

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

INVESTIGACIÓN APLICADA
EN MANEJO DE BOSQUE NATURAL
SECUNDARIO, ESTUDIO DE CASO
EN EL SUR DE COSTA RICA

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

de

Magister Scientiae

WALTER PICADO

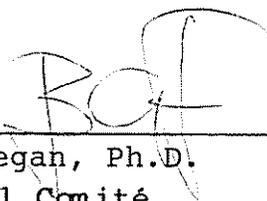
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:



Ian D. Hutchinson, B.Ss.For., Dip.For.
Profesor Consejero



Bryan Finegan, Ph.D.
Miembro del Comité

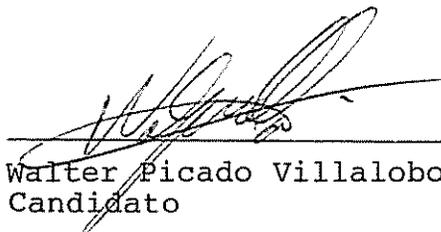


Manuel Gómez, M.Sc.
Miembro del Comité



Donald Masterson, M.F.
Miembro del Comité

Ramón Lastra, Ph.D.
Coordinador Programa Estudios de POSGRADO



Walter Picado Villalobos
Candidato

DEDICATORIA

A Carmen, Mónica y Sofía, mi familia, que ha visto y compartido admirablemente las angustias que representan y el sacrificio que demanda la superación de su esposo y padre.

A mis padres, a quienes en mis entrañas acudo cada vez que necesito inspiración y valor para continuar en la senda de la superación.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto Madeleña del CATIE y a la Dirección General Forestal en Costa Rica, através del cual se identificó la necesidad de iniciar acciones en torno al manejo de vegetación natural secundaria en el área de influencia del Proyecto. Asimismo, por el aporte económico que permitió al autor, en su condición de Coordinador Nacional del Proyecto Madeleña, iniciar en 1987 las actividades del presente estudio.

Al Proyecto COSUDE en el CATIE, por su apoyo financiero parcial para la ejecución de trabajos de campo.

A Ian D. Hutchinson, por el diseño de formularios de campo, aspectos metodológicos y participación decidida durante la implementación de la investigación. Además, por permitirme compartir las acciones por tres años, en los que espero haber aprendido suficiente para orientar mi trabajo futuro en bosque natural; realmente significó uno de los mejores episodios de mi carrera profesional.

A Bryan Finegan, que con sus lecciones de bases ecológicas y através de sus consejos y observaciones en el proceso de redacción, contribuyó significativamente a obtener este documento.

A Manuel Gómez, quien con su amistad y paciencia supo atender las inquietudes en los aspectos del análisis financiero.

A Donald Masterson por sus valiosos y oportunos consejos en la preparación del informe.

Al Ing. Valentín Jiménez por su aporte tan decidido en el procesamiento computarizado de los datos de campo.

A Jorge Núñez, quien realizó los trabajos de análisis y descripción de los suelos del sitio.

A Nelson Zamora, por la identificación dendrológica de las especies arbóreas.

A Fernando Agüero, José Marín y Asdrúbal Núñez, que como personal de campo y de apoyo, representan un componente importante en el proceso de investigación e implementación del tratamiento.

A los propietarios y administradores del bosque, IDA y Coopemadereros, respectivamente, por su anuencia y participación activa en todo el proceso

A Elí Rodríguez, por su participación en la revisión del documento, como editor.

En fin, fueron tantas las personas y entidades que se relacionaron o participaron activamente en el proceso de investigación, que el autor espera sinceramente se den por aludidos con el más profundo agradecimiento, porque, sin todas sus contribuciones no se hubiera logrado el presente documento.

BIOGRAFIA

El autor, costarricense de nacimiento, realizó estudios de primaria y secundaria en el cantón de San Ramón de la provincia de Alajuela. Egresó en 1980 como Ingeniero Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

A partir de 1981 y hasta 1989, trabajó para el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), donde se desempeñó como Silvicultor Investigador en el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía hasta fines de 1983; a partir de entonces y hasta su finalización en agosto de 1985, coordinó el Proyecto Leña a nivel nacional. Desempeñó el mismo cargo durante los primeros cuatro años del Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA), Costa Rica, de agosto de 1985 hasta agosto de 1989 a partir de esa fecha ingresó al Programa de Maestría del CATIE, en Turrialba.

