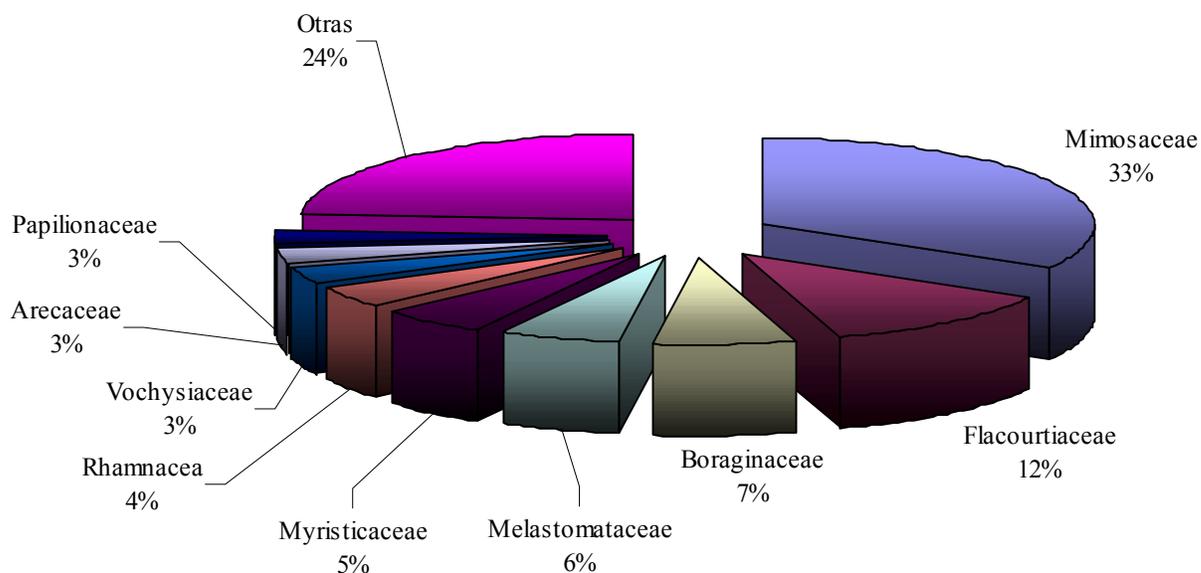
Por su parte las especies más representativas entre las no comerciales son: *Rinorea squamata*, *Colubrina spinosa* (ambas especies del sotobosque), *Apeiba tibourbou* y *Croton* sp con un total de 341,4 individuos por hectárea lo que equivale al 32,1%. Estas especies, aumentaron significativamente su abundancia con respecto al año 2000, por la formación de claros consecuencia del aprovechamiento, formados tanto por la caída de los árboles como por la construcción de caminos.

Bloque III

En el Bloque III, se identificaron 38 especies distribuidas en 28 familias, caracterizándose por estar dominado en su mayor parte por especies heliófitas durables y esciófitas parciales, debido a que existen las condiciones apropiadas para su establecimiento, también este es el bloque donde se extrajo la menor cantidad de árboles, siendo el impacto del aprovechamiento relativamente leve. De las especies encontradas son utilizadas frecuentemente en el mercado: *Cordia alliodora*, *Pentaclethra macroloba*, *Vochysia ferruginea*, *Virola koschnyi*, *Carapa guianensis*, entre otras (Segura, 2000).

En la Figura 4.3 se observa la abundancia en porcentaje de las principales familias que componen este bloque. Las familias más abundantes son: Mimosaceae, Flacourtiaceae y Boraginaceae, representando el 52% de los individuos. Familias como Melastomataceae, Myristicaceae, Rhamnaceae, Vochysiaceae, Arecaceae y Papilionaceae aportan el 24%, y el grupo de otras familias, compuesto por 19 familias, el 24%.

Al comparar estos datos con los del año 2000, se encuentran 13 especies y 10 familias más que en ese año, siendo la mayor diferencia encontrada si se compara con el bloque I y II, donde se encontraron cambios pero no de esta magnitud.



Microsoft Excel

Figura 4. 3. Familias más abundantes en porcentaje en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

En el Cuadro 4.3, se presenta la abundancia de las especies según comercialidad para el Bloque III, en donde se tiene un dominio de especies comerciales, siendo su abundancia de 584 individuos por hectárea, que representa el 62,4%.

La especie comercial más abundante con marcada diferencia con respecto a las otras es *Pentaclethra macroloba*; (al igual que en los otros bloques ésta es la más representativa) con un 28,21% del total de los individuos.

Por su parte las especies más comunes entre las no comerciales son: *Casearia arborea*, *Inga* sp, *Colubrina spinosa* y *Miconia* sp con un total de 176 individuos por hectárea lo que equivale al 18,8%.

Cuadro 4. 3. Especies más abundantes en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Especie	Abundancia (N/ha)		Porcentaje (%)
	Comercial	No comercial	
<i>Pentaclethra maculosa</i>	264		28,2
<i>Casearia arborea</i>		48	5,1
<i>Inga</i> sp		48	5,1
<i>Laetia procera</i>	48		5,1
<i>Virola koschnyi</i>	48		5,1
<i>Colubrina spinosa</i>		40	4,3
<i>Miconia</i> sp		40	4,3
<i>Cordia alliodora</i>	32		3,4
<i>Vochysia ferruginea</i>	32		3,4
<i>Cordia cymosa</i>	32		3,4
Otras	128	176	32,5
Total	584	352	100,0
Porcentaje	62,4	37,6	100,0

4.1.2 Abundancia

Bloque I

Una de las razones de establecer parcelas permanentes de muestreo, es para conocer la dinámica del bosque, ya que permiten determinar la mortalidad y reclutamiento (ingresos) del bosque, entre otras cosas. En el Cuadro 4.4 se presenta el número de individuos presentes en este bloque, además de los ingresos, mortalidad y movilidad de una categoría diamétrica a otra.

Como es de esperar la mayor mortalidad se presenta en las categorías diamétricas inferiores, esto debido a que los individuos pequeños son los que están más propensos a morir, ya que son árboles que no están completamente establecidos, compiten en desventaja con respecto a árboles de mayor tamaño, y muchos de ellos se encuentran suprimidos, por lo que no pueden satisfacer sus necesidades y mueren. La poca mortalidad en las categorías superiores se presenta por que especies heliófitas efímeras ya han completado su ciclo de vida y mueren.

Cuadro 4. 4. Mortalidad e ingresos por categoría diamétrica para un periodo de dos años de medición en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

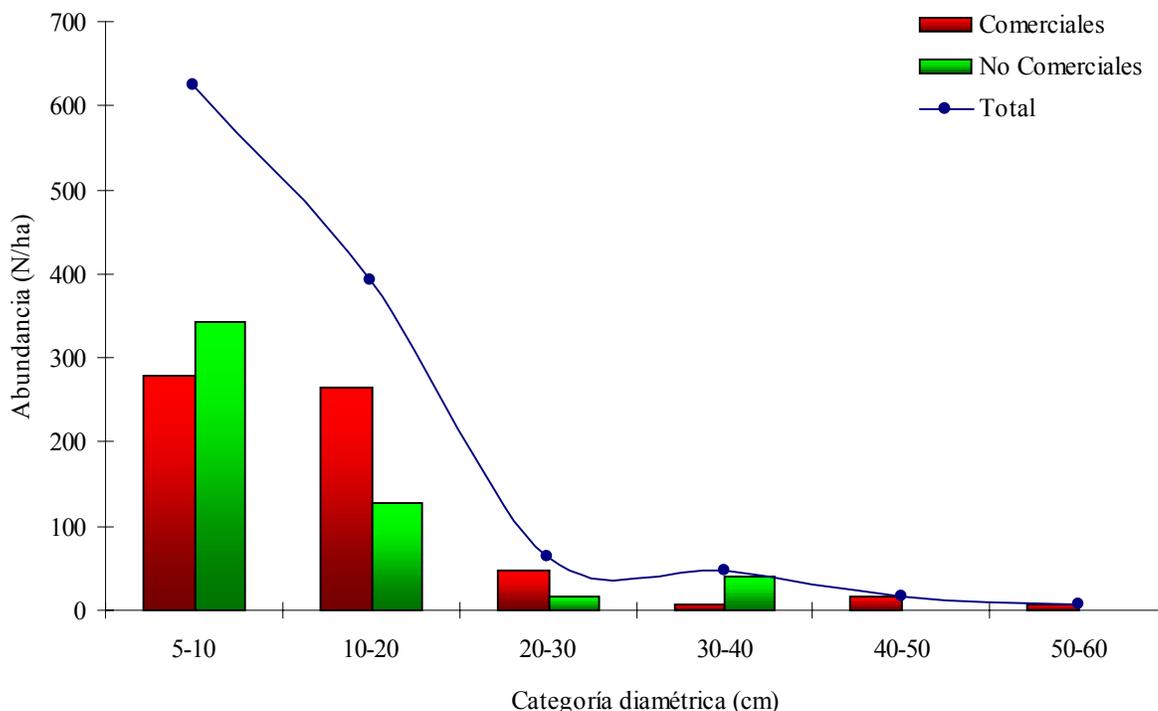
Año	Categoría diamétrica (cm)						Total
	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	
2002	624	392	64	48	16	8	1152
(2000)*	480	368	48	56	16	0	968
2000	488	384	72	56	16	0	1016
Movilidad**	40	16	0	8	8	0	
Mortalidad	8	16	24	0	0	0	48
Ingresos	184						184

* (2000) significa el número de individuos en el año 2000 que están vivos en el año 2002.

**Movilidad significa el número de individuos que pasaron de una categoría diamétrica a la siguiente.

En lo que respecta a los ingresos (184 individuos por hectárea), los cuales suplen el espacio dejado por los muertos, en este bloque superan en gran cantidad a los individuos muertos (48 individuos por hectárea), ya que además de la mortalidad natural, debe tenerse en cuenta el aprovechamiento realizado hace 2 años, el cual provocó la apertura del dosel, incentivando el crecimiento de individuos que se encontraban en condiciones desfavorables antes del aprovechamiento.

En cuanto a la abundancia total, esta fue de 1152 individuos de más de 5 cm de diámetro por hectárea. En la Figura 4.4, se muestra como están distribuidos estos individuos según la categoría diamétrica a la que pertenecen. De los individuos no comerciales, la mayoría se ubican en las categorías diamétricas inferiores, debido a que son especies que no alcanzan grandes diámetros y son típicas de sotobosque, como son *Psychotria* sp y *Piper* sp.



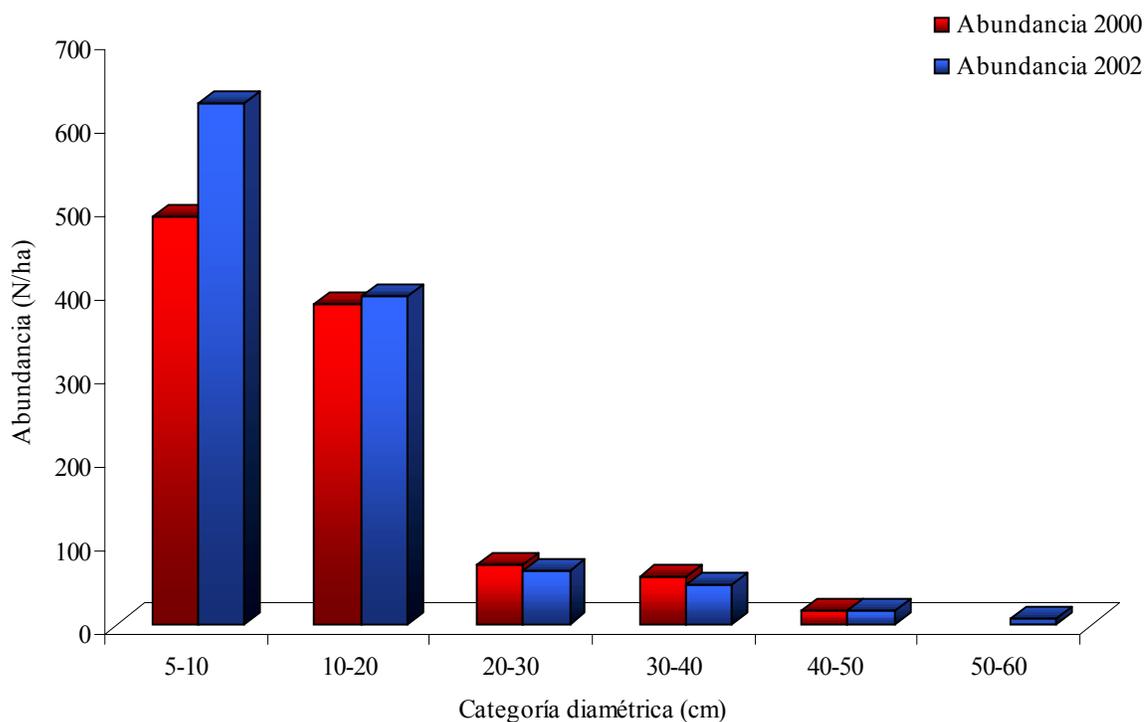
Microsoft Excel

Figura 4. 4. Distribución diamétrica de la abundancia de los individuos comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Como se indica en la Figura 4.4, la distribución de la abundancia por categoría diamétrica presenta el comportamiento de la “jota invertida”, donde el número de individuos disminuye conforme aumenta el diámetro, el 88% de los individuos se ubican en las dos primeras categorías diamétricas.

La mayor categoría diamétrica es de 50-60 cm, la cual puede considerarse muy pequeña, pero es de esperarse, ya que los árboles con diámetro superior a 60 cm fueron cortados durante el aprovechamiento y además debe recordarse que se trata de un bosque secundario; aunque en este bloque cerca de las zonas de protección se observaron árboles remanentes de *Vochysia guatemalensis* de grandes diámetros (cerca de 1 metro de diámetro).

Comparando la abundancia del año 2000 con la del 2002 se tiene que no hay mayores diferencias, tal como se aprecia en la Figura 4.5. La mayor diferencia se encuentra en la categoría diamétrica de 5-10 cm, lo cual se debe al ingreso de 184 individuos, y además que la mortalidad no fue muy alta. Este aumento en la abundancia probablemente se presentó por la apertura del dosel luego del aprovechamiento, porque incentivó el crecimiento de individuos que precisamente estaban esperando las condiciones óptimas de iluminación para desarrollarse.



Microsoft Excel

Figura 4. 5. Comparación de la abundancia en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

La dinámica del bosque y la respuesta a las alteraciones provocadas por el aprovechamiento, se puede interpretar a través de la abundancia según grupo ecológico de las especies, tal y como se muestra en el Cuadro 4.5.

El grupo ecológico más abundante para el Bloque I fue el de las heliófitas efímeras, con 35,42%. Este porcentaje se ve favorecido por las especies *Vochysia guatemalensis*, *Goethalsia meiantha*, *Castilla elastica*, y *Zanthoxylum kellermanii*, especies muy abundantes en este sitio.

Cuadro 4. 5. Abundancia por categoría diamétrica según grupo ecológico en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Grupo ecológico	Categoría diamétrica (cm)						Abundancia (N/ha)	Porcentaje (%)
	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60		
Pionera	128	16	8	8			160	13,9
Heliófitas efímeras	176	184	32	8	8		408	35,4
Heliófitas durables	64	64	16	32	8	8	192	16,7
Esciófitas parciales	128	88	8				224	19,4
Esciófitas totales								
Desconocido	128	40					168	14,6
Total	624	392	64	48	16	8	1152	100,0
Porcentaje (%)	54,2	34,0	5,6	4,2	1,4	0,7	100,0	

La abundancia de las pioneras, heliófitas durables y esciófitas parciales es relativamente similar, siendo esta del 13,89%, 16,67% y 19,44% respectivamente. La excepción es el grupo de las esciófitas totales, las cuales no fueron encontradas en este bloque, debido a que el sitio aún no cumple con las condiciones para su establecimiento.

Bloque II

A continuación se presentan los resultados de la abundancia de los individuos mayores a 5 cm para el Bloque II. En el Cuadro 4.6 se presenta el número de individuos presentes en este sitio, además de los ingresos, mortalidad y movilidad de una categoría diamétrica a otra.

Al igual que el Bloque I, la mayor mortalidad se presenta en las categorías diamétricas inferiores, esto debido a que los individuos pequeños son los que están más propensos a morir, ya que son árboles que no están completamente establecidos, compiten en desventaja con respecto a árboles de mayor tamaño, por lo que no pueden satisfacer sus necesidades y mueren.

Cuadro 4. 6. Mortalidad e ingresos por categoría diamétrica para un periodo de dos años de medición en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

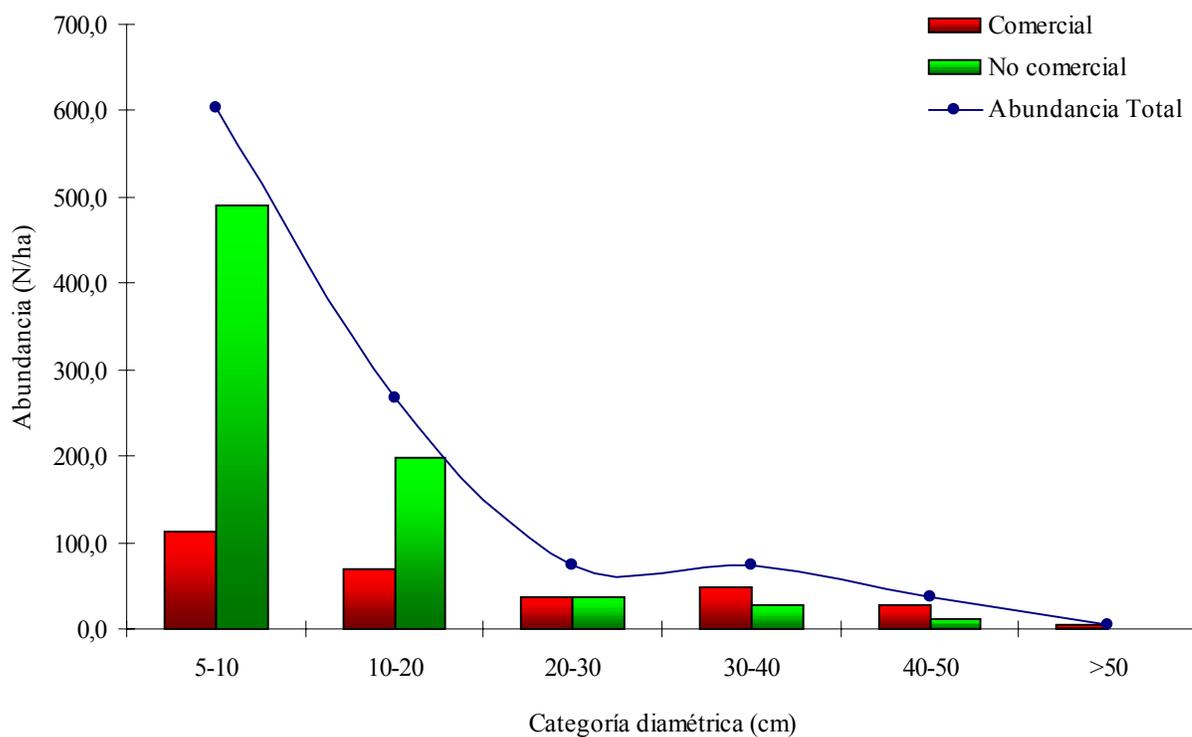
Año	Categoría diamétrica (cm)								Total (N/ha)
	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	
2002	602,7	266,7	74,7	74,6	37,3	0,0	0,0	5,0	1061,0
(2000)*	555,0	228,7	79,7	75,0	16,3	0,0	5,0	0,0	959,7
2000	603,0	234,0	101,0	75,0	27,0	0,0	5,0	0,0	1045,0
Movilidad	53,3	16,0	21,3	21,3	0,0	0,0	5,0	0,0	
Mortalidad**	48,0	5,3	21,3	0,0	10,7	0,0	0,0	0,0	85,3
Ingresos	101,3								101,3

* (2000) significa el número de individuos en el año 2000 que están vivos en el año 2002.

**Movilidad significa el número de individuos que pasaron de una categoría diamétrica a la siguiente.

Sin embargo, en este sitio se presentó mayor mortalidad que en el Bloque I, muriendo un total de 85,3 individuos por hectárea, no existiendo grandes diferencias con los ingresos, que son 101,3 individuos por hectárea. Esta elevada mortalidad se debió principalmente a que muchos individuos grandes cayeron por la acción del viento, provocando que éstos al caer eliminaran a otros árboles, abriendo aún más el dosel.

En lo que respecta a la abundancia total, esta fue de 1061 individuos de más de 5 cm de diámetro por hectárea, de los cuales 299 son individuos de especies comerciales y 762 de no comerciales, siendo porcentualmente el 28% y 72% respectivamente. Este gran dominio de individuos no comerciales se debe principalmente a la gran apertura del dosel debido al aprovechamiento y a la caída de gran cantidad de árboles por el viento, lo que incentivó el establecimiento de especies de rápido crecimiento las cuales no son comerciales. En la Figura 4.6, se muestra como están distribuidos estos individuos según la categoría diamétrica a la que pertenecen.

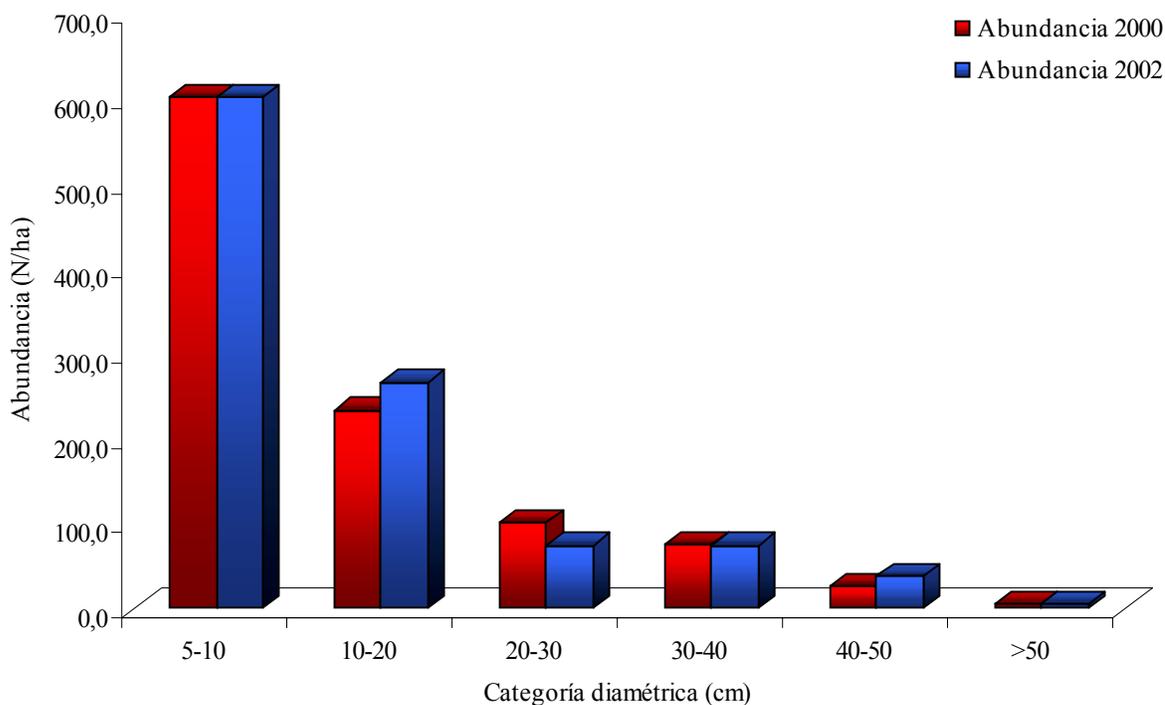


Microsoft Excel

Figura 4. 6. Distribución diamétrica de la abundancia de los individuos comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Al igual que el Bloque I, la distribución diamétrica de los individuos presentes en este bloque toma la forma de “jota invertida” característica de un bosque. La clase diamétrica en la cual se encuentran el mayor número de individuos es la de 5 a 10 cm, con un 57% del total, y si se suma a esto, la proporción de los individuos de la categoría diamétrica de 10-20, se tiene un total de 82%, siendo un poco inferior que en el Bloque I, el cual es del 88%. Este valor se debe principalmente a las especies no comerciales ya que el 90% de las mismas se ubican en estas dos categorías. Esto no se presenta en las especies comerciales, ya que estas tienden a estar más distribuidas en todas las categorías diamétricas, llegando a la categoría de 70 a 80 cm de diámetro.

Al comparar la abundancia del año 2000 con la del 2002 se tiene que esta es muy similar en ambos años, como se muestra en la Figura 4.7.



Microsoft Excel

Figura 4. 7. Comparación de la abundancia en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

A diferencia del Bloque I, en este bloque se observó que la abundancia prácticamente es la misma, debido a que la mortalidad y la movilidad de individuos a la siguiente categoría diamétrica es igual al número de individuos que ingresaron (106, 0 individuos según el Cuadro 4.6).

En el Cuadro 4.7 se presentan los datos de abundancia por categoría diamétrica y grupo ecológico, en donde se encontró que no hay un dominio de un grupo ecológico en específico. En este bloque son pocos los individuos de especies pioneras (1,51%), siendo esto normal para un bosque secundario de 23 años, ya que no presenta las condiciones de elevada iluminación para el establecimiento de estas especies.

Cuadro 4. 7. Abundancia por categoría diamétrica según grupo ecológico en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Grupo ecológico	Categoría diamétrica (cm)						Abundancia (N/ha)	Porcentaje (%)
	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	>50		
Pionera	5,3	5,3	5,3				16,0	1,5
Heliófito efímera	58,7	74,7	21,3	26,7	5,3	5,3	192,0	18,1
Heliófito durable	90,7	32,0	16,0	26,7	21,3		186,7	17,6
Esciófito parcial	96,0	42,7	26,7	16,0	10,7		192,0	18,1
Esciófito total	144,0						144,0	13,6
Desconocido	208,0	112,0	5,3	5,3			330,7	31,2
Total	602,7	266,7	74,7	74,7	37,3	5,3	1061,3	100,0
Porcentaje (%)	56,8	25,1	7,0	7,0	3,5	0,5	100,0	

Por otro lado, a diferencia del Bloque I, sí se da la presencia de especies esciófitas totales con un 13,6% de abundancia, favorecido por la especie *Rinorea squamata*, la cual es la especie más abundante, presentándose únicamente en el sotobosque, de ahí que se encuentre sólo en la primera categoría diamétrica, en donde se presentan las condiciones de sombra en los estratos inferiores del bosque para el establecimiento de estas especies. Esta es una típica especie esciófita total, las cuales en su mayoría alcanzan su punto de inversión ecológica a los pocos metros de altura, ya que es ahí donde satisfacen todas sus necesidades.

La abundancia de las heliófitas efímeras y durables y esciófitas parciales es similar, siendo esta del 18,1%, 17,4% y 18,1% respectivamente.

Bloque III

Este bloque presenta menor cantidad de individuos que en los otros tres bloques, siendo la abundancia de 936 individuos por hectárea, en comparación con 1152 y 1061 para el Bloque I y II respectivamente. Esta diferencia se presenta principalmente en las categorías diamétricas menores, ya que en este bloque el sotobosque es poco denso, ya que los claros provocados por el aprovechamiento son pocos debido a que sólo se aprovecharon 15 árboles; de hecho en el sector Noroeste no hubo aprovechamiento.

La mortalidad e ingresos se comportaron similar al Bloque I, siendo la mortalidad (32 individuos por hectárea) mucho menor que los ingresos (144 individuos). Esto se debe, ya que al existir menos competencia, permite que muchos individuos alcancen el diámetro de 5 cm, el cual es el diámetro mínimo de medición.

Cuadro 4. 8. Mortalidad e ingresos por categoría diamétrica para un periodo de dos años de medición en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

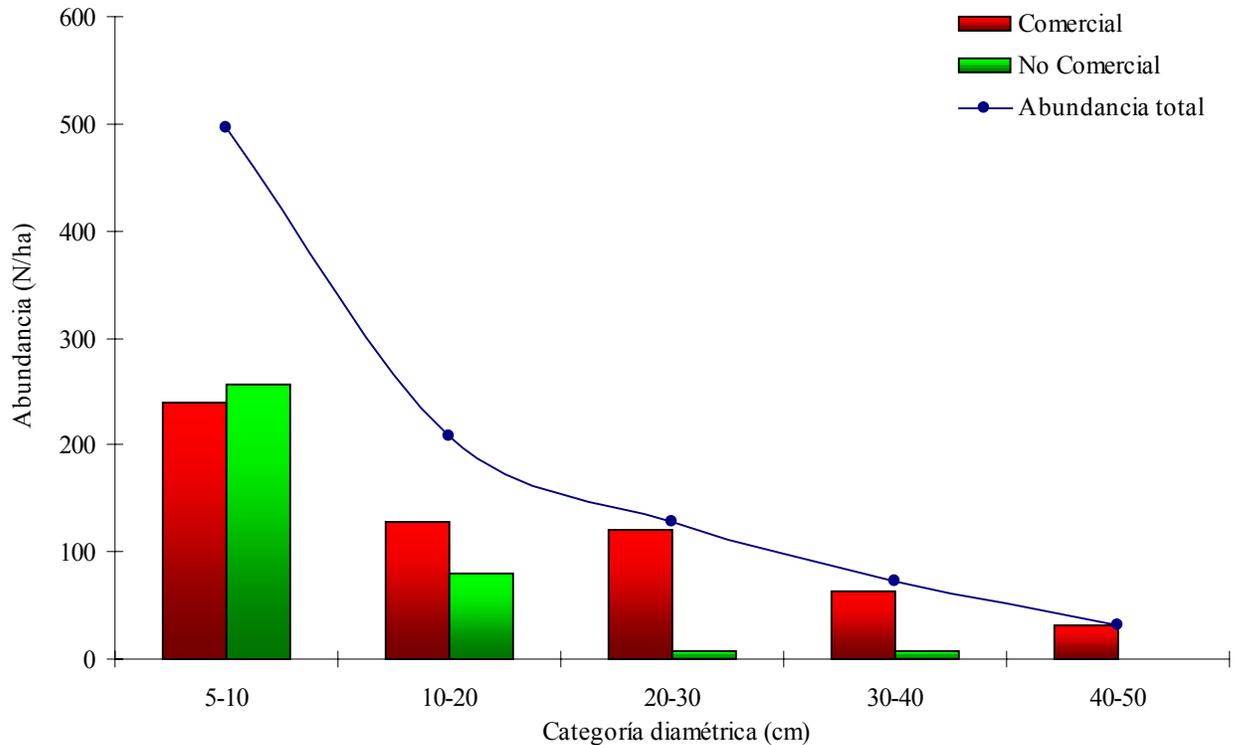
Año	Categoría diamétrica (cm)					Total
	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	
2002	496	208	128	72	32	936
(2000)*	368	224	120	56	32	800
2000	376	232	136	56	32	832
Movilidad**	8	24	16	0	0	
Mortalidad	8	8	16	0	0	32
Ingresos	136					136

* (2000) significa el número de individuos en el año 2000 que están vivos en el año 2002.

**Movilidad significa el número de individuos que pasaron de una categoría diamétrica a la siguiente.

En cuanto a la abundancia total, esta fue de 936 individuos de más de 5 cm de diámetro por hectárea, de los cuales 584 son individuos de especies comerciales lo que equivale al 62% de los individuos y 352 de no comerciales, siendo el restante 38%, estando distribuidas estas especies no comerciales hasta los 40 cm de diámetro. Este dominio de especies comerciales puede deberse que la abundancia en la primera categoría diamétrica no es muy elevada, ya que por lo general la mayoría de los individuos pertenecientes a esta categoría son de especies no comerciales. En la Figura 4.8, se muestra como están distribuidos estos individuos según comercialidad y categoría diamétrica a la que pertenecen.

Como en los otros dos bloques, la distribución diamétrica de los individuos por categoría diamétrica presenta la forma de “jota invertida” característica de un bosque (Figura 4.8). La diferencia con los otros bloques radica en que el número de individuos en la categoría de 5 a 10 cm es menor en este bloque, por lo ya mencionado de la existencia de un estrato inferior poco denso. La abundancia en las dos primeras categorías diamétricas es del 75% del total de individuos a diferencia del Bloque I, la cual es del 88%.

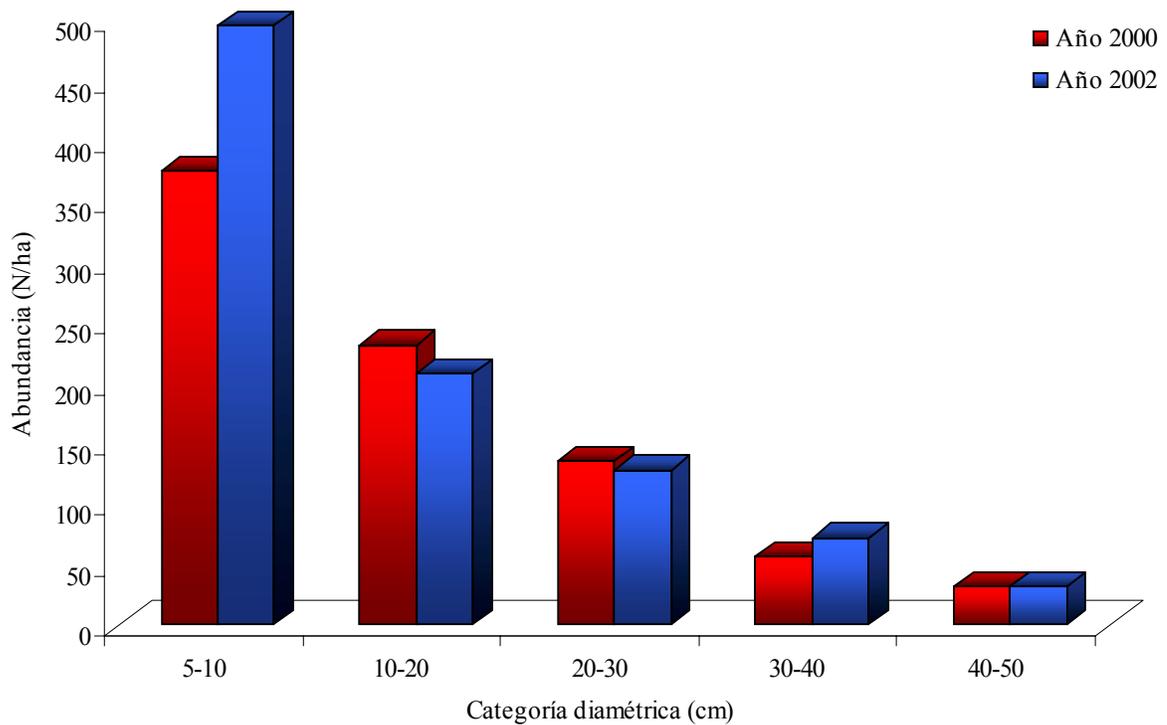


Microsoft Excel

Figura 4. 8. Distribución diamétrica de la abundancia de los individuos comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Al comparar la abundancia del año 2000 con la del 2002, se determinó que no existen grandes diferencias, tal como se observa en la Figura 4.9. La mayor diferencia al igual que el Bloque I se encuentra en la categoría diamétrica de 5 a 10 cm, la cual es de 120 individuos por hectárea, lo que se debe a la mayor cantidad de individuos que ingresaron en comparación con los individuos que murieron.

Otro aspecto a considerar, es la disminución de la abundancia del 2002 en la categoría de 10 a 20 cm con respecto al año 2000, ya que pocos individuos de 5 a 10 cm en el año 2000 pasaron a la categoría de 10 a 20 cm en el 2002, y además a que hubo una considerable mortalidad en esta categoría.



Microsoft Excel

Figura 4. 9. Comparación de la abundancia en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

En el Cuadro 4.9 se presentan los datos de abundancia por categoría diamétrica y grupo ecológico para el Bloque III, en donde se determinó un dominio de las esciófitas parciales con un 35,90% de la abundancia total.

El dominio de este grupo se da por que el sitio presenta las condiciones óptimas para el establecimiento de especies esciófitas parciales, ya que el aprovechamiento no causó gran destrucción como para que este grupo de especies no fuera tan abundante. Algunas de estas especies son: *Pentaclethra macroloba*, *Carapa guianensis*, *Virola koschnyi*, siendo las tres comerciales.

Cuadro 4. 9. Abundancia por categoría diamétrica según grupo ecológico en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Grupo ecológico	Categoría diamétrica (cm)					Abundancia (N/ha)	Porcentaje (%)
	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50		
Pionera	8	8	8	8		32	3,4
Heliófitas efímeras	72	40		8		120	12,8
Heliófitas durables	120	48	24	16	16	224	23,9
Esciófitas parciales	104	80	96	40	16	336	35,9
Esciófitas totales	40					40	4,3
Desconocido	152	32				184	19,7
Total	496	208	128	72	32	936	100,0
Porcentaje (%)	53,0	22,2	13,7	7,7	3,4	100,0	

El otro grupo en importancia es el de las heliófitas durables con un 23,9% del total de individuos, lo cual es normal en etapas avanzadas de una sucesión secundaria. La abundancia de las heliófitas efímeras es del 12,8% y el de las esciófitas totales del 4,3%.

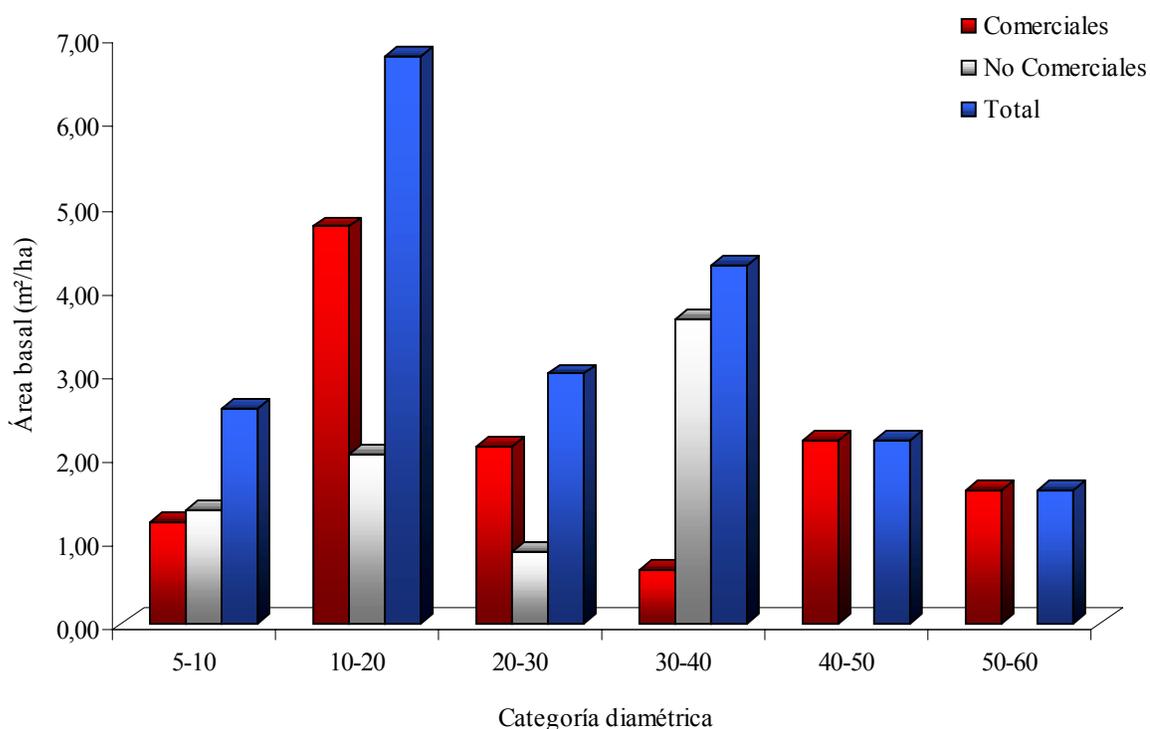
4.1.3 Productividad del sitio medida a través del área basal

Bloque I

El área basal total encontrada en este bloque es de 20,36 m²/ha, de la cual 12,48 m²/ha corresponde a especies comerciales aportando el 61,3% de esta, lo cual indica un potencial para la producción futura de madera. El área basal de las no comerciales es de 7,88 m²/ha, representando el restante 38,7%. Debe considerarse, que este bosque fue aprovechado hace tan solo 2 años, por lo que produjo que el área basal se redujera considerablemente. Sin embargo, este valor de 20,36 m²/ha, está entre valores reportados en otros bosques en la zona de similar edad; por ejemplo Spittler (1996), en un bosque secundario de 25 años de edad ubicado en Guatuso, reporta un área basal de 18,9 m²/ha. Por su parte Redondo (1998) en Sarapiquí, en un bosque de 25 años encontró un área basal de 30,98 m²/ha.

En la Figura 4.10, se presenta el comportamiento del área basal según categoría diamétrica y comercialidad, donde se aprecia que el área basal de las no comerciales se presenta hasta los 40 cm, luego de este diámetro desaparecen, debido a su corta vida, ya que por lo general las especies no comerciales pertenecen al grupo de las pioneras o de las heliófitas efímeras.

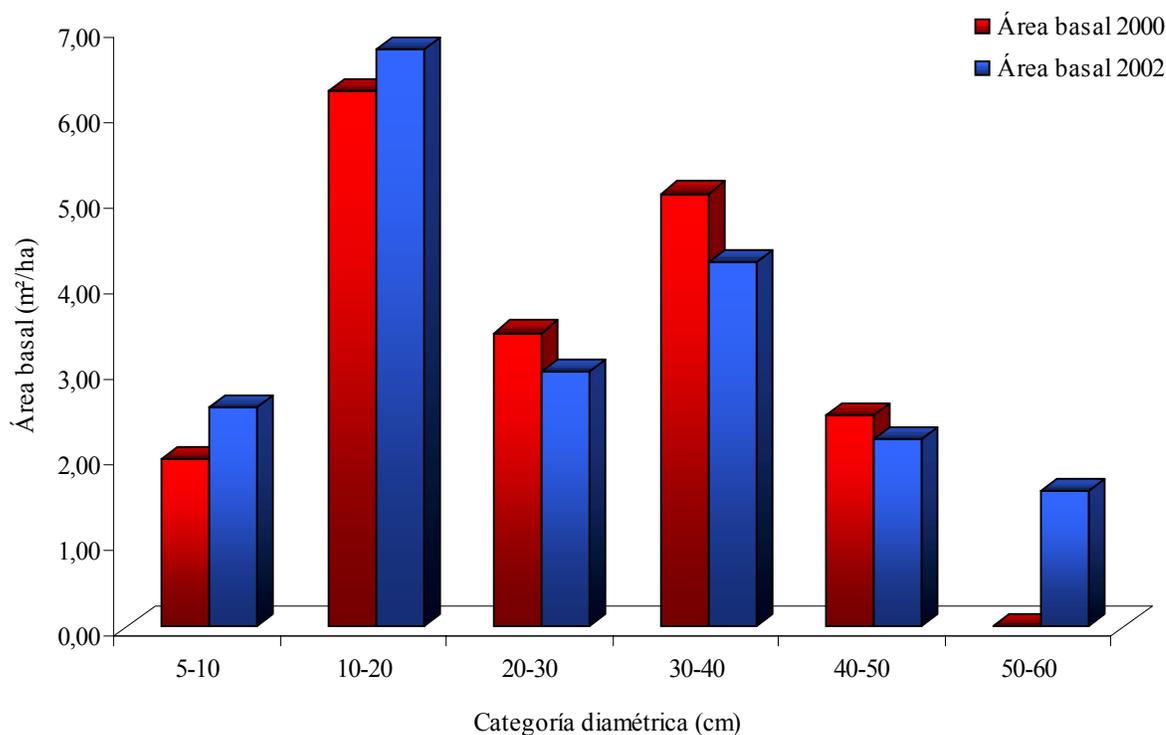
El comportamiento del área basal en las especies comerciales, es un poco diferente, estando esta relativamente distribuida en todas las categorías diamétricas, excepto un ascenso presentado en la categoría de los 10 a 20 cm y un descenso en la de 30 a 40 cm, que se debe al reducido número de individuos presentes en estas dos categorías.



Microsoft Excel

Figura 4. 10. Distribución diamétrica del área basal (m²/ha) de los individuos de especies comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Al comparar el área basal actual (2002) con la del año 2000 (19,23 m²/ha), se obtuvo un incremento de 1,13 m²/ha, lo cual es bastante considerable. Una de las posibles razones para este crecimiento, fue la apertura del dosel a causa del aprovechamiento, provocando el crecimiento acelerado de los individuos que sacaron ventaja de esta situación. En la Figura 4.11, se presenta la tendencia del área basal según categoría diamétrica para los años 2000 y 2002. Se aprecia como la tendencia del área basal se mantiene, con la única excepción de la presencia de esta en el año 2002 en la categoría diamétrica de 50 a 60 cm, debido al paso de categoría de 8 individuos por hectárea.



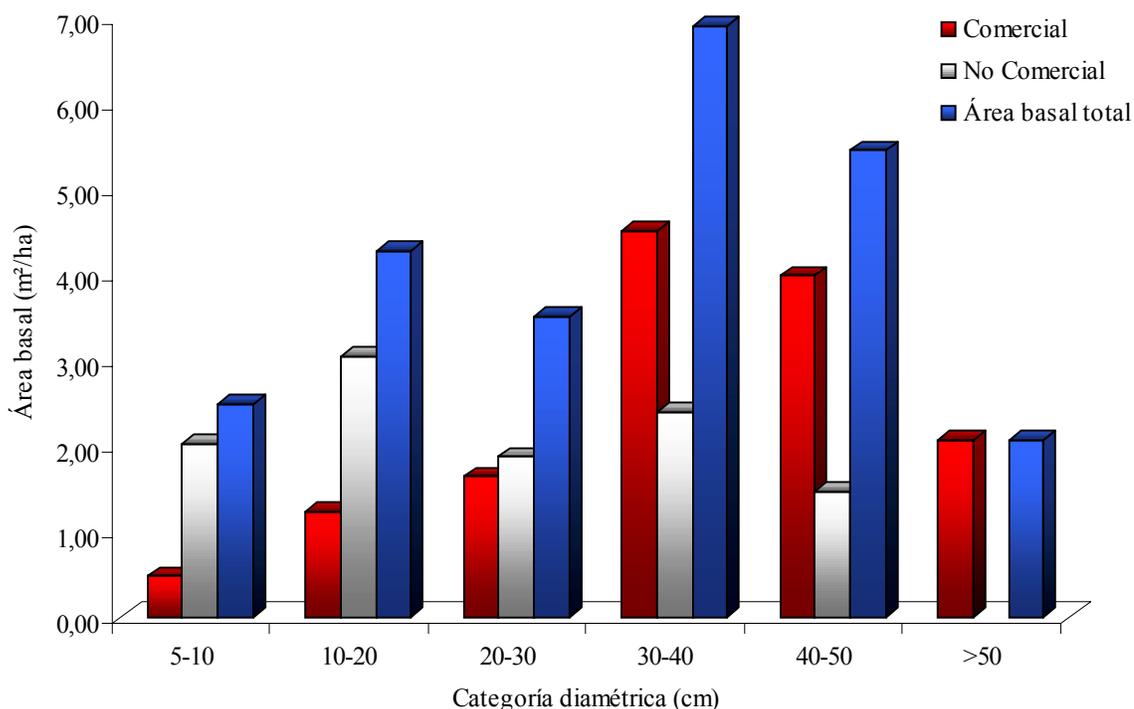
Microsoft Excel

Figura 4. 11. Comparación del área basal en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Bloque II

El área basal total encontrada en el Bloque II fue de 24,70 m²/ha, de la cual 13,9 m²/ha corresponde a especies comerciales aportando el 56,3% de esta. El área basal de las no comerciales fue de 10,8 m²/ha, representando el restante 43,7%. Esto a diferencia de la abundancia en donde existe un dominio de las especies no comerciales con un 72%.

En la Figura 4.12, se presenta la distribución del área basal según categoría diamétrica y comercialidad, donde se observa que la mayor proporción de área basal se encuentra en la categoría diamétrica de 30 a 40 cm, debido a que el número de individuos en esta categoría es alto. Como en el Bloque I, este se caracteriza por la no existencia de área basal en las especies no comerciales en los mayores diámetros, como se mencionó antes por su corta edad.

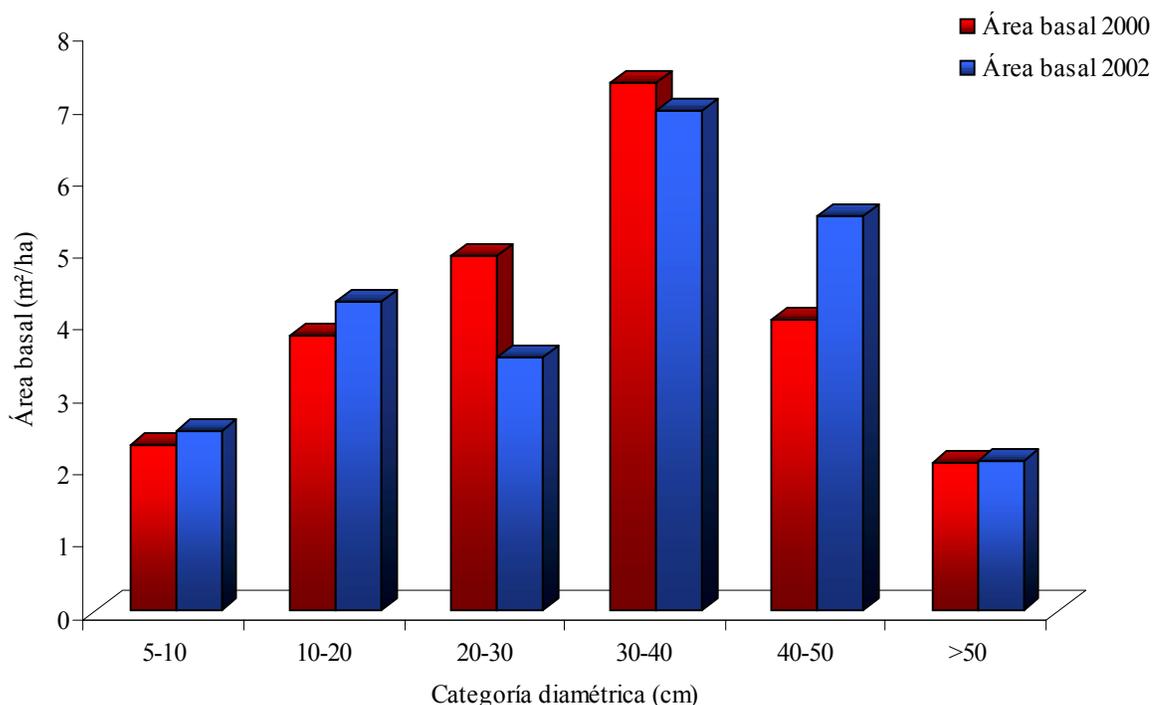


Microsoft Excel

Figura 4. 12. Distribución diamétrica del área basal (m²/ha) de los individuos de especies comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

También se puede apreciar, que en las tres primeras categorías diamétricas se presenta un dominio del área basal no comercial; mientras que en las tres categorías mayores el dominio del área basal es de los individuos comerciales. Esto se debe a que la mayor parte de los individuos no comerciales se distribuyen en las categorías diamétricas inferiores.

En la Figura 4.13 se compara el comportamiento del área basal según categoría diamétrica entre los años 2000 y 2002. No se encontraron grandes diferencias; el área basal en el año 2000 fue de 24,35 m²/ha y la del 2002 de 24,71 m²/ha, mayor por apenas 0,36 m²/ha, representando un crecimiento de tan solo 1,5% en dos años. Este reducido aumento en el área basal radica en la mortalidad elevada que se presentó en período antes mencionado.