En setiembre de 1991 egresa como Mg.Sc. del Programa de Maestría del CATIE en Turrialba, en el área de Producción Forestal y Agroforestal, con énfasis en Silvicultura y Manejo de Bosque Natural.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUCCION.....	4
1.1 HIPOTESIS.....	4
1.2 OBJETIVOS	5
Generales	5
Específicos	5
2. REVISION DE LITERATURA.....	6
2.1 EL BOSQUE NATURAL SECUNDARIO.....	6
Definición.....	6
Etapas suseccionales.....	6
Agrupación de las especies.....	7
Ecológica.....	7
Comercial.....	8
Area potencialmente disponible.....	8
2.2 ANTECEDENTES SILVICULTURALES	9
Regeneración natural.....	9
Crecimiento	9
Tratamientos silviculturales	10
Muestreo diagnóstico.....	11
Daños y dinámica.....	11
Aspectos financieros de operaciones silvícolas en bosque natural secundario.....	12
3. MATERIALES Y METODOS	13
3.1 MATERIALES.....	13
Caracterización del recurso en estudio.....	13
Localización geográfica	13
Clima y vegetación.....	15
Tipo de bosque	15
Condiciones biofísicas.....	16
Pendientes e hidrografía.....	16
Descripción y capacidad de uso del suelo.....	16
3.2 METODOS.....	17
Inventario y parcelas permanentes	17
Variables evaluadas	18
En fustales.....	18
Regeneración	20
Producción costos y rendimientos	20
Evaluación y clasificación de los suelos.....	21

Clasificación y agrupación de las especies	21
Muestreo diagnóstico (MD)	21
Definición y aplicación del tratamiento.....	22
Diseño experimental y análisis de la información.....	22
Aspectos silviculturales	22
Aspectos financieros	23
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
4.1 CONDICION INICIAL DEL BOSQUE	24
4.2 MUESTREO DIAGNOSTICO (MD).....	26
4.3 DEFINICION Y APLICACION DEL TRATAMIENTO	27
4.4 CAMBIOS PROVOCADOS POR EL TRATAMIENTO	28
Aspectos generales.....	28
Iluminación de copa.....	32
Forma de copa.....	34
Lianas	35
4.5 RESPUESTA AL TRATAMIENTO.....	36
Reclutamiento y mortalidad	36
Regeneración.....	40
Consideraciones generales.....	40
Efecto de la iluminación.....	43
Crecimiento en área basal.....	52
4.6 PRODUCCION COSTOS Y RENDIMIENTOS.....	56
Muestra y área total intervenida.....	56
Producción y rendimientos.....	56
Análisis financiero.....	58
El manejo del bosque en el contexto de finca.....	60
5. CONCLUSIONES.....	63
6. RECOMENDACIONES.....	65
7. LITERATURA CITADA.....	66
ANEXOS.....	69

LISTA DE CUADROS

1.	Datos de área basal/ha, según tipo de bosque en diversas localidades.....	10
2.	Descripción de variables y su forma de evaluación para fustales, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	18
3.	Subdivisión típica para evaluaciones en una parcela permanente de muestreo, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica	20
4.	Condición de número de árboles y AB/ha, a partir de 10 cm de dap en 1988, según repetición y tratamiento en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	24
5.	Resultados del muestreo diagnóstico por tipo de deseable sobresaliente, según su iluminación en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	26
6.	Distribución diamétrica de los árboles a partir de 10 cm de dap según grupo comercial, antes y después del tratamiento de mejora en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica	28
7.	Distribución del AB (m ² /ha) para dap ≥ 10 cm, por clase diamétrica, según valor comercial de las especies, antes y después de aplicar el tratamiento en 1988, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	29
8.	Distribución porcentual del área basal extraída, por clase diamétrica y grupo comercial de las ppm en 1988, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	31
9.	Datos comparativos de la distribución porcentual del número de árboles y AB/ha para el bosque bajo estudio y los resultados de Manta (1988), para un bosque de 25 años en la zona de Sarapiquí al norte del país. En ambos casos, datos a partir de 10 cm de dap.....	31

10.	Distribución de los árboles por clase de diámetro y grupo comercial, según clase de iluminación de la copa antes y después del tratamiento de 1988, en las ppm del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	33
11.	Número de árboles/ha con dap \geq 10 cm, según su forma de copa, antes del tratamiento, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	35
12.	Distribución de la regeneración por medición según su tipo, valor comercial y tratamiento, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	41
13.	Comportamiento y distribución del área basal por tratamiento, según grupo comercial, luego de 2,5 años de aplicado un tratamiento de mejora en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica (agosto 1988 a diciembre 1990).....	53
14.	Distribución porcentual de la madera explotada por grupo comercial, según precio de mercado para el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	57
15.	Costos e ingresos por hectárea en los sistemas de producción de finca agrícola y bosque natural secundario en El Pilar de Cajón, Pérez Zeledón.....	61