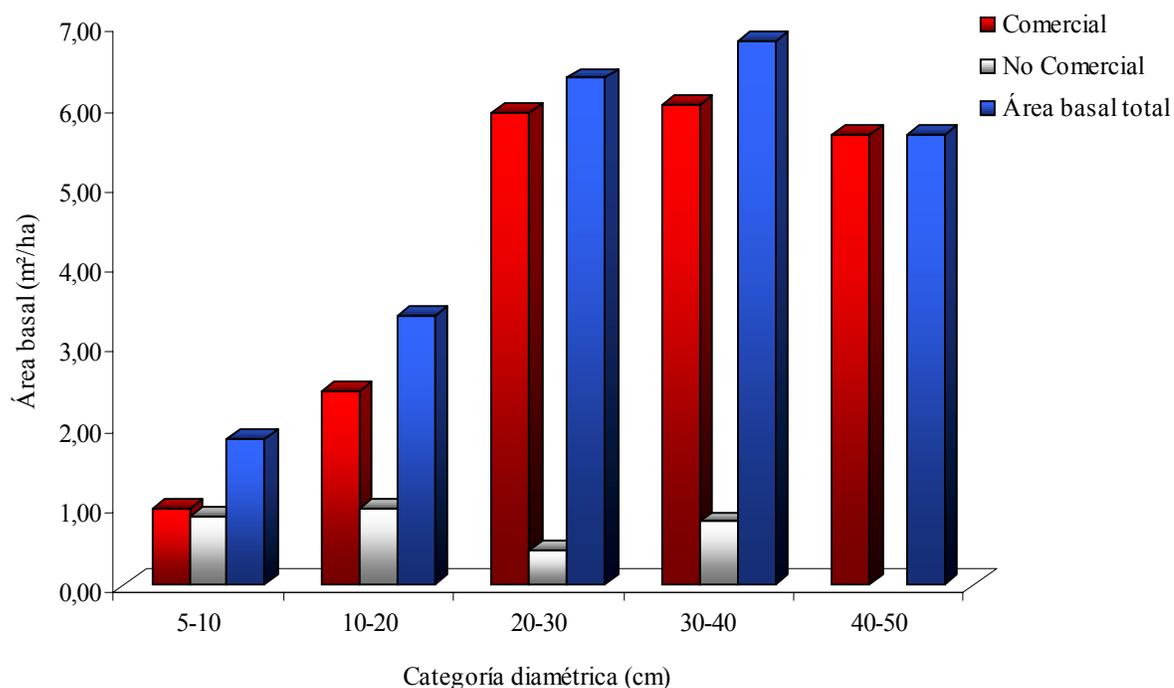
Microsoft Excel

Figura 4. 13. Comparación del área basal en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

La mayor diferencia se aprecia en la categoría de 20 a 30 cm donde el área basal del 2000 fue mayor que la actual por 1,4 m²/ha, compensándose en la de 40 a 50 cm, cuya área basal es mayor en la actualidad por 1,43 m²/ha.

Bloque III

En este bloque el área basal total fue de 23,94 m²/ha, con una gran dominancia de las especies comerciales con 20,91 m²/ha, representando el 87,35% del área basal. Este gran dominio de las especies comerciales se da por la presencia de suficientes individuos comerciales en las categorías mayores, ya que en este bloque la mayoría de los árboles mayores a 20 cm son de especies comerciales, tal y como se muestra en la Figura 4.14, en donde está presentada la distribución del área basal según comercialidad.



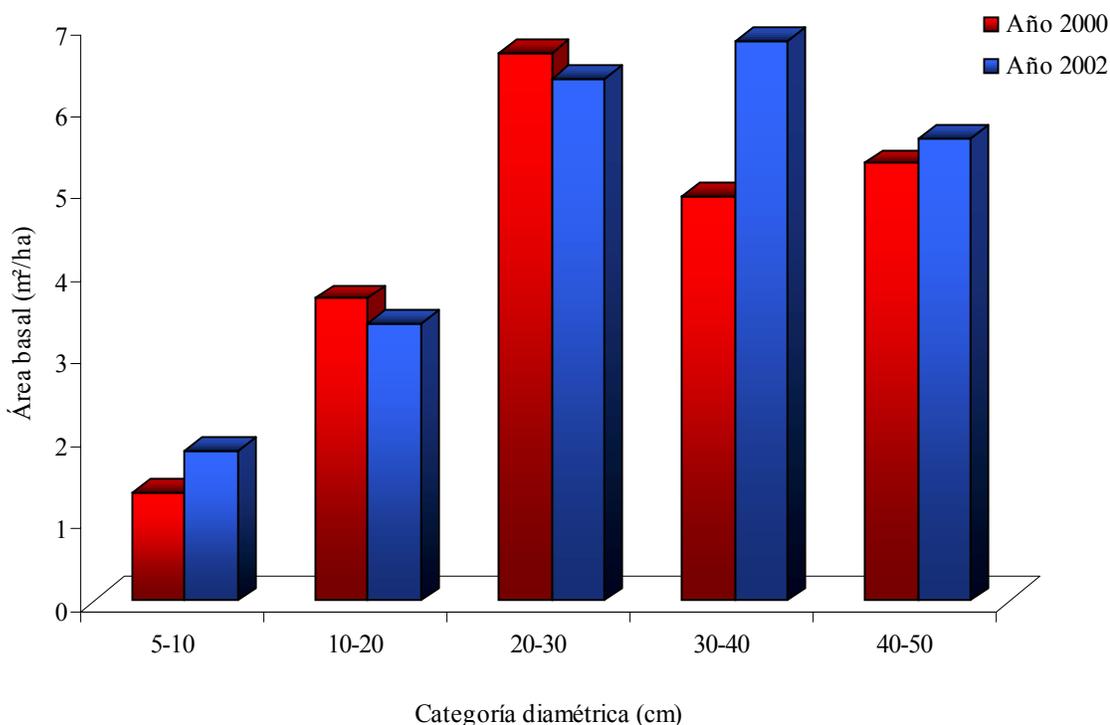
Microsoft Excel

Figura 4. 14. Distribución diamétrica del área basal (m²/ha) de los individuos de especies comerciales, no comerciales y total para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

En cuanto a las no comerciales, el área basal fue de 3,03 m²/ha, representando apenas el 12,65% del total. Esto evidencia el gran potencial que tiene este Bloque para un aprovechamiento futuro.

El gran dominio del área basal comercial, se debe a la poca cantidad de individuos que fueron extraídos hace dos años, por lo que la poca apertura del dosel no incentivó el crecimiento de especies no comerciales.

Al comparar el área basal entre los años 2000 y 2002, se encuentra que la proporción del área basal de especies comerciales creció, ya que en el 2000 era del 78,9% del total, a diferencia del 87,4% actual. En la Figura 4.15 se compara el comportamiento del área basal según categoría diamétrica entre los años 2000 y 2002. El área basal de hace dos años era de 21,86 m²/ha, y la actual es de 23,94 m²/ha, representando un crecimiento del 8,7% en dos años.



Microsoft Excel

Figura 4. 15. Comparación del área basal en los años 2000 y 2002 en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

4.1.4 Análisis de crecimiento

Una de las razones principales para establecer parcelas permanentes de muestreo, es determinar la magnitud del crecimiento de los individuos (incremento). Esto permite conocer que tanto influyó el aprovechamiento en las tasas de crecimiento de la masa remanente.

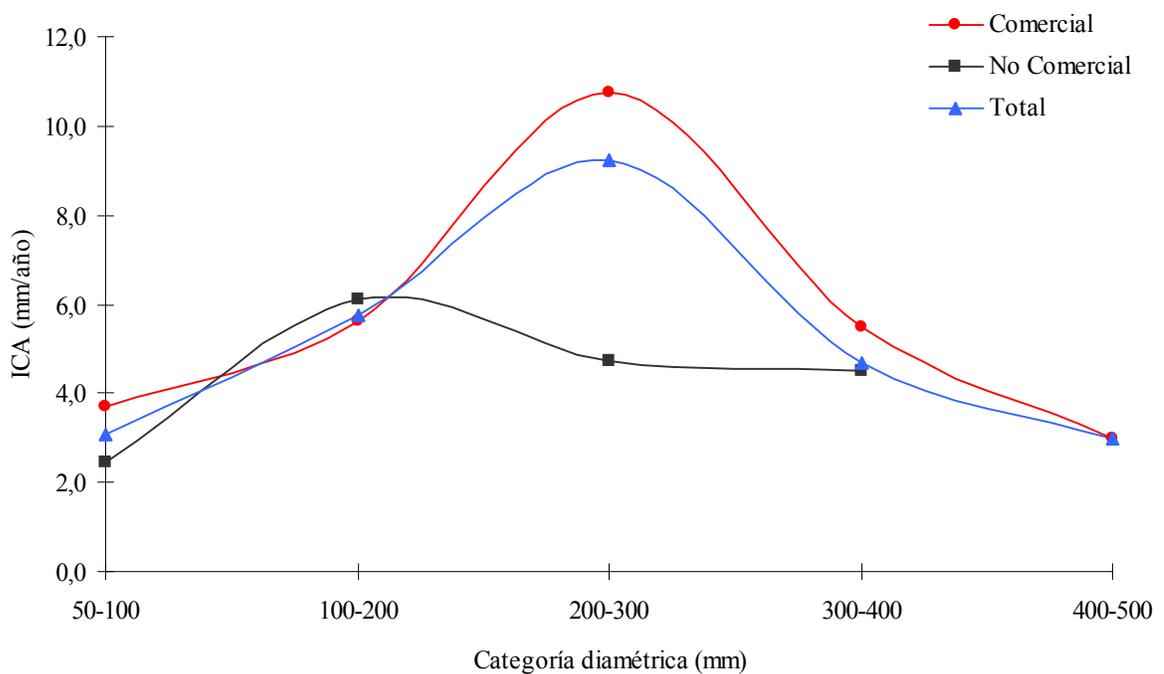
Bloque I

Entre los factores que más influyen en el crecimiento de los árboles, están: la edad y el tamaño de estos. Debido a que es muy difícil calcular la edad de los árboles en un bosque tropical, normalmente se utiliza el segundo factor. En la Figura 4.16 se presenta la relación que existe entre el incremento corriente anual (ICA) en milímetros y la categoría diamétrica de los individuos. El incremento promedio fue de 4,71 mm/año, siendo este valor menor en este bloque que en los otros dos. Redondo (1998) determinó para un bosque de 25 años en Sarapiquí un incremento corriente anual de 2,2 mm/año. Con esto se puede asegurar que el bosque del Bloque I presenta un crecimiento bueno.

Por su parte Solís (2000), en un bosque de 25 años, ubicado en Boca Tapada de Pital, reportó un ICA de 5,2 mm/año. Esta variación entre el crecimiento de estos bosques secundarios, es un indicador que confirma las diferencias en el comportamiento que puede existir en sitios de una misma región, ya que existen otros factores que pueden influir tales como el uso anterior y tipo de suelo.

El promedio de incremento diamétrico para las especies comerciales fue de 5,4 mm/año, que se refleja en la curva del gráfico presentado en la Figura 4.16, en donde el ICA de las especies comerciales siempre está por encima de la curva del ICA de todas las especies. Por su parte las especies no comerciales presentan un ICA promedio de 3,8 mm/año.

El comportamiento del ICA presenta una tendencia normal para un bosque, en donde el crecimiento es reducido en las primeras etapas de desarrollo de los individuos, debido a que son árboles que compiten en desventaja con los más grandes. Luego en las siguientes categorías se presenta un incremento mayor hasta llegar a un máximo, que en este bloque se presenta a los 25 cm de diámetro para las comerciales, que es de 10,8 mm/año, después el crecimiento comienza a decaer ya que la mayoría de las especies han llegado a su edad adulta. Pero al observar la curva de las especies no comerciales, el punto máximo lo alcanzan a los 15 cm, esto por que como se ha dicho anteriormente por lo general estas especies no alcanzan grandes diámetros y se encuentran en los estratos inferiores del bosque.



Microsoft Excel

Figura 4. 16. Relación entre el incremento corriente anual y la distribución diamétrica de los individuos en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Con el fin de conocer la existencia o no de diferencias en la magnitud del crecimiento por grupo ecológico de las especies, en el Cuadro 4.10 se presentan los resultados del ICA según estos grupos, en donde se obtuvo el mayor incremento en el grupo de las esciófitas parciales con un crecimiento de 6,63 mm/año, debiéndose este gran incremento a la especie *Pentaclethra macroloba*, la cual presenta regularmente buenos niveles de crecimiento y es muy abundante en este bloque.

Cuadro 4. 10. Relación entre el incremento corriente anual (ICA) y el grupo ecológico de las especies en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

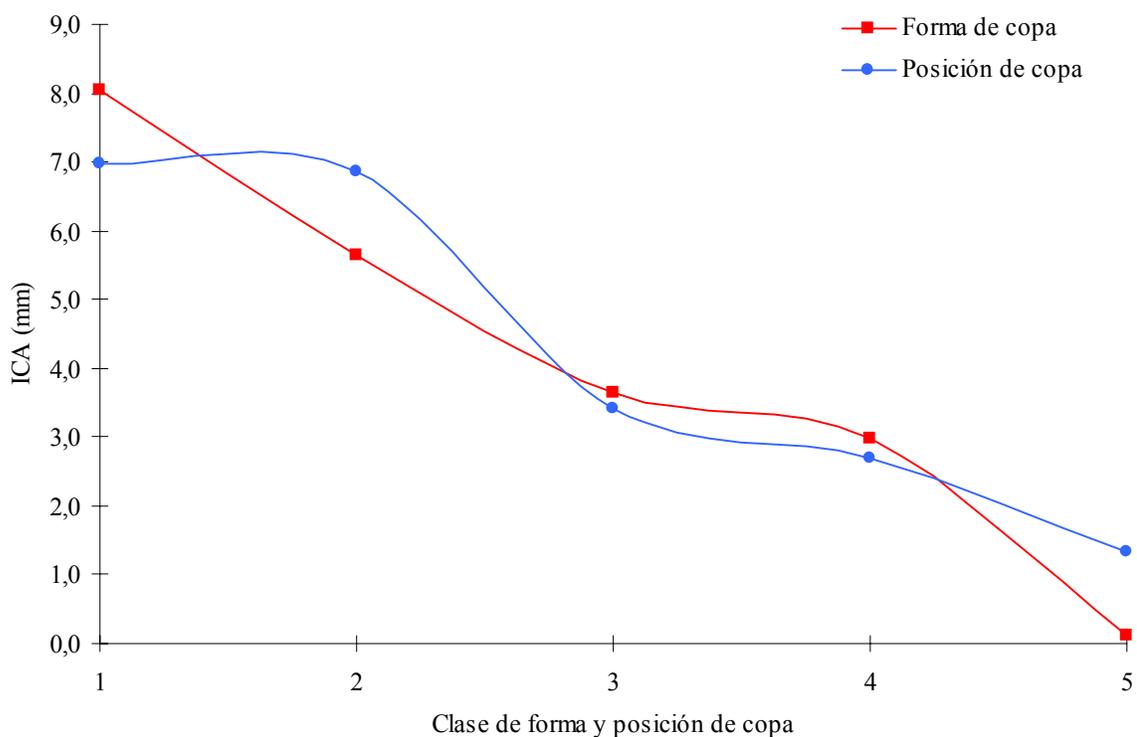
Grupo ecológico	Categoría diamétrica (mm)					ICA promedio (mm/año)
	50-100	100-200	200-300	300-400	400-500	
Pionera	2,10	11,75	5,00	6,50		4,00
Heliófitas efímeras	3,13	4,76	10,63	5,50	5,00	4,63
Heliófitas durables	1,42	5,38	7,75	4,00	1,00	4,41
Esciófitas parciales	5,50	6,86	11,00			6,43
Desconocido	2,50	6,38				3,53
Promedio	3,06	5,77	9,25	4,67	3,00	4,71

El reducido incremento que presentan las pioneras en la categoría diamétrica de 5 a 10 cm, se debe a que este grupo está representado en esta categoría principalmente por las especies *Psychotria* sp y *Piper* sp, ambas especies del sotobosque, por lo cual no alcanzan grandes incrementos.

En lo que respecta a los otros grupos, no se encontraron grandes diferencias de crecimiento diamétrico entre ellas.

Otros de los factores que influyen en el incremento diamétrico de los árboles es la posición y forma de copa, ya que la luz juega un papel muy importante en el crecimiento (Synnott, 1979; Siteo, 1992; Agüero, 1995). En la Figura 4.17 se presenta la tendencia del crecimiento según forma y posición de copa.

El comportamiento de ambas curvas es el esperado, demostrándose la influencia que tiene la posición y forma de copa en el incremento diamétrico, ya que en forma y posición de copa favorable (1 y 2 principalmente) se presenta un alto crecimiento; contrario a lo que pasa en posición y forma de copa desfavorable (4 y 5), en donde se presentan los incrementos más bajos.



Microsoft Excel

Figura 4. 17. Relación entre el incremento corriente anual y la posición y forma de copa en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

En el caso de la forma de copa 1 se aprecia el máximo incremento, siendo este de 8 mm/año, mientras que el menor en la forma de copa 5 con apenas 0,1 mm/año. Por su parte la posición de copa 1 presenta un crecimiento de 7 mm/año, en cambio la posición de copa 5 es de 1,3 mm/año. Esto demuestra que tiene mayor influencia la forma que la posición de copa.

Bloque II

En este bloque, el crecimiento fue mayor que el bloque I, presentando el promedio de ICA mayor en los tres bloques. Esto se debe a que hubo mayor apertura del dosel en este bloque, no sólo por el aprovechamiento sino también por la caída de gran cantidad de árboles por el viento, lo que produjo que la masa remanente alcanzara mayores niveles de crecimiento.

El incremento promedio fue de 5,79 mm/año, mayor que en el bloque I por 1,08 mm/año, lo que evidencia que este bloque presenta un muy buen crecimiento. En la Figura 4.18 se presenta la relación que existe entre el incremento corriente anual (ICA), según la comercialidad y categoría diamétrica de los individuos.

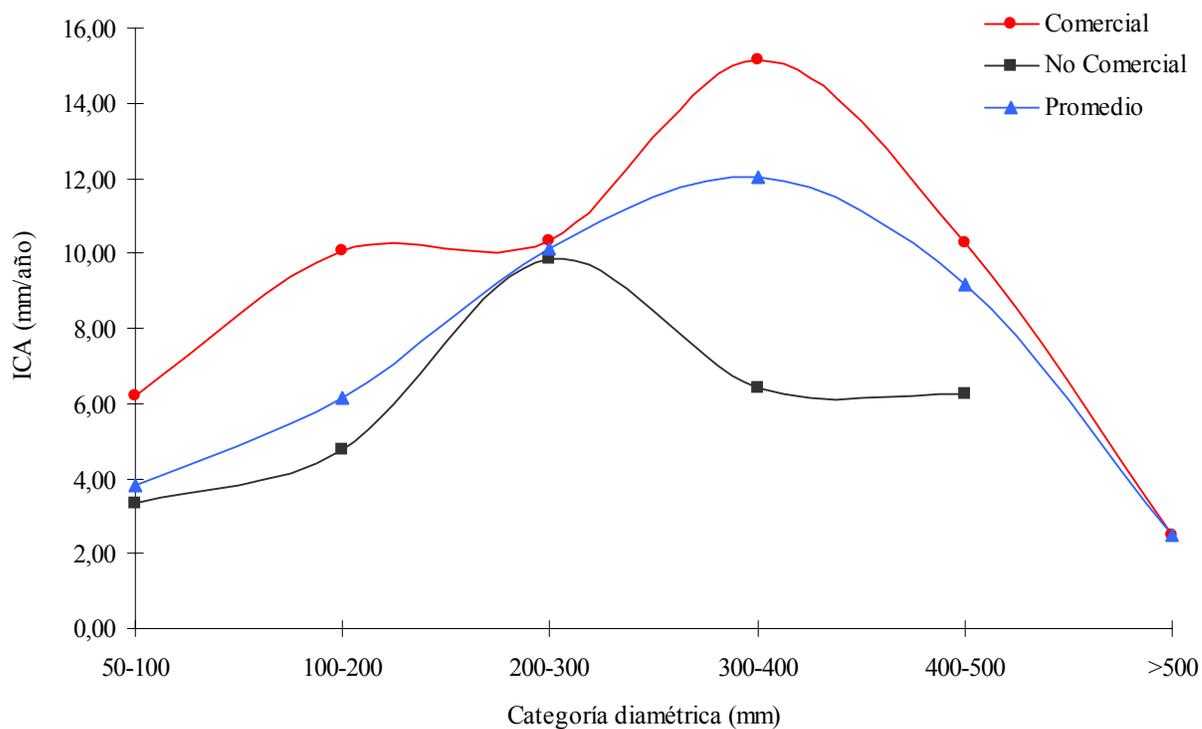


Figura 4. 18. Relación entre el incremento corriente anual y la distribución diamétrica de los individuos en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

El promedio de incremento diamétrico para las especies comerciales es de 9,68 mm/año, siendo este incremento más del doble que en las especies no comerciales, el cual es de 4,25 mm/año.

El comportamiento de la curva del ICA por categoría diamétrica presenta una tendencia normal para un bosque tropical, en donde el crecimiento es reducido en las primeras etapas de desarrollo de los individuos. Después en las siguientes categorías se presenta un incremento mayor hasta llegar a un máximo, y seguidamente el crecimiento comienza a decaer ya que las especies han llegado a su edad adulta.

La categoría diamétrica donde se alcanza el punto máximo de incremento diamétrico no es la misma para las especies comerciales y las no comerciales. Para este bloque las especies comerciales logran este máximo en el crecimiento a los 35 cm, el cual es de 15,17 mm/año. Mientras que el máximo incremento de las especies no comerciales es de 9,36 mm/año, que se manifiesta a los 25 cm de diámetro, ya que estas especies por lo general no alcanzan grandes diámetros.

En el Cuadro 4.11 se presentan los resultados del ICA según los grupos ecológicos, en donde al igual que en el Bloque I se obtuvo el mayor incremento en el grupo de las esciófitas parciales con un incremento promedio de 10,68 mm/año.

Cuadro 4. 11. Relación entre el incremento corriente anual y el grupo ecológico de las especies en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

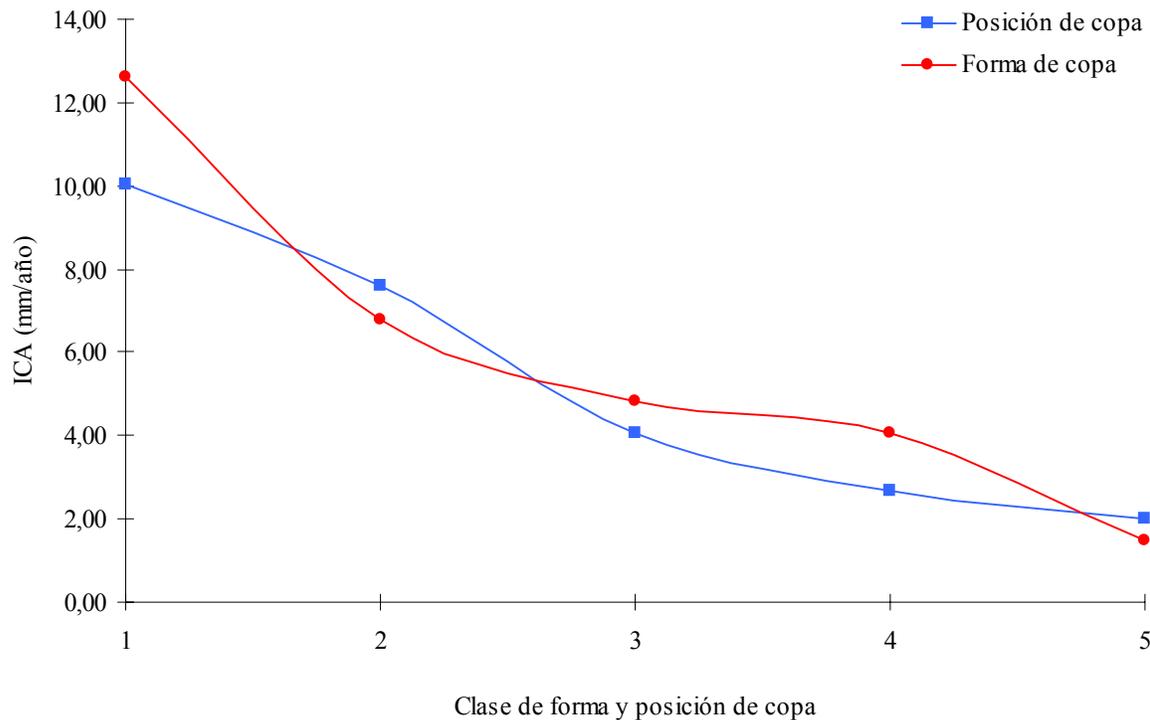
Grupo ecológico	Categoría diamétrica (mm)						ICA promedio (mm/año)
	50-100	100-200	200-300	300-400	400-500	>500	
Pionera	1,00	5,00	14,50				6,83
Heliófitas efímeras	4,06	5,68	7,50	11,40	17,00	2,50	6,54
Heliófitas durables	4,27	2,58	9,00	8,50	9,63		5,77
Esciófitas parciales	5,93	16,88	11,50	20,83	4,25		10,68
Esciófitas totales	2,61						2,61
Desconocido	3,53	3,42	12,50	6,50			3,70
Promedio	3,81	6,14	10,11	12,04	9,14	2,50	5,79

Por su parte las pioneras, heliófitas efímeras y durables, no presentan grandes diferencias de crecimiento. La diferencia se presenta en el grupo de las esciófitas totales, en donde el incremento es de 2,61 mm/año, lo que se debe a la especie *Rinorea squamata*, única de este grupo presente en el bloque II, la cual se caracteriza por ser una especie de sotobosque, de ahí su reducido crecimiento.

La posición y forma de copa influyen en la magnitud del crecimiento, de ahí la importancia de cuantificar esta influencia. En la Figura 4.19 se presenta la tendencia del incremento corriente anual según forma y posición de copa.

Al igual que en el Bloque I la tendencia de ambas curvas es la esperada, demostrándose la influencia que tiene la posición y forma de copa en el incremento diamétrico.

En el caso de la forma de copa 1 se aprecia el máximo incremento, siendo este de 12,61 mm/año, mientras que el menor en la forma de copa 5 con 1,50 mm/año. Por otro lado la posición de copa 1 presenta un incremento de 10,02 mm/año, en cambio la posición de copa 5 es de 2,00 mm/año, demostrando que tiene mayor influencia en el ICA la forma que la posición de copa.



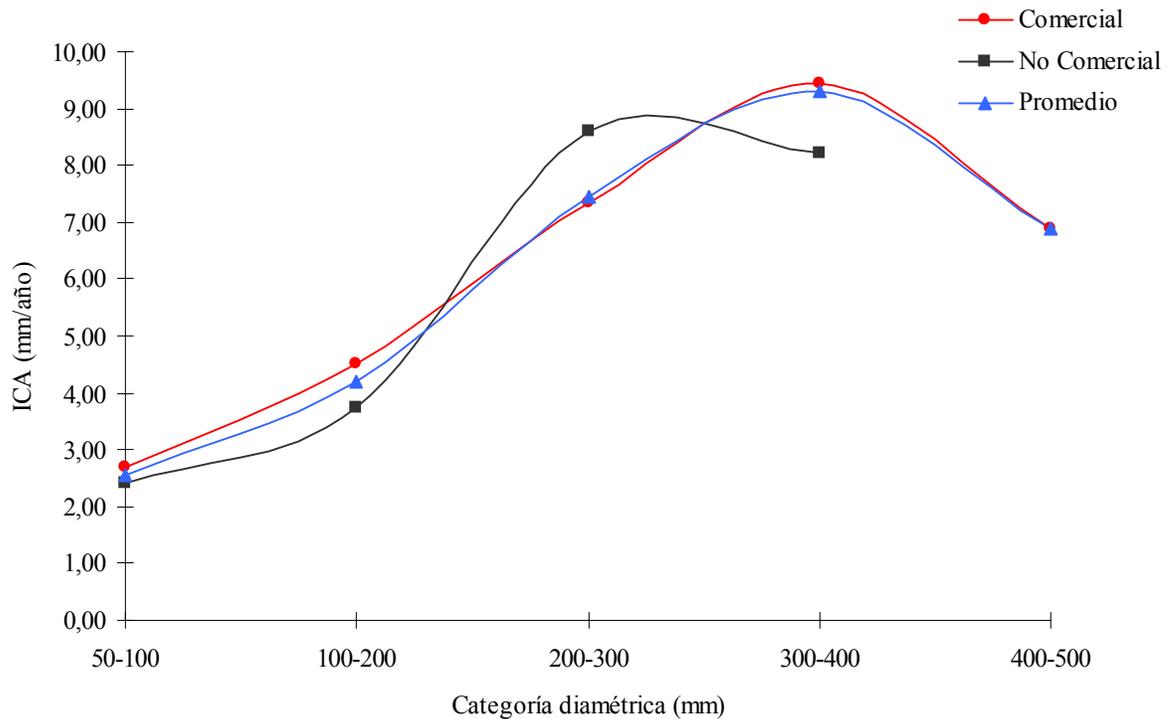
Microsoft Excel

Figura 4. 19. Relación entre el incremento corriente anual y la posición y forma de copa en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Bloque III

El incremento corriente anual promedio de este bloque fue 5,06 mm/año, valor medio entre lo presentado en el Bloque I y el Bloque II, por lo cual también se puede afirmar que este bloque presenta un buen crecimiento, ratificando el potencial productivo del bosque.

En la Figura 4.20 se aprecia la relación que existe entre el incremento corriente anual (ICA), según la comercialidad y categoría diamétrica de los individuos. El promedio de incremento diamétrico para las especies comerciales es de 5,29 mm/año, no existiendo grandes diferencias con el incremento de las especies no comerciales, el cual es de 4,62 mm/año, siendo esta la diferencia más notoria con los otros dos bloques.



Microsoft Excel

Figura 4. 20. Relación entre el incremento corriente anual y la distribución diamétrica de los individuos en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Al igual que los otros bloques, la tendencia de la curva del ICA por categoría diamétrica es la típica. El incremento máximo de las especies comerciales es de 9,44 mm/año, el cual se da a los 35 cm de diámetro, a diferencia de las especies no comerciales, que alcanzan el máximo incremento a los 25 cm, que es de 8,60 mm/año.

En lo que respecta al incremento por grupo ecológico, se obtuvo que el mayor incremento lo tienen las especies pertenecientes al grupo de las pioneras tal como se aprecia en el Cuadro 4.12. Esto porque los pocos individuos de *Cecropia* sp, presentes en este bloque son muy agresivos. Por su parte el incremento promedio más bajo lo presentan las esciófitas totales, el cual está representado por las palmas *Welfia* sp y *Socratea exorrhiza* con un incremento de 1,25 mm/año.

Cuadro 4. 12. Relación entre el incremento corriente anual y el grupo ecológico de las especies en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

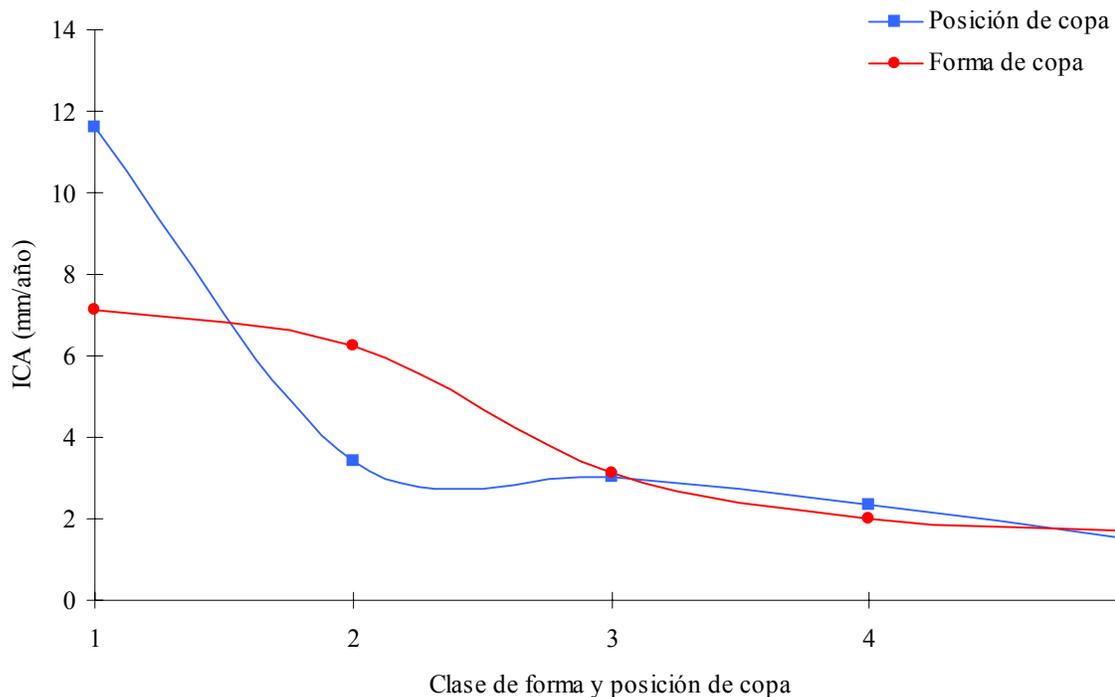
Grupo ecológico	Categoría diamétrica (mm)					ICA promedio (mm/año)
	50-100	100-200	200-300	300-400	400-500	
Pionera	5,00	3,50	9,00	57,50		18,75
Heliófitas efímeras	2,38	8,20	-	15,00		6,55
Heliófitas durables	2,82	2,08	15,50	12,75	5,25	5,25
Esciófitas parciales	2,18	3,85	5,29	7,00	8,50	4,45
Esciófitas totales	1,25					1,25
Desconocido	2,88	3,50				3,03
Promedio	2,55	4,21	7,44	14,78	6,88	5,06

Las heliófitas efímeras, durables y esciófitas parciales presentan un ICA promedio de 6,55, 5,25 y 4,45 mm/año, respectivamente.

En la Figura 4.21 se presenta la tendencia del incremento corriente anual según forma y posición de copa.

Los individuos con forma de copa 1 presentan un incremento promedio de 7,10 mm/año, mientras que los que tienen forma de copa 5 experimentaron un incremento medio de 1,70 mm/año, existiendo una diferencia de 5,40 mm/año. Este crecimiento en la forma de copa 5, corresponde a un 23,9% de lo que crecen los individuos con forma de copa 1, por lo que la superficie fotosintética que tengan los árboles va a influir grandemente en el crecimiento.

La posición de copa también tiene gran influencia en el crecimiento de los árboles, ya que los individuos con posición de copa 1 crecen con una magnitud de 11,60 mm/año, mientras que el incremento de los individuos con posición de copa 5 fue de 1,50 mm/año, lo que equivale a una diferencia de 10,10 mm/año.



Microsoft Excel

Figura 4. 21. Relación entre el incremento corriente anual y la posición y forma de copa en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

4.1.5 Distribución de la abundancia según posición y forma de copa

Es importante conocer la cantidad de individuos según forma y posición de copa ya que estas variables están relacionadas con el desarrollo óptimo de las especies. La posición de copa determina el grado de iluminación que reciben los individuos. La forma de copa es importante, ya que se afirma que la fotosíntesis es la fuente básica de carbohidratos para las plantas, de ahí se rescata que entre mayor área fotosintética (mayor copa) tenga un árbol mejor y mayor crecimiento tendrán los individuos (Redondo, 1998).

Bloque I

En el Cuadro 4.13, se presenta la distribución de los individuos según la posición de copa para el Bloque I. Se manifiesta un dominio de las especies con posición de copa 1, 2 y 3 representando un 70,8% de los individuos. De este 70,8%, el 64,7% corresponde a árboles comerciales.

Cuadro 4. 13. Distribución de la posición de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Categoría diamétrica (cm)	Posición de copa					Total (N/ha)
	1	2	3	4	5	
5-10		64	248	248	64	624
10-20	80	168	120	24		392
20-30	64					64
30-40	48					48
40-50	16					16
50-60	8					8
Total	216	232	368	272	64	1152
Porcentaje (%)	18,8	20,1	31,9	23,6	5,6	100,0

En el Cuadro 4.14, se observa la distribución de los individuos según la forma de copa y categoría diamétrica.

Se aprecia que el 81,9% de los individuos se ubican en las formas de copa 1, 2 y 3. Esto es un indicador del desarrollo de las copas de los árboles presentes. De este 81,9% de individuos, el 61% corresponden a árboles comerciales.

Cuadro 4. 14. Distribución de la forma de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Categoría diamétrica (cm)	Forma de copa					Total (N/ha)
	1	2	3	4	5	
5-10	56	176	208	104	80	624
10-20	32	200	136	24		392
20-30	16	32	16			64
30-40		48				48
40-50		8	8			16
50-60	8					8
Total	112	464	368	128	80	1152
Porcentaje (%)	9,8	40,3	31,9	11,1	6,9	100,0

Bloque II

En el Cuadro 4.15, se presenta la distribución de los individuos según la posición de copa para el bloque II.

Cuadro 4. 15. Distribución de la posición de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Categoría diamétrica (cm)	Posición de copa					Total (N/ha)
	1	2	3	4	5	
5-10		106,7	352,0	144,0		602,7
10-20	21,3	106,7	112,0	21,3	5,3	266,7
20-30	64,0	10,7				74,7
30-40	48,0	10,7	10,7		5,3	74,7
40-50	37,3					37,3
>50	5,3					5,3
Total	176,0	234,7	474,7	165,3	10,7	1061,3
Porcentaje (%)	16,6	22,1	44,7	15,6	1,0	100,0

Al igual que en el Bloque I, se da un dominio de las posiciones de copa 2 y 3; y las copas 4 y 5 son escasas. El dominio que se presenta en las tres primeras clases de forma de copa es del 83,42% de los individuos. De este porcentaje el 33% de los individuos son de especies comerciales, siendo este bloque el que presenta menor cantidad de especies comerciales, como ya se mencionó en el apartado 4.1.2.

En el Cuadro 4.16, se observa la distribución de los individuos según la forma de copa, en donde se tiene que el 83,4% de los individuos se ubican en las formas de copa 1, 2 y 3, sin embargo, la cantidad de individuos con forma de copa 1 es muy escaso. De este 83,4% de individuos, solamente el 30,2% corresponde a árboles comerciales.

Cuadro 4. 16. Distribución de la forma de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Categoría diamétrica (cm)	Forma de copa					Total (N/ha)
	1	2	3	4	5	
5-10	26,7	192,0	261,3	112,0	10,7	602,7
10-20	16,0	128,0	101,3	16,0	5,3	266,7
20-30		32,0	37,3	5,3		74,7
30-40	5,3	26,7	16,0	21,3	5,3	74,7
40-50		32,0	5,3			37,3
>50			5,3			5,3
Total	48,0	410,7	426,7	154,7	21,3	1061,3
Porcentaje (%)	4,5	38,7	40,2	14,6	2,0	100,0

Bloque III

En el Cuadro 4.17, se presenta la distribución de los individuos según la posición de copa para el bloque III, en donde también la mayoría de individuos se ubican en las tres primeras clases de posiciones de copa con un dominio del 82,1%, del cual el 69,8% son árboles de especies comerciales.

Cuadro 4. 17. Distribución de la posición de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Categoría diamétrica (cm)	Posición de copa					Total (N/ha)
	1	2	3	4	5	
5-10		56	280	144	16	496
10-20	24	72	104	8		208
20-30	72	56				128
30-40	64	8				72
40-50	32					32
Total	192	192	384	152	16	936
Porcentaje (%)	20,5	20,5	41,0	16,2	1,7	100,0

El comportamiento de la distribución de los individuos según forma de copa es similar al Bloque I, como se aprecia en el Cuadro 4.18, en donde se tiene que el 88,0% de los individuos se ubican en las formas de copa 1, 2 y 3, teniéndose un predominio de los individuos con forma de copa 2. De este 88,0%, a diferencia del Bloque II, el 65% corresponde a árboles de especies comerciales.

Cuadro 4. 18. Distribución de la forma de copa de los individuos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Agua Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Categoría diamétrica (cm)	Forma de copa					Total (N/ha)
	1	2	3	4	5	
0-10	40	184	168	72	32	496
10-20	8	152	40	8		208
20-30	8	112	8			128
30-40	32	40				72
40-50		32				32
Total	88	520	216	80	32	936
Porcentaje (%)	9,40	55,56	23,08	8,55	3,42	100,00

4.1.6 Diversidad

Con el fin de determinar si el aprovechamiento causó un impacto en la diversidad de las especies arbóreas de los bosques secundarios, se calculó el valor del índice de diversidad de Shannon. Este índice presenta valores entre cero y uno, donde valores cercanos a uno indican que el sitio en estudio es muy diverso, mientras que valores cercanos a cero indican sitios poco diversos. En el Cuadro 4.19, se presentan los resultados del Índice de Shannon para los tres bloques de bosque secundario, para los años 2000 y 2002.

Cuadro 4. 19. Comparación del Índice de Shannon del año 2000 con el del año 2002 en tres bloques de bosque secundario, Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Sitio	Índice de Shannon	
	Año 2000	Año 2002
Bloque I	0,817	0,828
Bloque II	0,868	0,859
Bloque III	0,831	0,841

El índice de Shannon para ambos años y para los tres bloques es bastante alto, mayor a 0,8 en los tres casos, indicando que los bloques son diversos, y que el aprovechamiento no causó grandes cambios en la diversidad de estos bosques secundarios. Esta alta diversidad se debe a que son pocas las especies que tienen gran abundancia, por lo que hay una gran heterogeneidad.

Como se observa en el Cuadro 4.19, el Bloque II, es el que presenta el mayor valor de este índice, esto debido a que como se mencionó anteriormente, es el que presenta mayor cantidad de especies, en las cuales la abundancia está más distribuida, o sea, no se presenta un gran dominio de pocas especies.

4.2 Regeneración natural en los bosques secundarios intervenidos

Otro aspecto evaluado en los bloques fue la regeneración natural, ya que es muy importante porque representa el futuro del bosque, y el tipo de especies que regeneren es un indicador del disturbio causado por el aprovechamiento. El análisis se realizó, en cada bloque según la condición de sitio, donde se identificaron tres clases: claro provocado por la corta de los árboles, camino secundario y sitio sin perturbación.

4.2.1 Análisis de regeneración Bloque I

Las parcelas de regeneración se establecieron de forma temporal para cuantificar el estado de la regeneración. En el Bloque I se determinaron 48 especies distribuidas en 30 familias distintas. Las cuatro familias más abundantes fueron: Rubiaceae, Mimosaceae, Tiliaceae y Vochysiaceae.

Abundancia

En el Cuadro 4.20 se presentan los datos obtenidos de la abundancia de brinzales y latizales bajos, según la condición de sitio.

Cuadro 4. 20. Abundancia para brinzales y latizales bajos según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Condición de sitio	Abundancia brinzales (N/ha)			Abundancia latizales (N/ha)		
	Comercial	No Comercial	Total	Comercial	No Comercial	Total
Camino Secundario	6875	17500	24375	1900	4200	6100
Claro	12813	11875	24688	1200	4400	5600
Sombra	10353	12495	22848	2508	2907	5415
Promedio	10014	13957	23970	1869	3836	5705
Porcentaje (%)	42	58	100	33	67	100

En lo que respecta a brinzales se obtuvo una abundancia promedio para las tres condiciones de sitio de 23 970 individuos por hectárea. Quirós (1999), reporta una abundancia de brinzales en un bosque secundario ubicado en Florencia de San Carlos de 6 267 individuos/ha, lo que indica que el número obtenido para este bloque es alto. La proporción de las especies comerciales para brinzales es del 42% de la abundancia total.

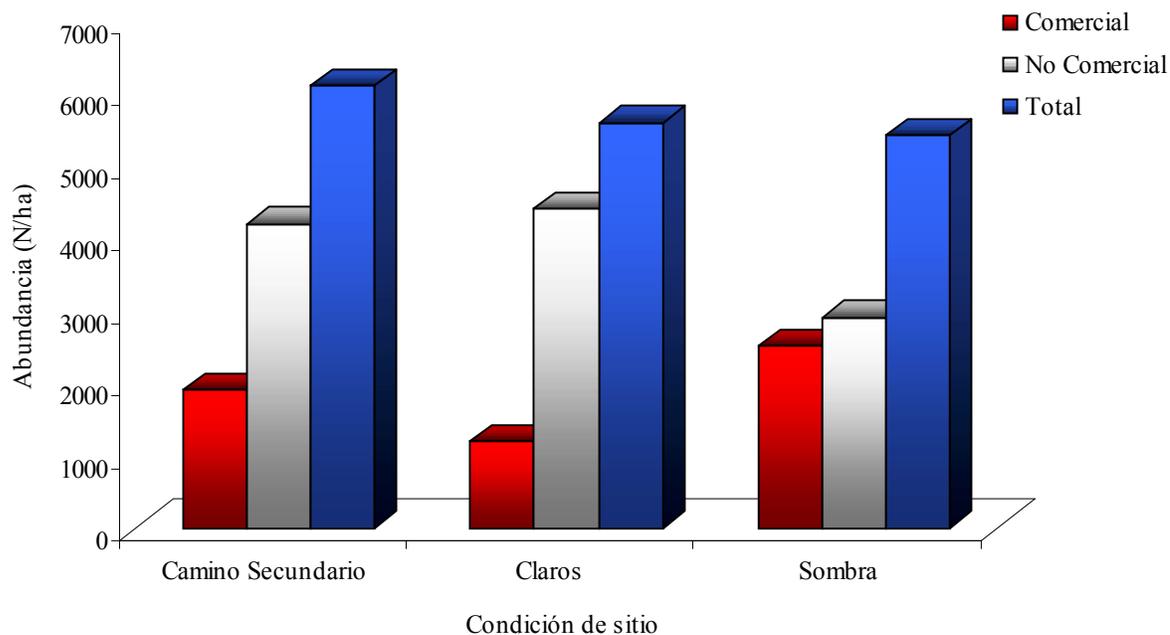
Según la condición de sitio, la mayor cantidad de brinzales se encuentran en los claros y en los caminos secundarios, y la menor en los sitios sin disturbio, siendo esto lo esperado, ya que los claros producto de la corta y construcción de caminos, favorecen una mayor regeneración por las condiciones elevadas de iluminación y la posibilidad de que la semilla llegue y germine.

La abundancia promedio de los latizales fue de 5 705 individuos/ha, donde la proporción de las especies comerciales alcanza el 33% de los individuos, valor menor que los brinzales, ya que los latizales son los primeros individuos que crecieron después del aprovechamiento y a menudo son plantas herbáceas o arbustivas, lo que hace que esta proporción baje.

El comportamiento de la abundancia de los latizales según condición de sitio se presenta en la Figura 4.22, donde se aprecia que la mayor abundancia se obtiene en los caminos secundarios, seguido, por los claros, y la menor en los sitios no perturbados (sombra).

Se observa como en los caminos secundarios y en los claros se da un gran dominio de las especies no comerciales, mientras que en los sitios sin perturbación la proporción de las especies comerciales es bastante alto llegando al 46% de los individuos.

Por lo tanto, no se da una gran diferencia de abundancia total en las tres condiciones de sitio, pero si hay diferencias sustanciales si esta abundancia se separa según la comercialidad de las especies.



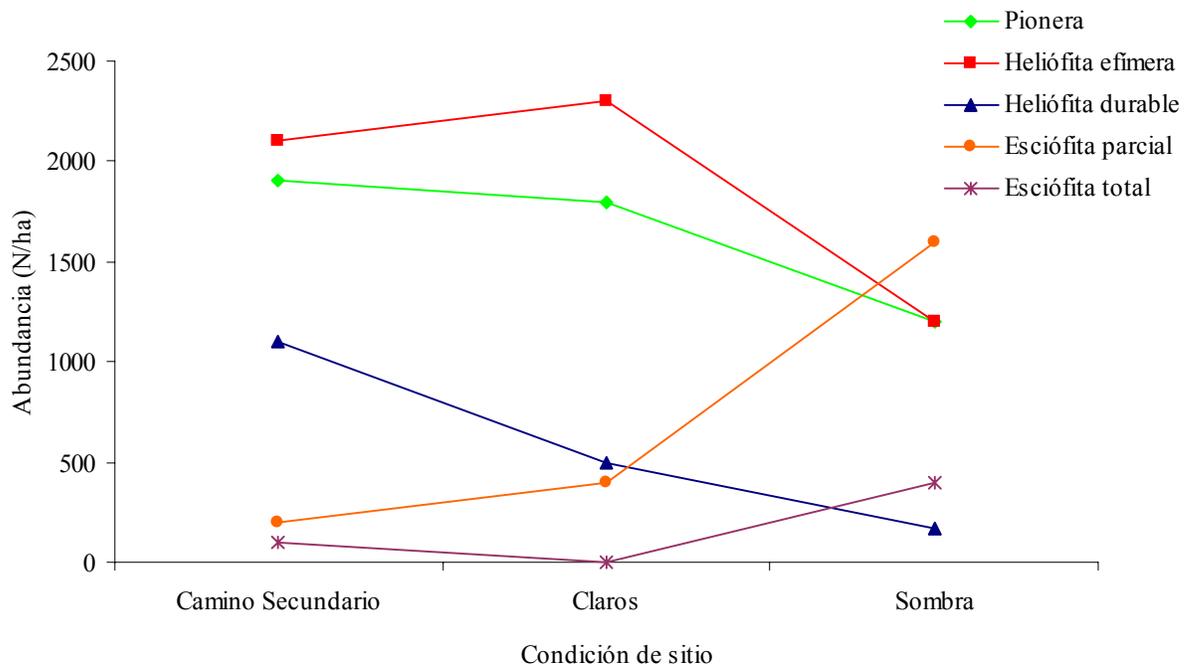
Microsoft Excel

Figura 4. 22. Abundancia de latizales bajos (N/ha) según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Con el objeto de conocer la existencia o no de diferencias de abundancia en las tres condiciones de sitio según grupo ecológico, en la Figura 4.23 se presenta esta información para los latizales bajos.

La abundancia de las pioneras, heliófitas efímeras y durables es mayor en los caminos secundarios y claros, siendo lo esperado ya que son sitios con buena iluminación lo que favorece la regeneración de estas especies, lo que no significa que no puedan regenerar en sombra, como se muestra en la Figura 4.23.

Por otra parte, las esciófitas son más abundantes en los sitios con sombra, ya que esta es la condición óptima para su crecimiento, sin embargo también regeneran en los caminos secundarios y en los claros, con la probabilidad de que muchos de estos individuos mueran.



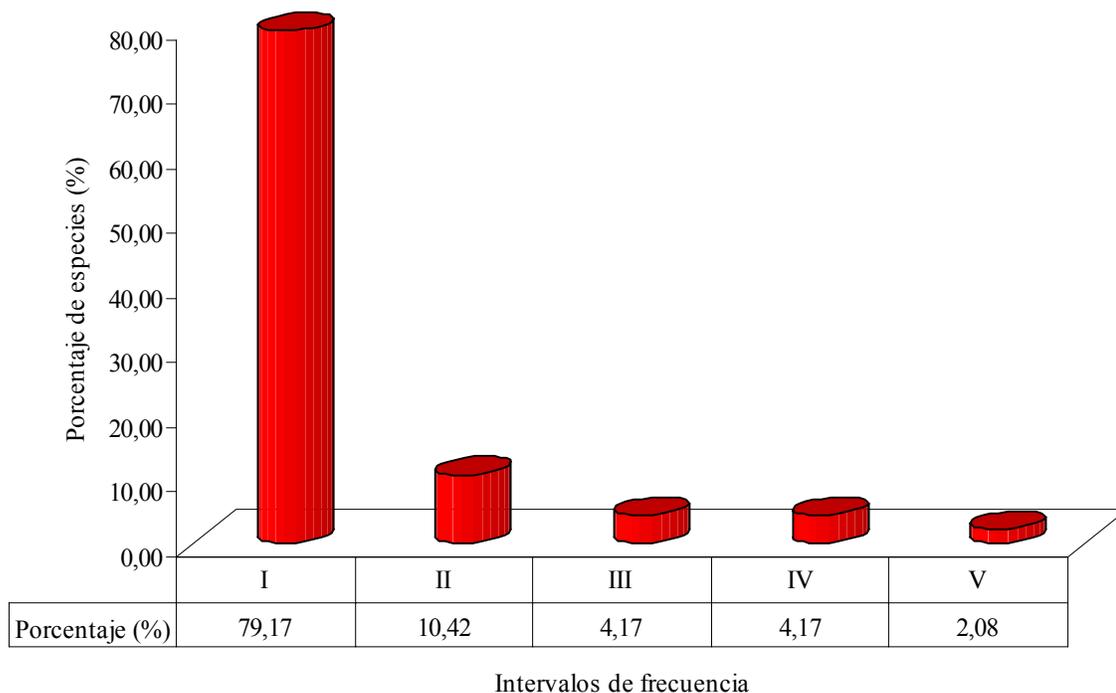
Microsoft Excel

Figura 4. 23. Abundancia de latizales bajos según grupo ecológico de las especies y condición de sitio para el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Clases de frecuencia

Una herramienta útil para determinar la heterogeneidad del bosque, es el análisis de clases de frecuencia. Altos valores en las categorías mayores (IV y V) son característicos de bosques con composición florísticas homogéneas (Lamprecht, 1990). La Figura 4.24 muestra la distribución porcentual de las especies para cada intervalo.

Este bloque presenta una tendencia hacia la heterogeneidad florística ya que el 89,6% de todas las especies ocupan los dos primeros intervalos de frecuencia absoluta, lo que evidencia la complejidad del bosque a pesar del impacto sufrido por el aprovechamiento, por lo cual se puede asumir que el aprovechamiento no causó gran impacto en la estructura del bosque, como para que se presentara la regeneración de pocas especies no comerciales, reduciendo el potencial productivo del ecosistema boscoso.



Microsoft Excel

Figura 4. 24. Intervalos de frecuencia de las especies encontradas en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Considerando las clases de frecuencia IV y V, sólo tres especies presentan una distribución horizontal continua (agrupación uniforme en todo el bloque). Estas especies son *Psychotria* sp, *Piper* sp1 y *Vochysia guatemalensis*.

Índice de Shannon

Para complementar la información de heterogeneidad presentada en el apartado anterior, se procedió a calcular el índice de diversidad de Shannon. En el Cuadro 4.21, se presenta este índice para el Bloque I, según la condición de sitio, en donde se obtuvo valores cercanos a uno para las tres condiciones, que evidencia la gran diversidad presente en este bloque, ratificando la alta heterogeneidad calculada con las clases de frecuencia.

Cuadro 4. 21. Índice de Shannon para la regeneración en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Condición de sitio	Especies encontradas	Índice de Shannon
Camino secundario	24	0,909
Claro	20	0,941
Sombra	29	0,912
Total especies en bloque I	48	

El hecho de que prácticamente se tenga el mismo resultado del índice de Shannon para las tres condiciones de sitio, sugiere que el impacto del aprovechamiento fue mínimo, ya que no se presentó la formación de rodales de pocas especies en las áreas impactadas.

4.2.2 Análisis de la regeneración Bloque II

En el Bloque II se identificaron 75 especies distribuidas en 36 familias, siendo el bloque con mayor número de especies y familias. Las cuatro familias más comunes fueron: Tiliaceae, Euphorbiaceae, Violaceae y Mimosaceae.

Un aspecto importante a considerar es la ausencia de la especie *Cordia alliodora* en la regeneración de este bosque, especie más aprovechada en el año 2000 con un total de 36 individuos (Segura, 2000), debido a que esta especie necesita grandes claros e incluso áreas abiertas para poder regenerarse eficientemente, por lo que probablemente en el futuro la especie desaparezca en todos los estratos del bosque.

Abundancia

En el Cuadro 4.22 se presentan los datos de la abundancia de brinzales y latizales bajos, según condición de sitio y comercialidad. Este bloque presenta la mayor abundancia de los tres bloques analizados tanto en brinzales como en latizales bajos.

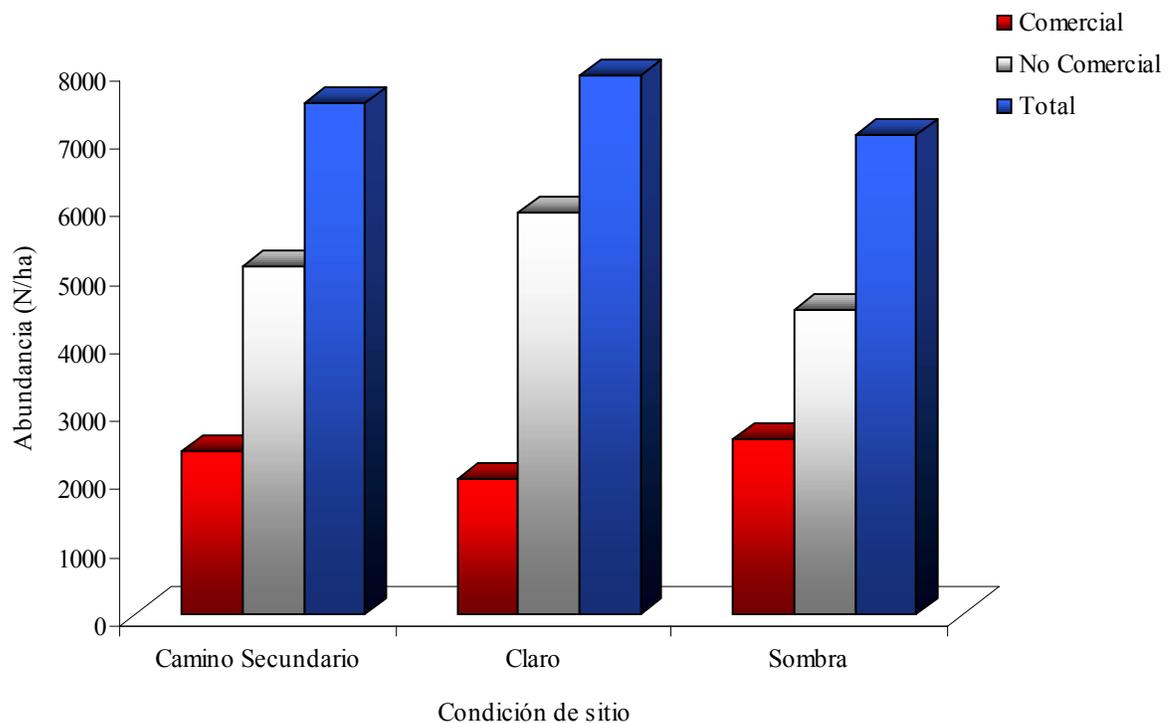
Cuadro 4. 22. Abundancia para brinzales y latizales bajos según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Condición de sitio	Abundancia brinzales (N/ha)			Abundancia latizales (N/ha)		
	Comercial	No Comercial	Total	Comercial	No Comercial	Total
Camino Secundario	5616	19344	24960	2400	5100	7500
Claro	3744	23088	26832	2000	5900	7900
Sombra	6225	15770	21995	2563	4459	7022
Promedio	5195	19401	24596	2321	5153	7474
Porcentaje (%)	21	79	100	31	69	100

La abundancia promedio de brinzales fue de 24 596 individuos por hectárea. La proporción de las especies comerciales para estos individuos es de apenas el 21% de la abundancia total, manteniendo la tendencia que se presenta en los individuos de más de 5 cm de diámetro, presentada en el apartado 4.1.2, en donde este bloque presenta la menor proporción de individuos comerciales. Según la condición de sitio, la mayor cantidad de individuos se encuentran en los claros, y la menor en los sitios sin disturbio, que es lo esperado, ya que los claros favorecen una mayor regeneración debido a las condiciones elevadas de iluminación que se presentan, haciendo más fácil la germinación de semillas de las especies que la requieren.

En los latizales bajos se encontró una abundancia promedio de 7 474 individuos/ha, donde la proporción de las especies comerciales es del 31% de los individuos, similar al Bloque I.

La tendencia de la abundancia de los latizales bajos según condición de sitio se presenta en la Figura 4.25, donde se observa que la mayor abundancia se presenta en los claros provocados por la corta de los árboles, siendo un poco mayor que la abundancia presentada en los caminos secundarios.

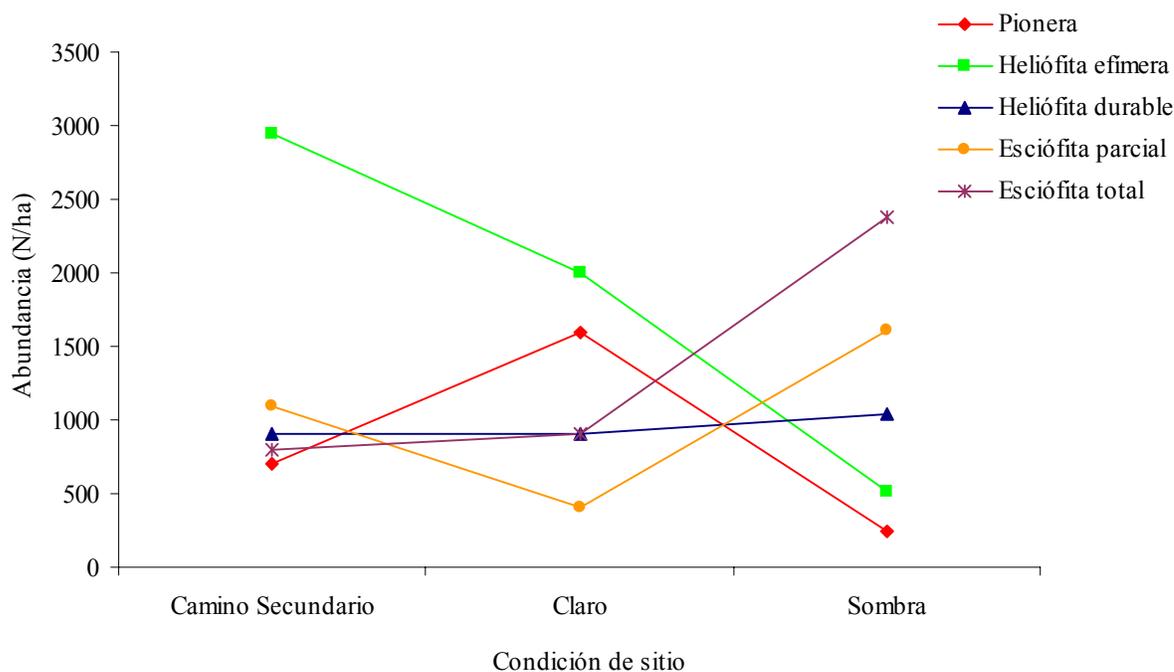


Microsoft Excel

Figura 4. 25. Abundancia de latizales bajos (N/ha) según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

En la Figura 4.26, se aprecia la tendencia de la abundancia según grupo ecológico y condición de sitio, en donde se encontraron diferencias sustanciales. Las pioneras son más abundantes en los claros provocados por la corta de los árboles, ya que este tipo de especies necesitan grandes condiciones de luz para poder germinar y así regenerarse. Las heliófitas efímeras presenta la mayor abundancia en los caminos secundarios y en los claros, que es lo esperado.

En el caso de los sitios no perturbados se presenta la mayor abundancia de las especies esciófitas totales, ya que precisamente la especie más abundante de este bloque *Rinorea squamata*, pertenece a dicho grupo, lo que también influye en que la proporción de especies comerciales sea bastante baja, como se mencionó anteriormente. También las heliófitas durables y las esciófitas parciales son más abundantes en esta condición de sitio.



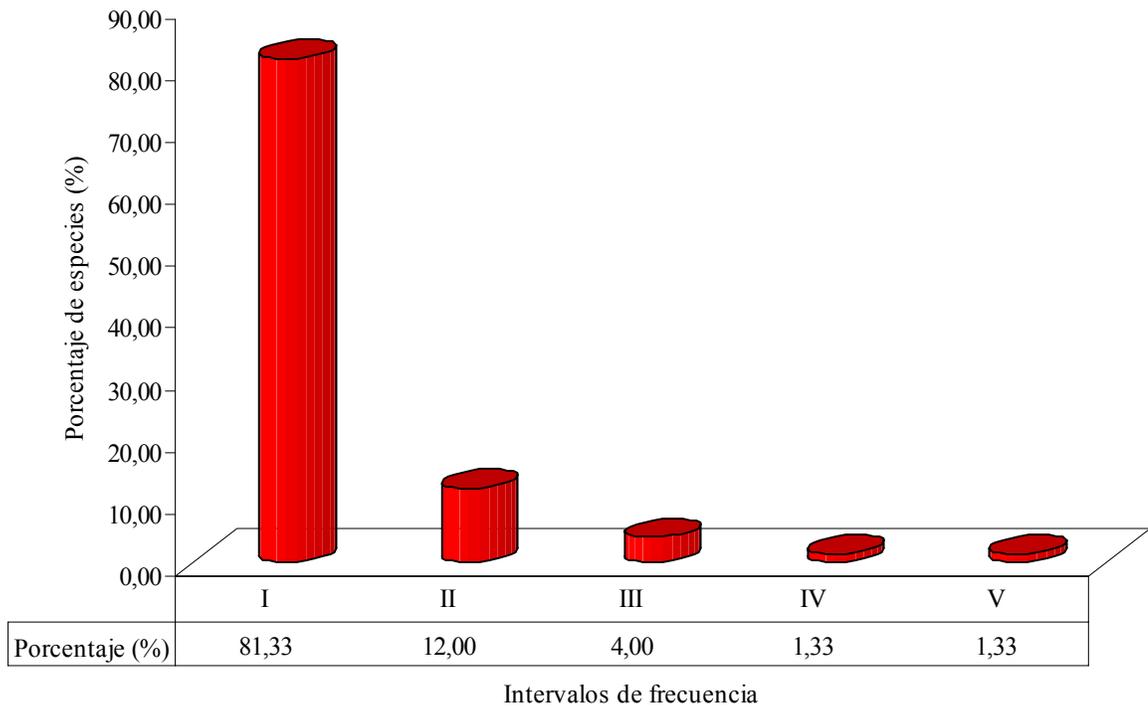
Microsoft Excel

Figura 4. 26. Abundancia de latizales bajos según grupo ecológico de las especies y condición de sitio para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Clases de frecuencia

Para conocer la heterogeneidad del ecosistema boscoso en este bloque se procedió a calcular el porcentaje de especies según clases de frecuencia, lo cual se muestra en la Figura 4.27.

Este bloque presenta, al igual que el Bloque I una tendencia hacia la heterogeneidad florística ya que el 93,33% de todas las especies ocupan los dos primeros intervalos de frecuencia absoluta, evidenciando una alta complejidad del bosque a pesar del impacto sufrido por el aprovechamiento.



Microsoft Excel

Figura 4. 27. Intervalos de frecuencia de las especies encontradas en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

En este bosque se presentan dos especies con una distribución horizontal continua, que son las que tienen más de 60% de frecuencia. Estas especies son *Rinorea squamata* y *Colubrina spinosa*, ambas especies pertenecientes al estrato inferior del bosque.

Índice de Shannon

Para conocer el grado de diversidad de las especies arbóreas en este bloque, se procedió a calcular el índice de diversidad de Shannon. En el Cuadro 4.23, se presenta este índice, según la condición de sitio.

Cuadro 4. 23. Índice de Shannon para la regeneración en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Condición de sitio	Especies encontradas	Índice de Shannon
Camino secundario	47	0,903
Claro	26	0,884
Sombra	50	0,817
Total especies en bloque II	75	

Los valores obtenidos son menores que los presentados en el Bloque I, pero sin embargo son bastante altos, ya que el índice para las tres condiciones de sitio es relativamente cercano a uno, lo que demuestra la presencia de una alta diversidad.

El hecho de que el menor valor de Índice de Shannon se da en los sitios no perturbados radica en la elevada abundancia que presenta la especie *Rinorea squamata* en estos sitios, que en muchas parcelas alcanzaba más del 50% de los individuos muestreados.

4.2.3 Análisis de la regeneración Bloque III

En el Bloque III se determinaron 43 especies distribuidas en 29 familias distintas. Las cuatro familias más comunes fueron: Rubiaceae, Rhamnaceae, Mimosaceae y Melastomataceae.

Abundancia

En el Cuadro 4.24 se presentan los datos de la abundancia de brinzales y latizales bajos, según condición de sitio y comercialidad. Este bloque presenta la menor abundancia de los tres bloques analizados tanto en brinzales como en latizales bajos, lo que evidencia la existencia de un sotobosque menos denso, verificado en las observaciones de campo, debido a que en este bloque hay menor cantidad de claros producto del aprovechamiento que en los otros dos bloques (ver apartado 4.3.3)

La abundancia promedio de los brinzales es de 20 112 individuos por hectárea. La proporción de las especies comerciales para estos individuos es del 38% de la abundancia total, siendo mayor a la proporción de estas especies en el Bloque II.

Cuadro 4. 24. Abundancia para brinzales y latizales bajos según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

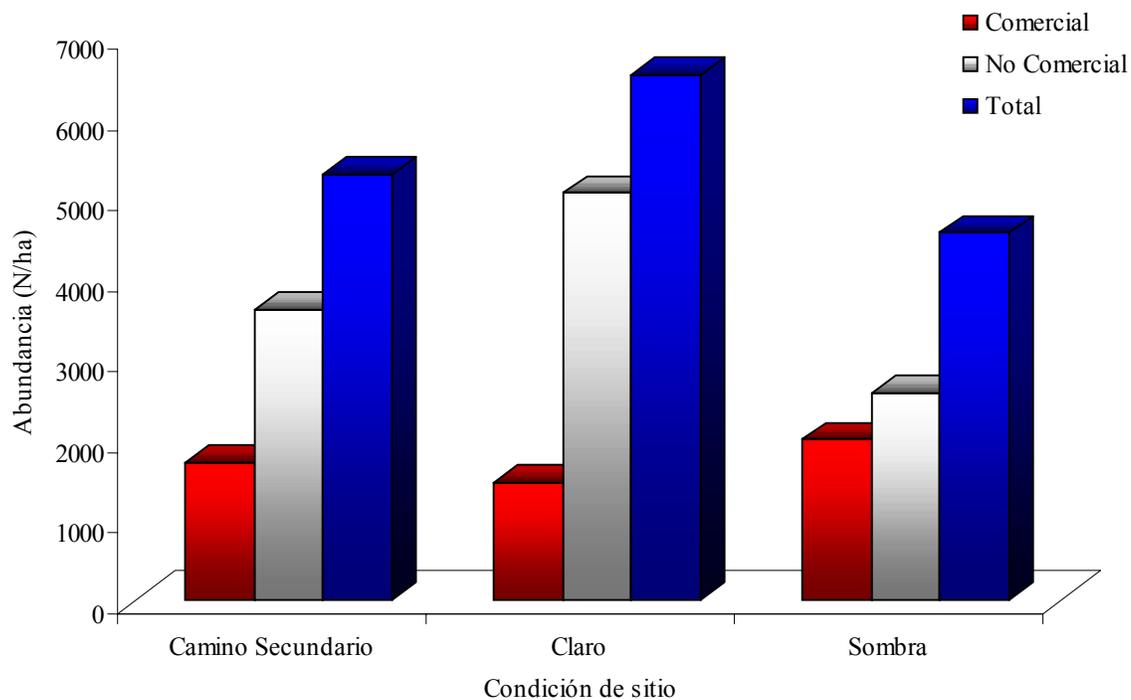
Condición de sitio	Abundancia brinzales (N/ha)			Abundancia latizales (N/ha)		
	Comercial	No Comercial	Total	Comercial	No Comercial	Total
Camino secundario	7800	11856	19656	1700	3600	5300
Claro	7904	14976	22880	1463	5054	6517
Sombra	6942	10858	17800	1995	2565	4560
Promedio	7549	12563	20112	1719	3740	5459
Porcentaje (%)	38	62	100	31	69	100

Según la condición de sitio, la mayor cantidad de brinzales se encuentran en los claros, y la menor en los sitios sin disturbio, siendo esto lo esperado, ya que los claros favorecen una mayor regeneración por las condiciones elevadas de iluminación.

La abundancia promedio de los latizales es de 5 459 individuos/ha, donde la proporción de las especies comerciales es del 31% de los individuos, valor menor que los brinzales, debido a que los latizales fueron los primeros individuos que crecieron después del aprovechamiento y a menudo son plantas herbáceas, lo que hace que esta proporción baje.

El comportamiento de la abundancia de los latizales según condición de sitio se presenta en la Figura 4.28, donde se aprecia que la mayor abundancia se obtiene en los claros, seguido, por los caminos secundarios, y la menor abundancia se presenta en los sitios no perturbados.

Se observa como en los caminos secundarios y en los claros se da un gran dominio de las especies no comerciales, mientras que en los sitios sin perturbación la proporción de las especies comerciales es bastante alta llegando al 44% de los individuos. Esto es normal ya que en los sitios con elevada iluminación (claros y caminos secundarios) regeneran gran cantidad de individuos pertenecientes al grupo de las pioneras y de las heliófitas efímeras, que por lo general son no comerciales.



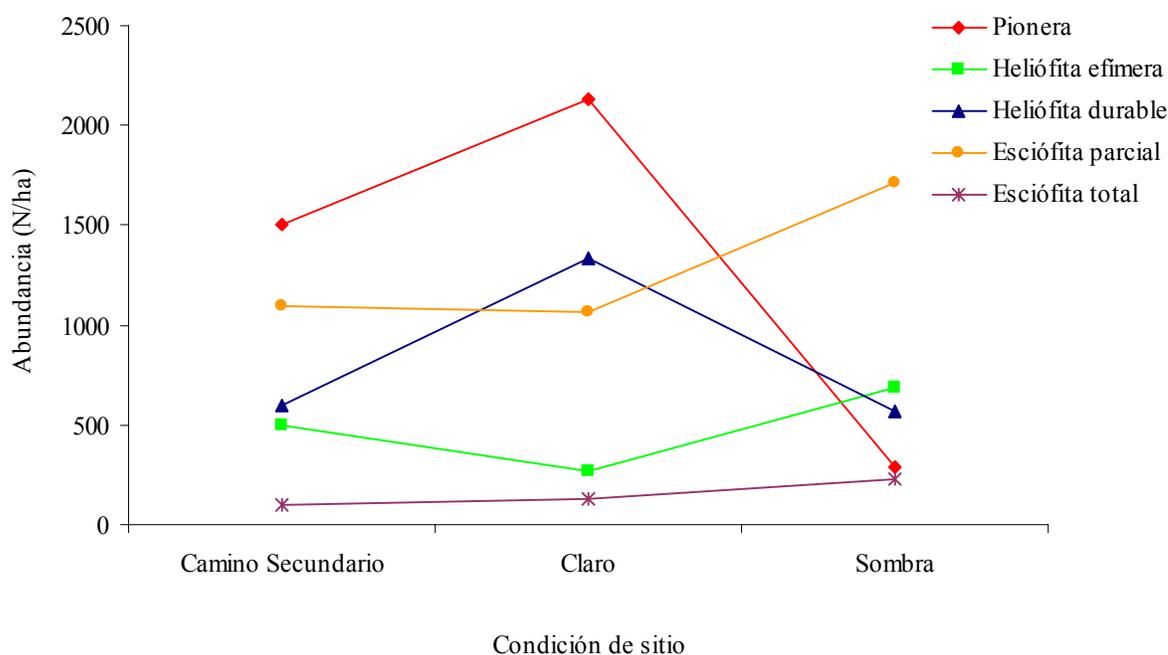
Microsoft Excel

Figura 4. 28. Abundancia de latizales bajos (N/ha) según condición de sitio y comercialidad para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Para conocer con detalle las diferencias de la regeneración según el grupo ecológico de las especies y condición de sitio, en la Figura 4.29 se presenta esta información para los latizales bajos.

La abundancia de las pioneras, heliófitas durables es mayor en los caminos secundarios y claros, siendo lo esperado ya que son sitios con buena iluminación lo que favorece la regeneración de estas especies.

Por otra parte, las esciófitas son más abundantes en los sitios con sombra, ya que esta es la condición óptima para su crecimiento. Cabe resaltar que las esciófitas parciales es el segundo grupo más abundante, que se debe a la poca perturbación que se presentó en este bloque.



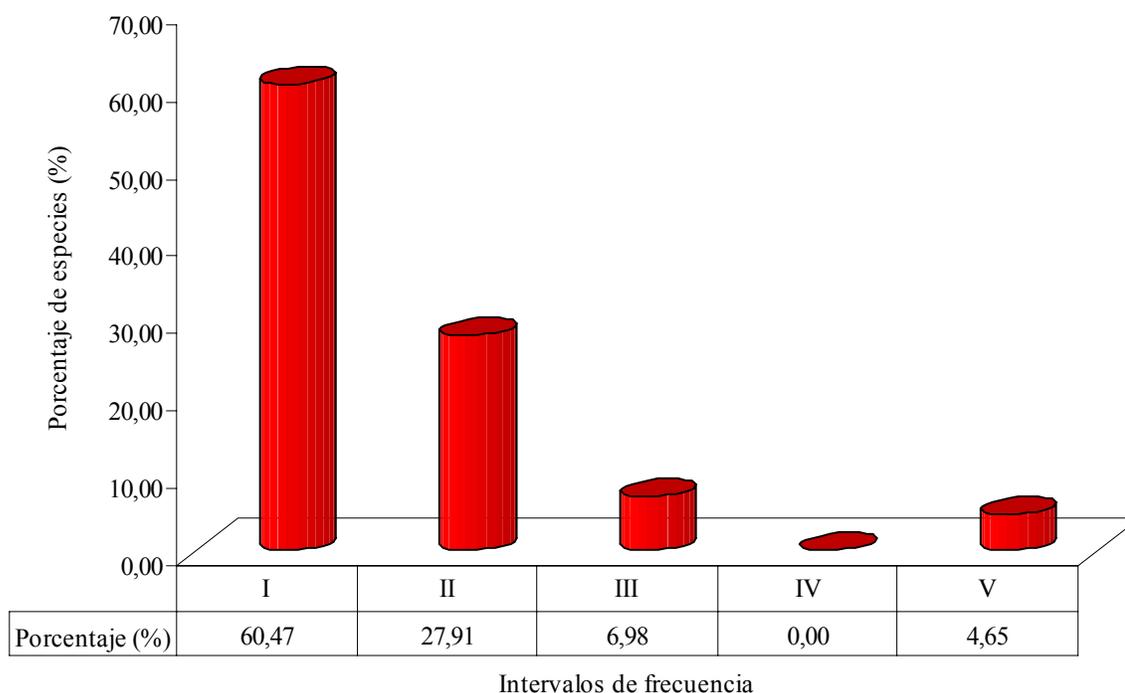
Microsoft Excel

Figura 4. 29. Abundancia de latizales bajos según grupo ecológico de las especies y condición de sitio para el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Clases de frecuencia

Para conocer la heterogeneidad del ecosistema boscoso en este bloque se procedió a calcular el porcentaje de especies según clases de frecuencia, lo cual se muestra en la Figura 4.30.

Este bloque presenta, al igual que los otros dos bloques, una tendencia hacia la heterogeneidad florística ya que el 88,38% de todas las especies ocupan los dos primeros intervalos de frecuencia absoluta, evidenciando una alta complejidad del bosque a pesar del impacto sufrido por el aprovechamiento.



Microsoft Excel

Figura 4. 30. Intervalos de frecuencia de las especies encontradas en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Se presentan dos especies con una distribución horizontal continua. Estas especies son *Pentaclethra macroloba* y *Psychotria* sp.

Índice de Shannon

Para conocer el grado de diversidad de las especies en este bloque, se procedió a calcular el índice de diversidad de Shannon. En el Cuadro 4.25, se presentan los valores este índice, según la condición de sitio.

Los valores obtenidos son altos, ya que el índice para las tres condiciones de sitio es relativamente cercano a uno, lo que demuestra la presencia de una alta diversidad para la regeneración natural, lo que indica que el aprovechamiento no causó gran impacto.

Cuadro 4. 25. Índice de Shannon para la regeneración en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Condición de sitio	Especies encontradas	Índice de Shannon
Camino secundario	24	0,861
Claro	16	0,860
Sombra	27	0,904
Total especies en bloque III	43	-

4.3 Evaluación del aprovechamiento forestal

El aprovechamiento mejorado realizado en los tres bloques, fue planificado y llevado a cabo por las mismas personas, con los mismos métodos y recursos, por lo que no deben existir diferencias en cuanto a la forma de realizar las labores, sin embargo la evaluación se presentará por bloques, ya que estos presentan diferencias significativas de estructura, especies extraídas, por lo que se podrían ver aspectos muy puntuales para cada bosque intervenido.

La evaluación del aprovechamiento se realizó con la metodología de evaluación de tocones (Valerio, 1998), la cual ha sido utilizada con éxito en diferentes regiones del país, ya que es fácil de implementar. Con esta metodología se evalúa el impacto que se causa a la hora de querer simular la caída natural de un árbol, con el fin de aprovecharlo para su uso comercial. Para dicha evaluación es necesario ubicar y revisar un porcentaje de los tocones de los árboles cortados, evaluando cuantitativamente los siguientes factores:

- La coincidencia entre la resolución de aprobación de la Administración Forestal del Estado (AFE) y la ejecución.
- El impacto a la masa residual, determinado por el estado de la masa remanente alrededor de cada tocón.
- El tamaño aproximado del claro expresado en m².
- El uso del winch
- Presencia de marcas en los tocones.
- Afectación de áreas de protección.
- Concordancia entre lo planificado y lo ejecutado.
- Concordancia entre la información de campo y la incluida en el plan de manejo.
- Cumplimiento de los principios, criterios e indicadores de sostenibilidad.

La evaluación de caminos se realiza para determinar:

- Impacto sobre el suelo.
- Concordancia entre lo planificado y lo ejecutado.
- Impacto al área productiva por efecto de la construcción de caminos y patios.
- Presencia de basura no biodegradable.
- Duplicidad de caminos o construcción de caminos innecesarios.
- Anchos y pendientes máximas.
- Distancias de arrastre.

La mayor dificultad al realizar esta evaluación, fue el hecho de que el aprovechamiento se realizó hace dos años, por lo que el bosque ya había reaccionado ante la perturbación, por lo que no se pudo evaluar el impacto sobre el suelo de las pistas de arrastre, ya que a excepción de unas pocas era imposible distinguirlas, lo que evidencia una recuperación muy rápida.

Otro de los aspectos no evaluados fueron los patios de acopio, ya que para los tres bloques, estos fueron ubicados en áreas abiertas (potreros), por lo que los fustes enteros eran trasladados por el tractor agrícola a estos sitios fuera del bosque y allí se hacían los cortes según longitudes definidas, con lo cual se redujo sustancialmente el área afectada.

El arrastre de los fustes fue realizado con tractor agrícola, equipado con winch y cadenas, ya que las dimensiones de estos no eran muy grandes. La utilización del tractor agrícola y no uno de oruga produjo que la compactación al suelo no fuera excesiva.

4.3.1 Evaluación del Bloque I

En este bloque se autorizó la corta de 31 árboles, sin embargo no se cortaron cinco de estos, pertenecientes a la especie *Goethalsia meiantha*, por lo que en realidad se extrajeron 26 individuos.

De estos 26 individuos, 22 eran de la especie *Cordia alliodora* y solamente 4 individuos de la especie *Vochysia guatemalensis*. La reducción del área basal para la primera especie fue de 3,47 m²/ha lo que significó una reducción del 60,72% de esta. La reducción del área basal para la segunda especie fue de 1,71 m²/ha que representa un 36,77%. El volumen total extraído fue de aproximadamente 25 m³/ha.

Evaluación de los árboles cortados (tocones)

En este bloque, se evaluaron 21 tocones, que representan una muestra del 80,8% de los árboles cortados. En el Cuadro 4.26 se muestran los datos obtenidos con la evaluación de tocones.

Se puede apreciar que el 100% de los tocones evaluados corresponden a árboles marcados para la corta, los cuales estaban correctamente numerados en el campo. Estaban todavía numerados debido a que estos estaban marcados con placas metálicas, de lo contrario muy probablemente hubiera sido imposible determinar si los árboles cortados correspondían a lo estipulado en el mapa base de aprovechamiento. Esto cumple con lo estipulado en el documento técnico y en el mapa base de aprovechamiento, lo que se ratifica con el respeto a los árboles AP y de especies poco abundantes, en donde no se cortó uno solo.

Cuadro 4. 26. Resultados de la evaluación de tocones en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Variable	Nº Casos	Porcentaje (%)
Número de árboles autorizados para la corta	26,0	-
Tocones evaluados	21,0	80,8
Tocones sin número	1,0	4,8
De los numerados son de corta	20,0	100,0
Con número y marcados como AP	0,0	0,0
Con número y ubicados correctamente en mapa base	19,0	95,0
Tocones no autorizados para la corta	1,0	4,8
Ubicados en zona de protección	0,0	0,0
Caídos en zona de protección	0,0	0,0
Número de árboles remanentes que sufrieron daños	1,0	3,1
Tamaño medio del claro (m ²)	57,2	-
Casos en que se utilizó winch si era necesario	11 de 13	84,6
Casos en que los residuos fueron aprovechados cuando era posible	2 de 7	28,6
Árboles cortados y sin extraer	0,0	0,0
Presencia de basuras en sitio de corta	1,0	4,8
Obstrucción de vías de agua	0,0	0,0
Signos de erosión	1,0	4,8

En cuanto a las zonas de protección debe apuntarse que ninguno de los árboles cortados estaban ubicados ni cayeron en dichas zonas, que en este bloque eran áreas cercanas a cauces de agua, por lo que se cumple con lo estipulado en la Ley Forestal 7575 y su Reglamento.

Es importante tomar en cuenta que se cortó un árbol de *Cordia alliodora* no autorizado. Tal vez la razón para su corta fue el cambio de un árbol a cortar por uno remanente, debido a que este último pudo haber sufrido algún daño por lo que era aconsejable su corta.

Un aspecto importante del aprovechamiento mejorado, es el hecho de realizar tala dirigida durante las labores de corta. Esto provocó que se presentaran pocos daños a la masa remanente, en donde solamente un árbol censado sufrió daños. También contribuyó a esto el hecho de que los árboles cortados no eran de grandes dimensiones y que la especie con mayor cantidad de árboles cortados (*Cordia alliodora*) presenta por lo general una copa estrecha.

Como se observa en el Cuadro 4.26, de los 21 claros evaluados, el tamaño promedio de estos fue de 57,2 m², el cual es bastante bajo. El tamaño máximo medido fue de 105 m² y el mínimo de 20 m². Uno de los aspectos que favoreció esta situación es la topografía del sitio, la cual es totalmente plana, aparte de los aspectos ya mencionados, corta dirigida, tamaño y forma arquitectural de los árboles.

Una de las cosas a la que se le dio importancia durante el aprovechamiento fue la utilización del winch, ya que se usó en la mayoría de los casos en los que se requería su utilización (84,6%). La utilización del winch es uno de los aspectos que minimizan el impacto del aprovechamiento sobre el suelo del bosque, ya que hace que el tractor u otro tipo de maquinaria transite menos dentro del bosque, por lo que se tienen que construir menos caminos, lo que también reduce los costos de operación.

Un problema detectado es el poco aprovechamiento de residuos que se dio, ya que sólo el 28,6% de los casos posibles se utilizaron los residuos. Esto debido al desinterés del propietario del bosque, porque se tiene la tradición maderera de sólo aprovechar el fuste y dejar en el bosque las ramas con dimensiones suficientes para ser aserradas, lo que no tiene justificación, ya que en la misma finca se tiene un pequeño aserradero donde se pudieron aprovechar estos productos.

En cuanto a la erosión observada, sólo un 4,8% de los casos evaluados presentan problemas de este tipo, los cuales son leves, ya que no hubo excesiva remoción de suelo en el bosque. Esto hizo que el bosque se recuperara rápidamente, evaluado mediante la regeneración natural presente, que se evidenció en la dificultad de localizar las pistas de extracción.

Por último uno de los aspectos que se manejó adecuadamente fueron los desechos inorgánicos producto del maderero como lo son envases plásticos, cadenas de motosierra, cables, entre otros, puesto que dentro del bosque no hay gran incidencia de basuras de este tipo, de hecho sólo se encontró una basura que representa un 4,8% de los tocones evaluados.

Evaluación de caminos

Debido a que los patios de acopio se construyeron fuera del área boscosa, no existió la necesidad de construir caminos primarios dentro del bosque, ya que los camiones cargaban las trozas fuera de este, provocando menor impacto y reducción de los costos.

En cuanto a los caminos secundarios, en este bloque se evaluaron dos. Uno de estos caminos secundarios existía antes del aprovechamiento, por lo que únicamente tuvo que ser restaurado. Ambos caminos están planificados en el mapa base de aprovechamiento. En el Cuadro 4.27, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de este tipo de caminos.

Uno de los factores que influyó en la utilización de solamente dos caminos secundarios fue la topografía del lugar, lo que permitió distancias largas de arrastre, y también que muchos árboles cayeron cerca de los límites del bosque por lo que el tractor no tuvo que estar dentro del bosque para su arrastre.

Se pudo determinar que ambos caminos estaban ubicados correctamente en el mapa base de aprovechamiento. Estos caminos presentan un ancho medio de 3,0 m, nunca presentaron anchos mayores a 6 m, por lo que se cumple con lo estipulado en la legislación costarricense. Este ancho es menor a los de caminos secundarios en bosques primarios debido a que se usó un tractor agrícola, a diferencia de los tractores de oruga que normalmente se utilizan en bosques primarios. Por ejemplo Hernández (1999) reportó un ancho promedio de 3,6 m para bosques primarios intervenidos en la Zona Norte de Costa Rica. Abarca y Picado (1998) reportaron caminos secundarios en bosques primarios con un ancho promedio de 4,25 m, ambos estudios utilizando tractor de oruga.

La pendiente media para este tipo de caminos es de 1%, y la máxima evaluada fue de 5%, debido a la topografía plana del sitio. Esto hace que se cumpla con lo recomendado en el Principio 11 para el manejo sostenible de bosques secundarios en Costa Rica, que estipula pendientes menores al 40% para caminos secundarios.

Uno de los problemas encontrados fue la erosión, la cual se encuentra en el camino de mayor extensión de este bloque y lo más grave fue que no se realizaron obras para evitarla. Los responsables de este problema no son las personas a cargo de realizar las labores en el campo sino del regente que no planificó la construcción de dichas obras.

Cuadro 4. 27. Resultados de la evaluación hecha a los caminos secundarios, en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Variable	Nº Casos	Porcentaje (%)
Número de caminos evaluados	2	-
Número de caminos planificados	2	100,0
Ancho medio (m)	3,0	-
Caminos ubicados correctamente en mapa base	2	100,0
Caminos ubicados en mapa base con cambios leves	0	100,0
Caminos ubicados incorrectamente en mapa base	0	0,0
Pendiente máxima (%)	5,0	-
Pendiente media (%)	1,0	-
Presencia de caminos innecesarios	0	0,0
Caminos con problemas de erosión	1	50,0
Caminos con obras para evitar la erosión	0	0,0
Caminos con presencia de basuras	0	0,0
Mapa base concuerda con red hídrica	2	100,0

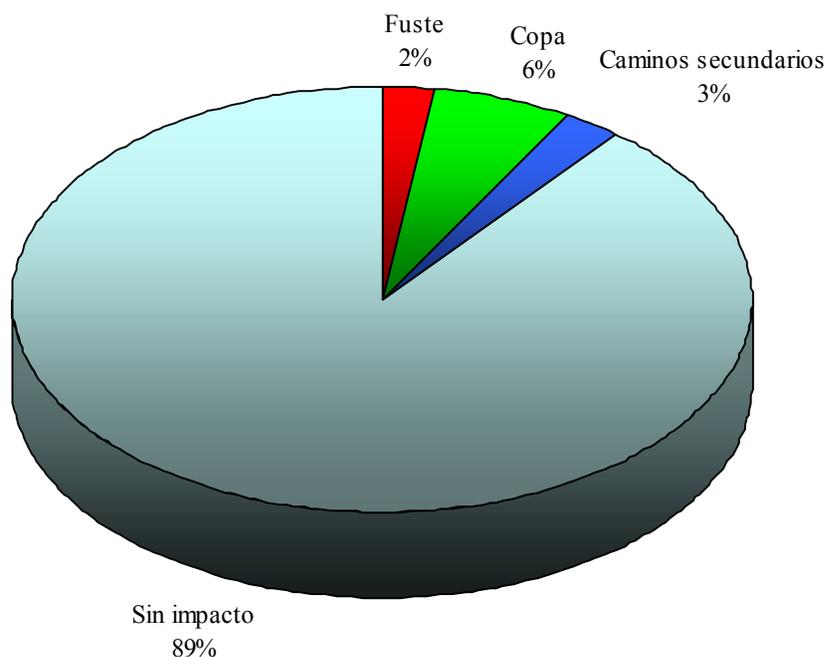
Otro de los aspectos que se obvió fue la clausura de estos caminos, como lo estipula la legislación costarricense. Sin embargo, esto se justifica, ya que son utilizados por los propietarios para movilizarse a otras áreas de la finca, de hecho antes del aprovechamiento ya existían para tal fin.

Un aspecto que habla muy bien del aprovechamiento realizado fue el hecho de no encontrar basuras inorgánicas en estos caminos. Además la red hídrica concuerda con lo presentado en el mapa base.

Área impactada

Un factor que determina el grado de sostenibilidad del aprovechamiento forestal es la cuantificación del área impactada por este. En este bloque el área afectada es de 1936 m², lo que equivale apenas al 11% del área total, presentándose un porcentaje muy similar en los tres bloques, tal como se puede apreciar en la Figura 4.31.

Esta área es muy inferior a lo reportado por varios autores para la región, siendo el dato más cercano el reportado por Quesada & Solís (1992) que es de 14,41%, cuya evaluación se realizó precisamente en un bosque de la finca Coope San Juan, en la cual también se encuentran los tres bosques evaluados en el presente trabajo. Por su parte Spittler (1995) reporta un área de impacto de 23%, Pérez (1995) un 15,79% y Saravia (1995) un 26,1%; en aprovechamientos mejorados realizados en bosques primarios en la Región Huetar Norte.



Microsoft Excel

Figura 4. 31. Porcentaje del área impactada por el aprovechamiento forestal en el bosque secundario (Bloque I) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

En la Figura 4.31 se puede observar el porcentaje de área impactada según el factor causante del disturbio. El mayor daño fue producido por la caída de las copas de los árboles con 55% del impacto total. Por su parte el área de caída y arrastre de los fustes representan un 2% del total. Al sumar esta área de claros se obtiene un 8% de impacto, cumpliendo con lo estipulado en el Principio 11 para el manejo de los bosques secundarios, el cual permite un área máxima de claros del 15% del área efectiva total.

En lo que a caminos secundarios se refiere, el área de impacto es del 3% del área total, que representa un 27% del área dañada. Este 3% está por debajo del porcentaje máximo estipulado en el Principio 11, que es del 8%.

Son varios los factores que influyeron para que se presentara un impacto bajo. Entre ellos están:

- Buena planificación entre el regente y los encargados de realizar las labores de campo (sierristas, tractorista y ayudantes).
- Topografía del sitio, la cual es bastante plana.
- Tamaños no muy grandes de los árboles extraídos.
- Inexistencia de caminos primarios y patios de acopio.
- Utilización de un tractor agrícola para arrastrar los fustes y no uno de oruga.
- Utilización del winch en la mayoría de los casos.
- El dueño del bosque fue el encargado de realizar el madereo y no intermediarios.

4.3.2 Evaluación del Bloque II

En este bloque se autorizó la corta de 50 árboles, sin embargo no se cortaron seis de estos, pertenecientes a la especie *Pentaclethra macroloba*, por lo que se extrajeron 44 individuos.

De los 50 individuos cortados, 36 eran de la especie *Cordia alliodora*, con una reducción de área basal de 5,97 m²/ha representando el 60,42% del área basal total para esta especie. Otros 5 individuos correspondían a la especie *Vochysia ferruginea* y 3 de *Zanthoxylum kellermanii*, con una reducción del área basal de 2,05 m²/ha para la primera de ellas y 0,55 m²/ha para la segunda, significando una reducción del 60,85% y el 54,67% respectivamente. El volumen total aprovechado fue aproximadamente de 20 m³/ha.

Evaluación de los árboles cortados (tocones)

Se evaluaron 39 tocones, representando una muestra del 88,7% de los árboles cortados. En el Cuadro 4.28, se muestran los datos obtenidos con la evaluación de tocones.

Al igual que en el Bloque I, el 100% de los tocones evaluados corresponden a árboles marcados para la corta, los cuales estaban correctamente numerados en el campo, ya que correspondía con la numeración en el mapa base de aprovechamiento.

En este bloque se respetaron los árboles AP y los pertenecientes a las especies poco frecuentes, representadas en este bloque por las especies *Dipteryx panamensis*, *Vantairea lundellii*, *Qualea paraensis*, *Tabebuia guayacan*, entre otras; por lo que se cumplió con lo estipulado en el plan de manejo.

Debe apuntarse que ninguno de los árboles cortados estaban ubicados ni cayeron en zonas de protección, por lo que se cumplió con lo estipulado en la Ley Forestal 7575 y su Reglamento. Además tampoco se cortaron árboles no autorizados, lo que indica una buena labor por parte del regente y los sierristas.

Solamente dos árboles remanentes sufrieron algún tipo de daño, esto debido a la corta dirigida que se realiza en todo aprovechamiento mejorado. Este tipo de corta además de reducir los daños a la masa remanente, provoca menores al suelo y reduce el área de claros. Al igual que en el Bloque I, otro aspecto que contribuyó al reducido daño de árboles remanentes fue el hecho de que los árboles cortados no eran de grandes dimensiones y que la especie con mayor cantidad de árboles cortados (*Cordia alliodora*) presenta por lo general una copa estrecha.

Como se observa en el Cuadro 4.28, de los 39 claros evaluados, el tamaño promedio de estos fue de 51,5 m², con un tamaño máximo medido de 72 m² y un mínimo de 25 m². Este promedio fue bastante bajo, lo cual se vió favorecido por la topografía del sitio, la cual es plana, aparte de los aspectos ya mencionados, corta dirigida, tamaño y forma arquitectural de los árboles. Otro aspecto que favoreció un promedio tan reducido fue el hecho de que varias copas cayeron dentro de los caminos secundarios por lo que no hubo necesidad de medir estas áreas ya que son parte del impacto ocasionado por los caminos.

Cuadro 4. 28. Resultados de la evaluación de tocones en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Variable	Nº Casos	Porcentaje (%)
Número de árboles autorizados para la corta	44,0	-
Tocones evaluados	39,0	88,7
Tocones sin número	1,0	2,6
De los numerados son de corta	38,0	100,0
Con número y marcados como AP	0,0	0,0
Con número y ubicados correctamente en mapa base	35,0	92,1
Tocones no autorizados para la corta	0,0	0,0
Ubicados en zona de protección	0,0	0,0
Caídos en zona de protección	0,0	0,0
Número de árboles remanentes que sufrieron daños	2,0	5,1
Tamaño medio del claro (m ²)	51,5	-
Casos en que se utilizó winch si era necesario	26 de 32	81,3
Casos en que los residuos fueron aprovechados cuando era posible	0 de 20	0,0
Árboles cortados y sin extraer	1,0	2,6
Presencia de basuras en sitio de corta	3,0	7,7
Obstrucción de vías de agua	0,0	0,0
Signos de erosión	2,0	5,1

Una de las cosas a la que se le dio importancia durante el aprovechamiento fue la utilización del winch, ya que se usó en la mayoría de los casos en los que se requería su utilización (81,3%).

La utilización del winch es uno de los aspectos que minimizan el impacto del aprovechamiento sobre el suelo del bosque, ya que hace que el tractor u otro tipo de maquinaria transite menos dentro del bosque, por lo que se tienen que construir menos caminos, lo que también reduce los costos de operación.

Uno de los pocos problemas detectados fue la no utilización de residuos en ninguno de los casos en que era posible, ya que a estos productos no se les da la importancia que deberían tener, y más en la actualidad en donde el recurso madera es escaso. Esto a pesar de la disponibilidad del propietario de un pequeño aserradero en la finca, el cual pudo utilizarse para aprovechar dichos productos.

Se presentó un caso en el que un árbol cortado se dejó en el bosque. Este caso correspondió a un *Cordia alliodora* el cual no se aprovechó debido a que estaba atacado por termitas.

En cuanto a la erosión, sólo un 5,1% de los casos evaluados presentan problemas de este tipo, los cuales son leves, ya que los claros fueron pequeños. Esto hizo que el bosque se recuperara rápidamente, evaluado mediante la regeneración natural presente, evidenciándose en la dificultad de localizar las pistas de extracción.

Se encontraron tres casos en los que se presentaban desechos inorgánicos producto del madereo, los cuales representaron un 7,7% de los casos evaluados.

Evaluación de caminos

Al igual que en los otros bloques, no existió la necesidad de construir caminos primarios, ya que los patios de acopio se localizaron en áreas abiertas; en este caso en sitios dedicados a la agricultura, por lo que los camiones cargaban las trozas en estos sitios, reduciendo así el impacto sobre el área boscosa.

En cuanto a los caminos secundarios, en este bloque se evaluaron cuatro, de los cuales uno atravesaba casi la totalidad del bloque (270 m de longitud), mientras los otros tres eran de pequeña longitud. El camino principal existía antes del aprovechamiento, el cual era utilizado por los propietarios para movilizarse a otras áreas dentro de la finca. Cabe resaltar que en estos caminos no hubo remoción de tierras, por lo que el impacto sobre el suelo fue minimizado, de ahí la gran regeneración natural observada y evaluada en estos sitios (ver apartado 4.2.2).

Uno de los caminos evaluados, no estaba planificado en el mapa base de aprovechamiento. Las dimensiones de este camino son pequeñas (20 m de longitud y 3 m de ancho). La construcción de este camino se justifica ya que era necesario para arrastrar varios árboles ubicados en el sector Norte del bloque, los cuales estaban muy alejados para ser arrastrados por el tractor desde otro de los caminos planificados.

Cuadro 4. 29. Resultados de la evaluación hecha a los caminos secundarios, en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Variable	Nº Casos	Porcentaje (%)
Número de caminos evaluados	4,0	-
Número de caminos planificados	3,0	75,0
Ancho medio (m)	3,2	-
Caminos ubicados correctamente en mapa base	3,0	75,0
Caminos ubicados en mapa base con cambios leves	0,0	0,0
Caminos ubicados incorrectamente en mapa base	0,0	0,0
Pendiente máxima (%)	10,0	-
Pendiente media (%)	3,0	-
Presencia de caminos innecesarios	0,0	0,0
Caminos con problemas de erosión	1,0	25,0
Caminos con obras para evitar la erosión	0,0	0,0
Caminos con presencia de basuras	1,0	25,0
Mapa base concuerda con red hídrica	4,0	100,0

Los tres caminos planificados estaban correctamente ubicados en el mapa base de aprovechamiento, el ancho medio de estos caminos es de 3,2 m, nunca presentando anchos mayores a 6 m, por lo que se cumple con lo estipulado en la legislación costarricense. Este ancho es menor a los de caminos secundarios en bosques primarios debido a que se usó un tractor agrícola, a diferencia de los tractores de oruga que normalmente se utilizan en bosque primarios

La pendiente media para este tipo de caminos es del 3%, y la máxima evaluada fue del 10%, debido a la topografía plana del sitio, a excepción de una pequeña pendiente presentada en el sector Noroeste, cumpliéndose con lo recomendado en el Principio 11 para el manejo sostenible de bosques secundarios en Costa Rica, que estipula pendientes menores al 40% para caminos secundarios.

En sectores del camino de mayor extensión se encontraron problemas de erosión, los cuales no son muy graves, gracias a la regeneración natural presentada y la reducida pendiente existente en este bloque. Lo preocupante fue que no se realizaron obras para evitarla, por lo que faltó un poco de planificación en este aspecto.

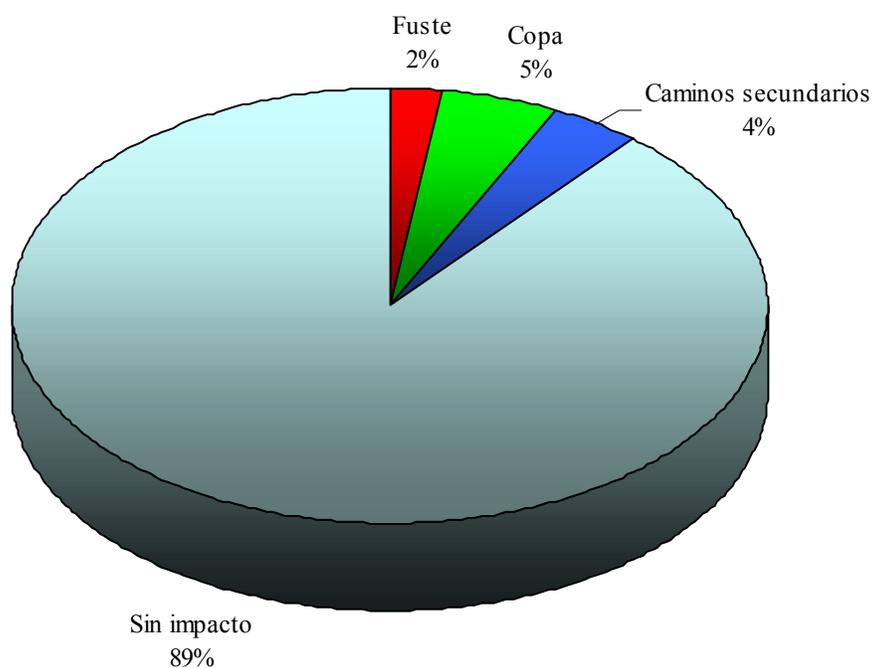
Otro de los aspectos que se obvió fue la clausura de estos caminos, como lo estipula la legislación costarricense. Sin embargo, esto se justifica, al menos en el camino principal ya que como se mencionó anteriormente es utilizado por los propietarios para movilizarse a otras áreas de la finca, de hecho antes del aprovechamiento ya existía para tal fin.

En uno de los caminos se encontró un tipo de basura inorgánica producto del aprovechamiento realizado, representando un 25% de los casos.

Área impactada

En este bloque el área afectada fue de 4970 m², lo que equivale apenas al 11,1% del área total, siendo este muy similar a lo presentado en el bloque I.

En la Figura 4.32 se puede observar el porcentaje de área impactada según el factor causante del disturbio. En este aspecto es en el que se presentan mayores diferencias con el bloque I, ya que el impacto producido por los caminos secundarios es mayor en este bloque; por su parte el impacto de las copas es menor que en el Bloque I.



Microsoft Excel

Figura 4. 32. Porcentaje del área impactada por el aprovechamiento forestal en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

El mayor disturbio fue producido por la caída de las copas de los árboles con un área del 5% con respecto al total, lo que representa el 45% del impacto total. Por su parte el área de caída y arrastre de los fustes representan un 2% del total, igual que en el bloque I. Al sumar esta área de claros se obtiene un 7% de impacto, cumpliendo con lo estipulado en el Principio 11 para el manejo de los bosques secundarios, el cual permite un área máxima de claros del 15% del área efectiva total. Este porcentaje de área de claros es igual al reportado por Quesada, *et al.*, (1999), en una evaluación de aprovechamiento mejorado realizado en un bosque secundario, en Florencia de San Carlos.

En lo que a caminos secundarios se refiere, el área de impacto es del 4% del área total, lo que representa un 36% del área dañada. Este 4% está por debajo del porcentaje máximo estipulado en el Principio 11, que es del 8%.

4.3.3 Evaluación del Bloque III

En este bloque se autorizó la corta de 15 árboles, pero sin embargo no se cortó un árbol de *Cordia alliodora* y uno de *Pentaclethra maculosa*, por lo que se extrajeron 13 individuos.

De los 13 individuos cortados, 10 eran de la especie *Cordia alliodora*, con una reducción de área basal de 2,14 m²/ha representando el 63,95% del área basal total para esta especie. Otros 2 individuos correspondían a la especie *Zanthoxylum kellermanii* y 1 de *Pentaclethra maculosa*, con una reducción del área basal de 0,31 m²/ha para la primera de ellas y 0,25 m²/ha para la segunda, significando una reducción del 44,71% y del 23,22% respectivamente. El volumen total aprovechado fue aproximadamente de 15 m³/ha, siendo este el menor volumen aprovechado de los tres bloques.

Evaluación de los árboles cortados (tocones)

En este bloque, se evaluaron 12 tocones, que representan una muestra del 93,3% de los árboles cortados. En el Cuadro 4.30, se muestran los datos obtenidos con la evaluación de tocones.

Se puede apreciar que el 100% de los tocones evaluados corresponden a árboles marcados para la corta, los cuales estaban correctamente numerados en el campo. Este cumplimiento con lo estipulado en el documento técnico y en el mapa base de aprovechamiento se ratifica con el respeto de los árboles AP y de especies poco abundantes, en donde no se cortó uno solo.

Al igual que los otros dos bloques, no existió la corta ni la caída de árboles dentro de las zonas de protección, las cuales estaban representadas por áreas cercanas a una quebrada, por lo que se cumple con lo estipulado en la Ley Forestal 7575 y su Reglamento.

La corta dirigida producto de un aprovechamiento mejorado, produjo que se presentaran pocos daños a la masa remanente; siendo en este bloque un árbol remanente el que sufriera un daño, el cual era leve.

De los 13 claros evaluados, el tamaño promedio de estos fue de 56,6 m², el cual es bastante bajo. El tamaño máximo de claros fue de 118,7 m² y el mínimo de 44,2 m². Como se mencionó anteriormente los factores que influyeron en el tamaño reducido de los claros son: topografía del sitio, corta dirigida, tamaño y forma arquitectural de los árboles.

El winch se utilizó en el 77,8% de los casos en los que se requería, lo que produjo que se minimizara el impacto del aprovechamiento sobre el suelo del bosque, ya que la utilización del winch hace que el tractor u otro tipo de maquinaria transite menos dentro del bosque, por lo que se tienen que construir menos caminos.

Cuadro 4. 30. Resultados de la evaluación de tocones en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Variable	Nº Casos	Porcentaje (%)
Número de árboles autorizados para la corta	13,0	-
Tocones evaluados	12,0	92,3
Tocones sin número	0,0	0,0
De los numerados son de corta	12,0	100,0
Con número y marcados como AP	0,0	0,0
Con número y ubicados correctamente en mapa base	12,0	100,0
Tocones no autorizados para la corta	0,0	0,0
Ubicados en zona de protección	0,0	0,0
Caídos en zona de protección	0,0	0,0
Número de árboles remanentes que sufrieron daños	1,0	8,3
Tamaño medio del claro (m ²)	56,6	-
Casos en que se utilizó winch si era necesario	7 de 9	77,8
Casos en que los residuos fueron aprovechados cuando era posible	1 de 10	10,0
Árboles cortados y sin extraer	0,0	0,0
Presencia de basuras en sitio de corta	1,0	8,3
Obstrucción de vías de agua	0,0	0,0
Signos de erosión	2,0	16,7

Solamente un 10% de los casos en los que requería, hubo aprovechamiento de residuos, debido al desinterés del propietario del bosque, porque se tiene la tradición maderera de sólo aprovechar el fuste y dejar en el bosque las ramas con dimensiones suficientes para ser aserradas.

Uno de los aspectos que se manejó adecuadamente fueron los desechos inorgánicos producto del madereo, puesto que dentro del bosque no hay gran incidencia de basuras de este tipo, de hecho sólo se encontró una basura que representa un 8,3% de los tocones evaluados.

En cuanto a la erosión observada, el 16,7% de los casos evaluados presentan problemas de este tipo, los cuales son leves ya que no hubo excesiva remoción de suelo en el bosque. Sin embargo este porcentaje es mayor que en los otros dos bloques, debido a que en este bloque se presentan pendientes un poco mayores y también el hecho de que el sotobosque sea poco denso.

Evaluación de caminos

En este bloque, como en los otros dos bloques, no existió la necesidad de construir caminos primarios, ya que los patios de acopio se localizaron en áreas abiertas (potreo en este caso).

En cuanto a los caminos secundarios, en este bloque se evaluaron cuatro. El camino principal existía antes del aprovechamiento, el cual era utilizado por los propietarios para movilizarse a otras áreas dentro de la finca. Este camino atraviesa una quebrada la cual no sufrió daños, ni estaba obstruida.

Uno de los caminos evaluados, no estaba planificado en el mapa base de aprovechamiento. Sin embargo, las dimensiones de este camino son pequeñas (15 m de longitud y 2,8 m de ancho).

Los tres caminos planificados estaban correctamente ubicados en el mapa base de aprovechamiento, el ancho medio de estos caminos es de 3,0 m, nunca presentando anchos mayores a 6 m, por lo que se cumple con lo estipulado en la legislación costarricense. La razón para que se presentara un ancho reducido fue el hecho de la utilización de un tractor agrícola para realizar las labores de arrastre.

Cuadro 4. 31. Resultados de la evaluación hecha a los caminos secundarios, en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Variable	Nº Casos	Porcentaje (%)
Número de caminos evaluados	4,0	-
Número de caminos planificados	3,0	75,0
Ancho medio (m)	3,0	-
Caminos ubicados correctamente en mapa base	3,0	75,0
Caminos ubicados en mapa base con cambios leves	0,0	0,0
Caminos ubicados incorrectamente en mapa base	0,0	0,0
Pendiente máxima (%)	18,0	-
Pendiente media (%)	5,0	-
Presencia de caminos innecesarios	1,0	25,0
Caminos con problemas de erosión	1,0	25,0
Caminos con obras para evitar la erosión	0,0	0,0
Caminos con presencia de basuras	1,0	25,0
Mapa base concuerda con red hídrica	4,0	100,0

La pendiente media para este tipo de caminos es del 5%, y la máxima evaluada fue del 18%, siendo esta la mayor pendiente evaluada de los tres bloques. Estos resultados cumplen con lo recomendado en el Principio 11 para el manejo sostenible de bosques secundarios en Costa Rica, que estipula pendientes menores al 40% para caminos secundarios.

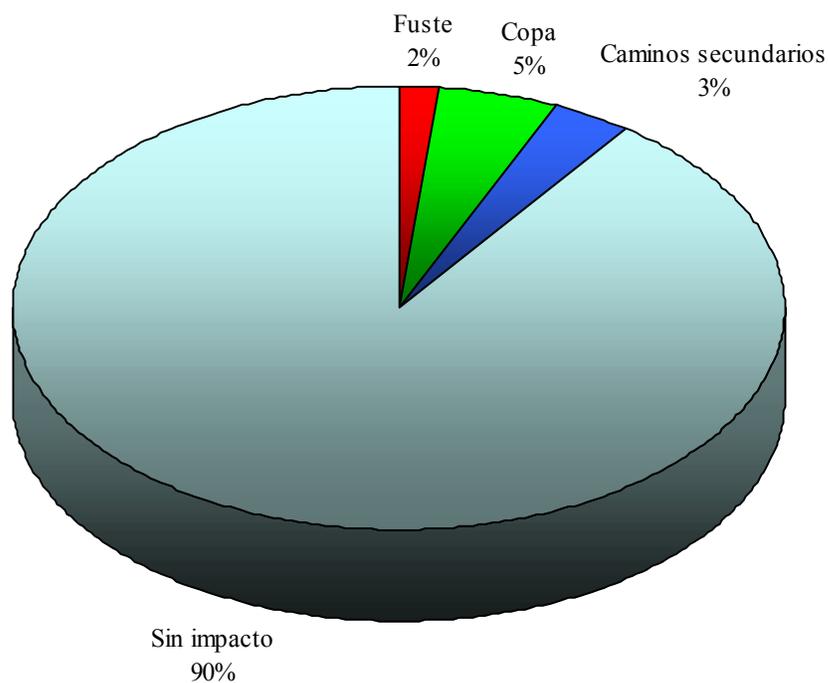
Uno de los caminos presentó problemas leves de erosión, lo que ocasionó algún tipo de deposición de suelo en una quebrada dentro del bloque. El mayor problema fue el hecho de que no se construyeron obras para evitarla, por lo que faltó un poco de planificación en este aspecto. Otro de los aspectos que se obvió fue la clausura de estos caminos, como en los otros bloques, justificándose, al menos en el camino principal ya que es utilizado por los propietarios para movilizarse a otras áreas de la finca.

En uno de los caminos se encontró un tipo de basura inorgánica producto del aprovechamiento realizado, representando un 25% de los casos.

Área impactada

En este bloque el área afectada fue de 1380 m², lo que equivale apenas al 10% del área total, siendo menor a lo presentado en el Bloque I y II. Este porcentaje menor de área afectada se debe a que en este bloque se presentó una menor intensidad de aprovechamiento, que se evidencia en un bajo volumen aprovechado (15 m³/ha).

En la Figura 4.35 se observa el porcentaje de área impactada según el factor causante del impacto.



Microsoft Excel

Figura 4. 33. Porcentaje del área impactada por el aprovechamiento forestal en el bosque secundario (Bloque III) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

El mayor disturbio fue producido por la caída de las copas de los árboles con un área del 5% con respecto al total, lo que representa un 50% del impacto total.

Por su parte el área de caída y arrastre de los fustes representan un 2% del total, siendo este dato el mismo para los tres bloques. Al sumar esta área de claros se obtiene un 7% de impacto, cumpliendo con lo estipulado en el Principio 11 para el manejo de los bosques secundarios, el cual permite un área máxima de claros del 15% del área efectiva total. En lo que a caminos secundarios se refiere, se presentó una área de impacto del 3% del área total, lo que representa un 30% del área dañada. Este 3% está por debajo del porcentaje máximo estipulado en el Principio 11, que es del 8%.

En resumen, se puede afirmar que a pesar de existir diferencias de estructura y de especies extraídas en los tres bloques, el impacto de aprovechamiento no tuvo grandes diferencias entre estos, siendo un impacto muy por debajo a los límites permitidos por la legislación costarricense, lo que evidencia que el aprovechamiento forestal no es sinónimo de degradación del recurso boscoso.

4.4 Efectividad de la corta de bejucos

La corta de bejucos se realizó en el año 2000 y su aplicación fue necesaria sólo en el Bloque II. Consistió en la corta de los bejucos en dos puntos, a nivel del suelo y en el punto más alto posible. En los casos donde se encontró la especie *Bauhinia guianensis* no se ejecutó la corta, debido a que esta especie es utilizada como producto no maderable.

En el Cuadro 4.32, se presentan los resultados de abundancia según el grado de infestación de bejucos que presentan los individuos. El grado de infestación 1, se refiere a los individuos que no presentan ataques de ningún tipo. El grado 2, a los individuos que presentan un ataque leve y el grado 3 los que presentan un fuerte ataque.

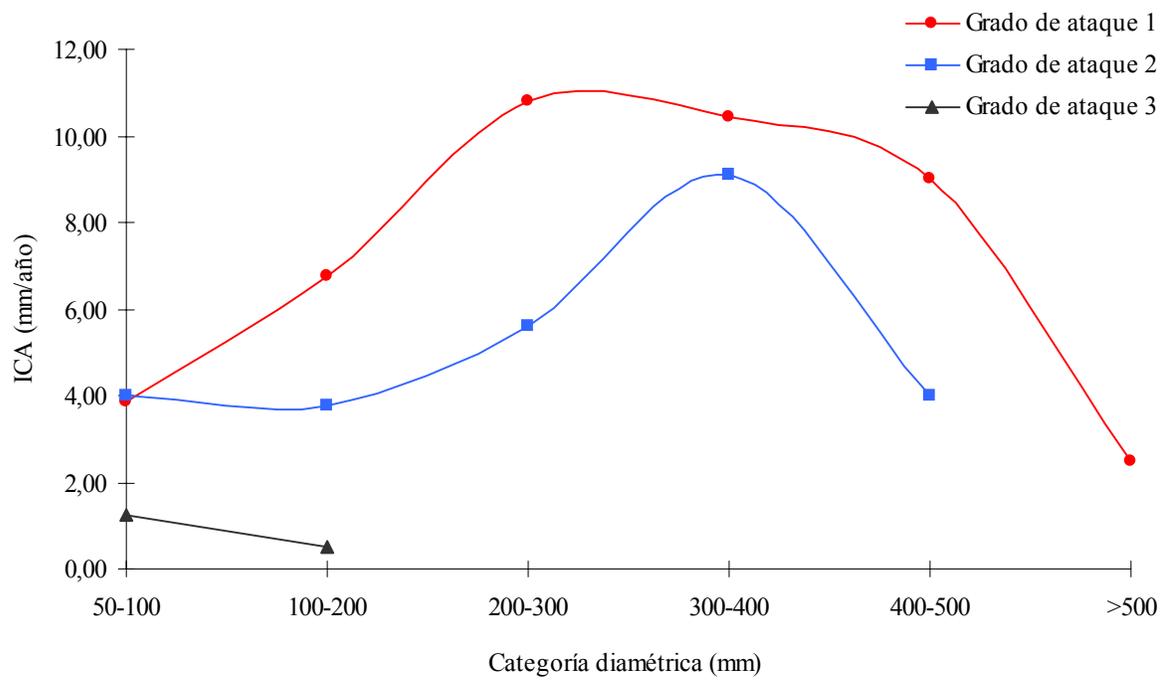
Cuadro 4. 32. Distribución diamétrica del número de individuos según el grado de infestación de bejucos que presenten los árboles en el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Categoría diamétrica (cm)	Grado de infestación de bejucos			Total (N/ha)
	1	2	3	
5-10	512,0	80,0	10,7	602,7
10-20	229,3	21,3	16,0	266,7
20-30	69,3	5,3		74,7
30-40	37,3	37,3		74,7
40-50	32,0	5,3		37,3
>50	5,3			5,3
Total	885,3	149,3	26,7	1061,3
Porcentaje (%)	83,4	14,1	2,5	100,0

Se tiene que el 83,4% de los individuos no están atacados por bejucos (grado de infestación 1), lo que evidencia que la corta realizada fue efectiva. Por su parte se obtuvo que solamente el 2,5% de los individuos presentan un ataque severo, que por lo general corresponden a individuos que presentan condiciones fitosanitarias desfavorables.

El objetivo principal de evaluar la corta de bejucos fue el conocer la influencia que tuvo dicha corta en el crecimiento de los árboles. En la Figura 4.34, se presenta el comportamiento del incremento corriente anual por categoría diamétrica, según el grado de infestación de bejucos.

El ICA promedio para los individuos que no están atacados por lianas es de 7,22 mm/año, con un máximo incremento de 10,81 mm/año. Por su parte los individuos con un ataque leve (grado de ataque 2) presentan un ICA promedio de 5,65 mm/año con un máximo de 9,12 mm/año, alcanzado a los 350 mm de diámetro. Los individuos fuertemente infestados presentan un ICA de 0,8 mm/año, representando tan solo el 11% de lo que crecen los individuos no atacados, lo que se confirma al observar la tendencia de las curvas. Esto evidencia la influencia que tiene el ataque de bejucos sobre el crecimiento de los árboles.



Microsoft Excel

Figura 4. 34. Relación entre el incremento corriente anual (ICA) y el grado de infestación de bejucos por categoría diamétrica para el bosque secundario (Bloque II) Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- A pesar de la cercanía entre los tres bloques, se presentan diferencias sustanciales en cuanto a la composición florística de estos.
- En el Bloque I se identificaron 35 especies distribuidas en 22 familias, en el Bloque II 52 especies en 28 familias, y en el Bloque III 38 especies distribuidas en 28 familias.
- La especie más abundante para el Bloque I fue *Vochysia guatemalensis*, para el Bloque II *Rinorea squamata*, y para el Bloque III fue *Pentaclethra macroloba*.
- *Pentaclethra macroloba* es la única especie que presenta una alta abundancia en los tres bloques.
- La mayor tasa de mortalidad se presentó en las categorías diamétricas inferiores.
- Para los tres bloques, el número de individuos que ingresaron superó al número de individuos que murieron, lo que produjo que la abundancia actual sea mayor a la del año 2000.
- La abundancia total para el Bloque I fue de 1152 N/ha, para el Bloque II fue de 1061 N/ha, y para el Bloque III la abundancia fue de 936 N/ha.
- La tendencia de la distribución diamétrica de la abundancia total muestra la forma típica de la “jota invertida”.

- En los Bloques I y III se presenta un dominio de individuos pertenecientes a especies comerciales.
- El grupo ecológico de las heliófitas efímeras es el más abundante para el Bloque I, con el 35,4% de la abundancia total. La mayoría de estos individuos están presentes en las categorías diamétricas inferiores, ya que las especies pertenecientes a este grupo, por lo general no alcanzan grandes diámetros, debido a que tienen como meta la reproducción, por lo que gastan su energía en este aspecto.
- En el Bloque II, no se presentó el dominio de un grupo ecológico en específico, ya que la proporción de las heliófitas efímeras, heliófitas durables, esciófitas parciales y totales es similar.
- En el Bloque III, se presentó un dominio de esciófitas parciales, con el 35,4% de la abundancia total.
- Para el Bloque I el área basal fue de 20,36 m²/ha, 24,70 m²/ha para el Bloque II, y 23,94 m²/ha para el Bloque III.
- El área basal de las especies comerciales domina en los tres bloques.
- El incremento corriente anual (ICA) para los tres bloques se considera bueno al ser comparado con otros trabajos realizados en la zona. El Bloque II es el que presenta el mayor incremento diamétrico con 5,79 mm/año, y el menor se presenta en el Bloque I con 4,71 mm/año.
- Las especies que mayor incremento presentaron fueron las comerciales, presentando una marcada diferencia sobre las no comerciales.

- Hay una relación muy fuerte entre el incremento diamétrico y la forma y posición de copa y nivel de ataque de bejucos.
- El aprovechamiento no causó impacto sobre la diversidad de los bosques, ya que los resultados obtenidos indican la presencia de una alta heterogeneidad del ecosistema.
- El aprovechamiento incentivó la regeneración natural, debido principalmente al proporcionar más luminosidad.
- La mayor abundancia de los latizales se presenta en los caminos secundarios y claros; y la menor en los sitios no perturbados (sombras).
- Se determinó que los tres bloques presentan una heterogeneidad en cuanto a la regeneración, ya que ninguno tiene una estructura horizontal continua; por el contrario, presentan una alta diversidad, sin importar la condición de sitio (camino secundario, claro y sombra).
- La especie *Cordia alliodora*, a pesar de la alta disponibilidad de semilla, no logra que los brinzales superen el tamaño apropiado que les permita mantenerse en el ecosistema.
- La metodología de evaluación de tocones se adapta a las condiciones de los bosques secundarios.
- El construir los patios de acopio fuera del bosque y la consecuente no construcción de caminos primarios, es una opción para reducir el área de impacto del aprovechamiento.
- Los mayores problemas encontrados en la evaluación fueron:
 - a. Prácticamente no hubo aprovechamiento de residuos.
 - b. Extracción de pocas especies.
 - c. Presencia de erosión en algunos caminos secundarios.

- d. No se dio la construcción de obras para evitar la erosión.
- e. Presencia de desechos inorgánicos dentro del bosque.

- Todas las Zonas de protección fueron respetadas.
- Se presentó una buena utilización del winch en la mayoría de los casos en que fue necesario.
- Cerca del 5% de los árboles remanentes sufrieron daños producto del aprovechamiento.
- El área de claros fue de 57 m² para el Bloque I, 51 m² para el Bloque II, y 56 m² para el Bloque III, muy por debajo del límite indicado en los Principios, Criterios e Indicadores para el manejo de los bosques secundarios.
- Los árboles portadores se respetaron en un 100%.
- Se utilizaron solamente caminos secundarios en el aprovechamiento.
- El ancho promedio de los caminos secundarios es de 3 metros.
- La pendiente media de los caminos secundarios no supera el 5%.
- El área afectada total no superó el 11% para ninguno de los tres bloques, cumpliendo con lo estipulado en el Principio 11.
- La mayor área de impacto es causada por la caída de las copas de los árboles con valores entre 5 y 6% de área impactada.
- El área de impacto de los caminos secundarios es de 3 a 4%.

- La utilización de tractor agrícola en las labores de arrastre, produjo un impacto leve sobre el suelo.
- Uno de los factores que favoreció el bajo impacto de aprovechamiento fue la topografía de los sitios.

5.2 Recomendaciones

- Dar mantenimiento y seguimiento a las parcelas permanentes de muestreo, para enriquecer los estudios sobre estos bosques secundarios.
- Fomentar el valor de los bosques secundarios dentro de todos los sectores que tienen que ver con este recurso.
- Llevar a cabo estudios que determinen el potencial de los productos no maderables en estos bosques.
- Realizar obras para evitar el impacto por efectos de la erosión de los caminos.
- Fomentar la construcción de los patios de acopio fuera del bosque, para minimizar el impacto sufrido por el aprovechamiento.
- Incentivar entre los propietarios y madereros el aprovechamiento de residuos.
- La metodología de visita a tocones, debe implementarse poco tiempo después de haber sido realizado el aprovechamiento, por que de lo contrario se dificultan las labores de medición, principalmente de las pistas de arrastre e identificación de los tocones.

VI LITERATURA CONSULTADA

- ABARCA, C. & PICADO, F. 1998. Evaluación del aprovechamiento forestal de bajo impacto en la Península de Osa, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 58p.
- AGÜERO, E. 1995. Evaluación de crecimiento, en tres parcelas permanentes de muestreo, en bosque secundario de diferentes edades en la finca La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 68p.
- ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos. FAO, Montes 22/2. Roma, Italia. 80 p.
- BEGON, M; HARPER, J.L; TOWNSEND, C. R. 1986. Ecology: Individuals, populations and communities. Oxford, Reino Unido, Blackwell. 876 p.
- BERGMANN, M. & STUHRMANN, C. 1992. Untersuchungen in *Gmelina arborea* und *Cordia alliodora*-Pflanzungen zum Ernährungszustand und zu Abhängigkeitsparametern in Costa Rica. Diplom. Fachb. Geoökologie. Universität Bayreuth. München, Deutschland.
- CAMACHO, M; FINEGAN, B. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica. El crecimiento diamétrico con énfasis en el rodal comercial. Serie técnica. Informe técnico No. 295. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 38 p.
- CARRILLO, G. 1999. Prescripción y aplicación de tratamientos silviculturales para el manejo del bosque intervenido de la finca La Ladrillera en los Bajos de Chilamate, Puerto Viego de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 89 p.
- CARVAJAL, L. 2000. Estudio de la regeneración de ocho especies del bosque secundario en cuatro bosques de diferente edad en la Región Huetar Norte, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 112 p.
- CCT. 1993. Mapa ecológico de Costa Rica. Según clasificación de zonas de vida de Holdridge. San José, Costa Rica.

- CHIARI, R. 1999. Prescripción y aplicación de tratamientos silviculturales en bosque secundario, Boca Tapada de Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 103 p.
- CLARK, D.A; CLARK , D.B. 1990. Distribution and effects on tree growth of lianas and woody hemiepiphytes in a costarican tropical wet forest. *Journal of Tropical Ecology*. 6: 321-331.
- COMISIÓN NACIONAL DE CERTIFICACIÓN FORESTAL. 1999. Estándares y procedimientos para el manejo sostenible y la certificación forestal en Costa Rica. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 54 p.
- CORDERO, W. & MEZA, A. 1992. Algunas notas sobre prácticas de aprovechamiento forestal mejorado. En curso intensivo internacional de silvicultura y manejo de bosques naturales tropicales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 52 p.
- COSEFORMA. 1999. Bosque secundario. Una reforestación natural. MINAE. ITCR. CCF. GTZ. Costa Rica.
- DAVIES, P. 1997. La visibilidad de los bosques secundarios. Programa Frontera Agrícola. CCAD/UE. En: Taller internacional sobre el Estado actual y potencial de manejo y desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina. (I. 1997. Pucallpa, Perú). p. 120-128.
- DAWKINS, H. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute. Paper N° 34. 149 p.
- FINEGAN, B.; SÁENZ, G. 2000. Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal. CATIE. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. Turrialba, Costa Rica.
- FINEGAN, B. 1992a. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Trad. Luján, R. CATIE/COSUDE, Turrialba, Costa Rica. 30 p.
- FINEGAN, B. 1992b. Bases ecológicas para la silvicultura. V Curso Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. CATIE/COSUDE. Turrialba, Costa Rica. 170 p.
- FINEGAN, B. 1997. Bases ecológicas para el manejo de bosques secundarios de las zonas húmedas del trópico americano, recuperación de la biodiversidad y producción sostenible de la madera. En Memorias del Taller Internacional sobre el Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina. CATIE. p 106-119.

- FINEGAN, B. & SABOGAL, C. 1988. Introducción al potencial económico, ecológico y silvicultural de los bosques húmedos secundarios del trópico americano. En: Chasqui. Turrialba, Costa Rica. CATIE/COSUDE/ODA. 20 p.
- FINEGAN, B. 1993. Notas de clase. Aspectos de la ecología del crecimiento y rendimiento de los árboles. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 30 p.
- FINEGAN, B.; HUTCHINSON, I.; REICHE, C.; SABOGAL, C. 1993. El manejo sostenible de los bosques húmedos tropicales: el marco técnico y resultados de su aplicación en Centroamérica. Turrialba, Costa Rica.
- GUILLÉN, A. 1993. Inventario comercial y análisis silvicultural de bosques húmedos secundarios en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 75 p.
- HERNÁNDEZ, L. G. 1999. Validación de la metodología de visita a tocones para la evaluación de aprovechamientos forestales realizados por CODEFORSA en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 70 p.
- HUTCHISON, I. D. 1993. Silvicultura y manejo en un bosque secundario tropical. Revista Forestal Centroamericana. CATIE. Turrialba, Costa Rica. (2): 13-18.
- HUTCHISON, I. 1993b. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Colección de silvicultura y manejo de bosques naturales No. 7. CATIE. Serie Técnica. Informe Recnico no. 204. 32 p.
- JOHN, H; TSCHINKEL, H. 1971. Parcelas forestales permanentes: su establecimiento, medición y análisis. Proyecto UNDP/SF FAO COL 16. Medellín, Colombia. 190 p.
- JONKERS, W. 1987. Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname. Wageningen Agricultural University, Wageningen, Paramibo, The Netherlands. 70 p.
- KOPPELMAN, R. 1990. damage caused by selective logging in a neotropical rain forest. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica., Centro Agronómico de Investigación y enseñanza. 59 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. GTZ. Alemania. 335 p.
- LOWE, R. G.; WALKER, P. 1977. Classification of canopy, stem, crown status and climber infestation in natural tropical forest in Nigeria. Jo. Appl. Ecol. 14: 897-903.

- MAGINNIS, S; MÉNDEZ, J; DAVIES, J. 1998. Manual para el manejo de bloques pequeños del bosque húmedo tropical (con especial referencia a la Zona Norte de Costa Rica). CODEFORSA. Editorial Lara Segura & Asoc. San José, Costa Rica. 208 p.
- MANTA, M. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente Atlántica de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 150 p.
- MORALES, 1998. Lineamientos para el manejo de un bosque secundario a partir de una evaluación silvicultural, Florencia, San Carlos, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 144 p.
- MÜLLER, E.; SOLÍS, M. 1997. Los bosques secundarios en Costa Rica: Estudio de caso. Proyecto COSEFORMA – GTZ. En: Taller Internacional sobre el estado actual y potencial de manejo y desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina. (I. 1997. Pucallpa, Perú). p. 149-159.
- ORTIZ, E. 1989. Planificación y ejecución de raleos en plantaciones forestales. Serie de apoyo académico N° 10. Cartago, Costa Rica. ITCR. 33 p.
- PÉREZ, F. 1995. Evaluación del impacto de un aprovechamiento forestal mejorado en la Finca Viviana, Ciudad Quesada, Costa Rica. CODEFORSA. Resumen presentado en el Taller Nacional sobre Criterios de Certificación Forestal. 22-23. Ago. 1995. Heredia, Costa Rica. 8 p.
- PÉREZ, S.; VAN GINNEKEN, P. 1979. Mapa de capacidad de uso de los suelos de Costa Rica. Hoja San José. Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria. San José, Costa Rica.
- QUESADA, R. 1992. Evaluación del aprovechamiento mejorado a través de parcelas permanentes de muestreo en Boca Tapada de Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Departamento de Ingeniería Forestal, ITCR. Resumen de ponencias del II Congreso Forestal Nacional. 25-27 Nov. 1992. San José, Costa Rica. 263 p.
- QUESADA, R. & SOLÍS, M. 1992. Análisis comparativo del área afectada por un aprovechamiento mejorado y un aprovechamiento tradicional en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Proyecto COSEFORMA. Resumen de ponencias II Congreso Forestal Nacional. 25-27 Nov. 1992. San José, Costa Rica. 263 p.
- QUESADA, R.; MORALES, M.; SOLÍS, M. 1999. Día de campo para profesionales forestales sobre: manejo de bosques secundarios. COSEFORMA/ITCR/CCF. Florencia, San Carlos, Costa Rica. 12 p.
- QUIRÓS, S. 1999. Determinación y aplicación de tratamientos silviculturales en un bosque secundario, Pénjamo, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 92 p.

- QUIRÓS, D. & FINEGAN, B. 1994. Manejo sostenible de un bosque natural tropical en Costa Rica, definición de un plan operacional y resultados de su aplicación. CATIE. Programa de Manejo Integrado de Recursos Naturales. Turrialba, Costa Rica.
- RAMÍREZ, E. 2000. Estudio de la regeneración natural en bosques intervenidos, La Virgen, Sarapiquí, sector Boca Tapada, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 149p.
- REDONDO, A. 1998. Estudio del potencial de uso del recurso forestal maderable del bosque secundario tropical en la Región Huetar Norte, Sarapiquí – Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 117 p.
- REYES, C. 1997. Estimación del incremento diamétrico en *Cordia alliodora* y *Vochysia ferruginea* a partir de variables del árbol y factores del sitio en un bosque secundario en Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 119 p.
- RICO B. M.; GÓMEZ- POMPA, A. 1976. Estudio de las primeras etapas sucesionales de una selva alta perennifolia en Veracruz, México. En: Gómez- Pompa, *et al*, 1976.
- RODRÍGUEZ, Y. & CALDERÓN, F. Evaluación de planes de manejo forestal en las tres áreas piloto del proyecto REFORMA (Baja Talamanca, La Cureña y Península de Osa). Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 90 p.
- SABOGAL, C.; SMITH, J.; DE JONG, W.; KAIMOWITZ, D. 1997. Bosques secundarios como recurso para el Desarrollo Rural y la Conservación Ambiental en los Trópicos de América Latina. Center for International Forestry, CIFOR. Bogor, Indonesia. En: Taller Internacional sobre el Estado actual y potencial de manejo y desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina. (I. 1997. Pucallpa, Perú). p 79-105.
- SARAVIA, H. 1995. Estado de la población arbórea y del área forestal afectada después de un aprovechamiento forestal tradicional Vs. Un aprovechamiento mejorado en un bosque húmedo de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Tesis M. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 125 p.
- SEGURA, L. 2000. Tratamientos silviculturales aplicados al manejo de tres bloques de bosque secundario ubicados en Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 143 p.
- SITOE, A. 1992. Crecimiento diamétrico de especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo diferentes intensidades de intervención. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 199 p.

- SOLÍS, M.; FLORES, R.; CORDERO, W. 1986. Plan de aprovechamiento forestal para la finca COOPESANJUAN, Aguas Zarcas, San Carlos. Cartago, Costa Rica. 36 p.
- SOLÍS, M. 2000. Análisis de crecimiento en tres bosques secundarios de diferentes edades en la Zona de Boca Tapada, San Carlos, Costa Rica, durante el periodo 1995-1998. Tesis Lic. UNED. 186 p.
- SPITTLER, P. 1995. Evaluación del impacto de un aprovechamiento forestal mejorado en la Región Huetar Norte de Costa Rica. COSEFORMA. Ciudad Quesada, Costa Rica. 39 p.
- SYNNOTT, T. 1979. Manual de procedimientos de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical. Universidad de Silvicultura Tropical, Instituto Tecnológico de la Mancomunidad Británica. Universidad de Oxford. Trad. Valerio, J. Serie de apoyo académico N° 12. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 103 p.
- SYNNOTT, T. 1991. Manual de procedimientos de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical. Trad. Valerio, J. Serie de apoyo académico N° 12. Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 103 p.
- TOSI, J. 1976. transformación del bosque en pastizal: Desarrollo o destrucción. *Biología Tropical*. (Comentario). San José, Costa Rica. 24 (Supl 1): 139-141.
- VALERIO, J. 1998. Metodología para evaluación de planes de manejo forestal. Proyecto de Auditoría Forestal Zona Norte. Comunicación personal.
- VALERIO, J. & QUESADA, R. 2000. Notas de clase. Curso de Silvicultura de Bosque Natural. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- VALERIO, J. & SALAS. 1997. Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. Manual Técnico. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Ministerio de Desarrollo Sostenible y Ambiente (MDSMA). Santa Cruz, Bolivia. Editora el País. 85 p.
- VARGAS, L. 1991. Evaluación silvicultural del impacto del aprovechamiento en dos fincas de la Región Huetar Norte, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 132 p.
- VÍQUEZ, M. 1993. El manejo de bosques secundarios: una oportunidad para los agricultores. Proyecto FINNIDA, Departamento de Desarrollo Campesino Forestal, DGF. San José, Costa Rica. 10 p.

VII ANEXOS

Anexo 1. Formulario para la evaluación de tocones.

Fecha: _____
Finca: _____ Evaluador: _____
Nº de Tocón: _____ El árbol cortado era: de corta _____ AP _____ REM _____
Especie: _____
Ubicación en mapa base: correcta _____ incorrecta _____
Ubicado en zona de protección: Si _____ No _____
Caída en zona de protección: Si _____ No _____
Tamaño aproximado del claro: _____ m². Na _____ (caída del árbol en camino o fuera del bosque)
Claro provocado por: 1 árbol _____ más de uno _____ No. De árboles _____
Daños a otros árboles: (incluir sólo árboles censados con daño de más del 25% en copa, fuste o raíz)
Árboles sin daños _____ Árboles dañados _____
Nº de árboles dañados: _____
Daño en copa fuste sist. rad. Varios
Se realizó aprovechamiento de residuos: Si _____ No _____ NA _____
Presencia de basuras: Si _____ No _____
Se usó winch: Si _____ No _____ NA _____
Entrada innecesaria del tractor hasta el tocón: Si _____ No _____ Dist. Aprox: _____ m.
Signos de erosión: Si _____ No _____
Obras para evitar la erosión: Si _____ No _____ NA _____
Obstrucción de vías de agua: Libres _____ Obstruidas _____ Total _____
Presencia de basuras en pista: Si _____ No _____

(NA: No Aplica) (Abarca y Picado, 1998).

Anexo 3. Especies encontradas en las parcelas permanentes de muestreo y parcelas de regeneración (Boque I), Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Familia	Especie	Comercialidad	Ecología
Anacardiaceae	<i>Spondias mombim</i>	NC	D
Annonaceae	<i>Rollinia pittieri</i>	C	HE
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	C	HD
Arecaceae	<i>Welfia georgii</i>	NC	ET
Asteraceae	<i>Vernonia patens</i>	NC	P
Bombacaceae	<i>Quararibea cordata</i>	NC	HD
	<i>Ochroma pyramidale</i>	NC	P
	<i>Ceiba pentandra</i>	C	HD
	<i>Cordia alliodora</i>	C	HD
Burseraceae	<i>Protium</i> sp	C	EP
Caesalpinaceae	<i>Senna</i> sp	NC	D
	<i>Dialium guianensis</i>	C	EP
Caricaceae	<i>Jacaratia dolichaula</i>	NC	HE
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i> sp	NC	P
	<i>Pouroma bicolor</i>	C	HE
	<i>Pouroma minor</i>	NC	HE
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp	NC	HE
Flacourtiaceae	<i>Casearia arborea</i>	NC	HE
	<i>Casearia silvestris</i>	NC	HE
	<i>Laetia procera</i>	C	HD
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp	NC	HD
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp	NC	D
	<i>Miconia trinervia</i>	NC	D
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	C	EP
	<i>Guarea</i> sp	NC	ET
Mimosaceae	<i>Inga</i> sp	NC	HD
	<i>Pentaclethra macroloba</i>	C	EP
Monimiaceae	<i>Siparuna</i> sp	NC	HD
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	C	EP
	<i>Castilla elastica</i>	NC	HE
	<i>Maquira costaricana</i>	NC	D
	<i>Sorocea pubivena</i>	NC	HD
	<i>Sorocea</i> sp	NC	HD
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	C	EP
	<i>Virola koschnyi</i>	C	EP

Continuación Anexo 3.

Familia	Especie	Comercialidad	Ecología
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp	NC	EP
Nyctaginaceae	<i>Neea</i> sp	NC	D
Papilionaceae	<i>Erythrina fusca</i>	NC	D
	<i>Vatairea lundelli</i>	C	EP
Piperaceae	<i>Piper</i> sp1	NC	P
	<i>Piper</i> sp 2	NC	P
Quiinaceae	<i>Quiina schippii</i>	NC	D
Rhamnaceae	<i>Colubrina spinosa</i>	NC	D
Rubiaceae	<i>Pentagonia costarricensis</i>	NC	D
	<i>Psychotria</i> sp	NC	P
	<i>Simira maxoni</i>	NC	D
	<i>Hamelia patens</i>	NC	HE
	<i>Posoqueria latifolia</i>	NC	D
Rutaceae	<i>Zanthoxylum kellermanii</i>	C	HE
Sapindaceae	<i>Cupania</i> sp	NC	D
Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp	NC	HE
Sterculiaceae	<i>Herrania purpurea</i>	NC	HE
Tiliaceae	<i>Apeiba tibourbou</i>	NC	HD
	<i>Goethalsia meiantha</i>	C	HE
	<i>Luehea seemannii</i>	NC	HD
Verbenaceae	<i>Calicarpa acuminata</i>	NC	D
	<i>Vitex cooperi</i>	C	HD
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i>	C	HE
	<i>Vochysia guatemalensis</i>	C	HE

D: Desconocido

EP: Esciófita parcial

ET: Esciófita total

HE: Heliófita efímera

HD: Heliófita durable

C: Comercial

NC: No comercial

Anexo 4. Especies encontradas en las parcelas permanentes de muestreo y parcelas de regeneración (Boque II), Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Familia	Especie	Comercialidad	Ecología
Anacardiaceae	<i>Spondias mombim</i>	NC	D
	<i>Tapirira myriantha</i>	C	HD
Apocynaceae	<i>Stemmadenia</i> sp	NC	EP
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	C	HD
Bignonaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	C	HE
	<i>Tabebuia chrysantha</i>	C	HD
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	C	HD
	<i>Ochroma pyramidale</i>	NC	P
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	C	HD
	<i>Cordia cymosa</i>	C	HD
Burseraceae	<i>Protium</i> sp	C	EP
	<i>Simarouba amara</i>	C	HE
	<i>Tetragastris panamensis</i>	C	EP
Caesalpiniaceae	<i>Dialium guianense</i>	C	EP
	<i>Schizolobium parahyba</i>	C	HE
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i> sp	NC	P
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	C	EP
Euphorbiaceae	<i>Acidoton nicaraguensis</i>	NC	D
	<i>Croton schiedeanus</i>	NC	HE
	<i>Croton</i> sp	NC	HE
	<i>Hyeronima alchorneodes</i>	C	HD
	<i>Pausandra trinae</i>	NC	D
	<i>Sapium</i> sp	NC	HE
	<i>Casearia arborea</i>	NC	HE
Flacourtiaceae	<i>Casearia silvestris</i>	NC	HE
	<i>Laetia procera</i>	C	HD
	<i>Licaria</i> sp	C	HD
Lauraceae	<i>Ocotea nicaraguensis</i>	NC	HD
	<i>Ocotea</i> sp	NC	HD
	<i>Miconia argentea</i>	NC	D
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp	NC	D
	<i>Miconia trinervia</i>	NC	D
	<i>Carapa guianensis</i>	C	EP
Meliaceae	<i>Guarea bullata</i>	C	EP

Continuación Anexo 4.

Familia	Especie	Comercialidad	Ecología
Mimosaceae	<i>Inga</i> sp	NC	HD
	<i>Pentaclethra maculoba</i>	C	EP
	<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	C	HE
Monimiaceae	<i>Siparuna</i> sp	NC	HD
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	C	EP
	<i>Brosimum guianensis</i>	C	EP
	<i>Brosimum</i> sp	NC	EP
	<i>Castilla elastica</i>	NC	HE
	<i>Sorocea</i> sp	NC	HD
	<i>Trofis</i> sp	NC	EP
Myristicaceae	<i>Otoba novogranatensis</i>	C	EP
	<i>Virola koschnyi</i>	C	EP
	<i>Virola sebifera</i>	C	EP
Myrsinaceae	<i>Ardisia</i> sp1	NC	ET
	<i>Ardisia</i> sp2	NC	ET
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp	NC	EP
Ochnaceae	<i>Cespedesia macrophylla</i>	NC	D
Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i>	C	ET
Papilionaceae	<i>Andira inermis</i>	C	HD
	<i>Dalbergia</i> sp	C	HD
	<i>Dipteryx panamensis</i>	C	HD
	<i>Lonchocarpus</i> sp	NC	D
	<i>Pterocarpus</i> sp	NC	EP
	<i>Swartzia simplex</i>	NC	HD
	<i>Vantairea lundellii</i>	C	EP
	Piperaceae	<i>Piper</i> sp1	NC
<i>Piper</i> sp2		NC	P
<i>Piper</i> sp3		NC	P
Quiinaceae	<i>Quiina schippii</i>	NC	D
Rhamnaceae	<i>Colubrina spinosa</i>	NC	D
Rhizophoraceae	<i>Cassipourea elliptica</i>	NC	D
Rubiaceae	<i>Faramea</i> sp	NC	ET
	<i>Hamelia patens</i>	NC	HE
	<i>Posoqueria latifolia</i>	NC	D
	<i>Psychotria latifolia</i>	NC	P
	<i>Simira maxoni</i>	NC	D

Continuación Anexo 4.

Familia	Especie	Comercialidad	Ecología
Rutaceae	<i>Zanthoxylum kellermanii</i>	C	HE
Sapindaceae	<i>Cupania</i> sp	NC	D
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp	NC	EP
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i>	NC	D
Sterculiaceae	<i>Herrania purpurea</i>	NC	HE
	<i>Teobroma</i> sp	NC	EP
Tiliaceae	<i>Apeiba membranacea</i>	NC	HD
	<i>Goethalsia meiantha</i>	C	HE
	<i>Trichospermum galeottii</i>	NC	HE
	<i>Apeiba tibourbou</i>	NC	HD
Verbenaceae	<i>Vitex cooperii</i>	C	HD
Violaceae	<i>Rinorea squamata</i>	NC	ET
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i>	C	HE
	<i>Vochysia guatemalensis</i>	C	HE

D: Desconocido

EP: Esciófita parcial

ET: Esciófita total

HE: Heliófita efímera

HD: Heliófita durable

C: Comercial

NC: No comercial

Anexo 5. Especies encontradas en las parcelas permanentes de muestreo y parcelas de regeneración (Boque III), Coope San Juan, Aguas Zarcas, San Carlos, Costa Rica, 2002.

Familia	Especie	Comercialidad	Ecología
Anacardiaceae	<i>Spondias mombim</i>	NC	D
Annonaceae	<i>Anaxagorea crassipetala</i>	NC	EP
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	C	HD
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	NC	ET
	<i>Welfia georgii</i>	NC	ET
Bignonaceae	<i>Tabebuia guayacan</i>	C	HD
Bombacaceae	<i>Quararibea cordata</i>	NC	HD
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	C	HD
	<i>Cordia cymosa</i>	C	HD
Burseraceae	<i>Protium</i> sp	C	EP
	<i>Simarouba amara</i>	C	HE
Caesalpiniaceae	<i>Dialium guianense</i>	C	EP
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i> sp	NC	P
	<i>Pouroma bicolor</i>	C	HE
	<i>Pouroma minor</i>	NC	HE
Chrysobalanaceae	<i>Maranthes panamensis</i>	C	ET
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	C	EP
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea faginea</i>	NC	EP
Euphorbiaceae	<i>Acidoton nicaraguensis</i>	NC	D
	<i>Croton schiedeanus</i>	NC	HE
	<i>Croton</i> sp	NC	HE
	<i>Pausandra trinae</i>	NC	D
Flacourtiaceae	<i>Casearia arborea</i>	NC	HE
	<i>Laetia procera</i>	C	HD
Lauraceae	<i>Ocotea nicaraguensis</i>	NC	HD
	<i>Ocotea</i> sp	NC	HD
Lecythidaceae	<i>Grias cauliflora</i>	C	HD
Melastomataceae	<i>Conostegia</i> sp	NC	HD
	<i>Miconia argentea</i>	NC	D
	<i>Miconia</i> sp	NC	D
	<i>Miconia trinervia</i>	NC	D
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	C	EP
Mimosaceae	<i>Inga</i> sp	NC	HD
	<i>Pentaclethra macroloba</i>	C	EP

Continuación anexo 5.

Familia	Especie	Comercialidad	Ecología
Monimiaceae	<i>Siparuna</i> sp	NC	HD
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	C	EP
	<i>Brosimum guianensis</i>	C	EP
	<i>Sorocea</i> sp	NC	HD
	<i>Trofis racemosa</i>	NC	EP
Myristicaceae	<i>Otoba novogranatensis</i>	C	EP
	<i>Virola koschnyi</i>	C	EP
	<i>Virola sebifera</i>	C	EP
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp	NC	EP
Papilionaceae	<i>Dipteryx panamensis</i>	C	HD
	<i>Lonchocarpus</i> sp	NC	D
Piperaceae	<i>Piper</i> sp1	NC	P
Rhamnaceae	<i>Colubrina spinosa</i>	NC	D
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp	NC	P
Sapindaceae	<i>Cupania</i> sp	NC	D
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp	NC	EP
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i>	NC	D
Tiliaceae	<i>Apeiba membranacea</i>	NC	HD
	<i>Goethalsia meiantha</i>	C	HE
Verbenaceae	<i>Vitex cooperii</i>	C	HD
Violaceae	<i>Rinorea squamata</i>	NC	ET
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i>	C	HE

D: Desconocido

EP: Esciófita parcial

ET: Esciófita total

HE: Heliófita efímera

HD: Heliófita durable

C: Comercial

NC: No comercial