LISTA DE FIGURAS

1. Ubicación geográfica del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica..... 14
2. Climatograma para el área de bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica..... 16
3. Distribución diamétrica de los árboles a partir de 5 cm de dap, según medición en las ppm Testigo del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica..... 38
4. Distribución diamétrica de los árboles a partir de 5 cm de dap, según medición en las ppm Tratadas en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica..... 39
5. Distribución de la regeneración por medición y tamaño, según tratamiento y grupo comercial en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica..... 42
6. Distribución de la regeneración por medición y tamaño, según grupo comercial en la condición de "iluminación vertical total" (2), en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica..... 45
7. Distribución de la regeneración por medición y tamaño, según grupo comercial en la condición de "iluminación vertical parcial" (3), en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica..... 47
8. Distribución de la regeneración por medición y tamaño, según grupo comercial en la condición de "iluminación principalmente lateral" (4), en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica..... 49
9. Distribución de la regeneración por medición y tamaño, según grupo comercial en la condición "sin iluminación directa" (5), en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica..... 51

10.	Distribución del área basal (m^2/ha) por tratamiento, según los grupos de valor de las especies para fustales ≥ 10 cm de dap, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	54
-----	--	----

LISTA DE ANEXOS

1	Datos de precipitación y temperaturas mensuales para la zona del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	70
2	Datos del análisis de suelos, descripción de perfiles y clasificación del suelo, para el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	74
3	Mapas base de campo con la ubicación de las acciones principales llevadas a cabo en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, en el período 1988-1991, según lo considerado en el presente estudio.....	76
4	Formularios de campo usados para la evaluación de fustales, muestreo diagnóstico y conteos de regeneración, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	79
5	Normas para evaluación de la iluminación y forma de copa de los árboles en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	83
6	Metodología para selección de un deseable sobresaliente durante el muestreo diagnóstico.....	86
7	Ejemplo de la lógica para verificación de los datos de campo, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	88
8	Resultados del análisis estadístico realizado para datos de la condición inicial del bosque y los de la última evaluación considerada en el estudio. Dos y medio años para fustales y tres años en el caso de la regeneración.....	90

9	Especies encontradas por grupo comercial, precio de mercado y grupo ecológico a nivel de fustales (≥ 10 cm de dap), en el bosque natural secundario de Coopemadereros en el periodo 1988-90 en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	91
10	Instrucciones para la aplicación del tratamiento de mejora en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	93
11	Distribución de la regeneración en las evaluaciones 3-6, por iluminación de la subparcela y grupo comercial, según tratamiento en las ppm del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	95
12	Distribución de costos e ingresos medios por hectárea en el tratamiento de mejora silvicultural, aplicado al bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	99
13	Algunos bienes y servicios directos e indirectos del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	101

PICADO, W. Investigación aplicada en manejo de bosque natural secundario, estudio de caso en el sur de Costa Rica. Tesis Mg.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 107 p.

Palabras clave: Investigación aplicada, bosque natural secundario, manejo silvicultural, aprovechamiento silvicultural, tratamientos de mejora, muestreo diagnóstico, inventario forestal, regeneración del bosque natural, análisis financiero de bosque natural.

RESUMEN

La investigación se realizó en un bosque natural secundario de 35 años, que surge luego de talar el bosque original sobre un suelo arcilloso, poco profundo, con valores de pH y aluminio 4,8 y 1,6 respectivamente. Según la capacidad de uso, tales suelos deben dedicarse a la producción forestal extensiva.

En el estudio se pretende analizar algunas implicaciones silviculturales y financieras, que permitan conocer el potencial del recurso y su respuesta a la aplicación de un tratamiento de mejora, bajo el principio de sostenibilidad y condiciones actuales de mercado. Con el tratamiento se taló el 15% de los 492 árboles/ha en promedio, lo que significó extraer el 40% del área basal total por hectárea.

Un análisis de varianza realizado para la condición original del área basal, árboles/ha y regeneración no determinó diferencias significativas al 95%. Luego de tres años (1988-1991), un análisis similar mostró diferencias significativas al 95%, en el número de latizales entre los tratamientos.

Se evaluaron los cambios debidos a la aplicación del tratamiento, en variables como la iluminación de copa y el área basal; además de los principales indicadores de reacción al tratamiento como la regeneración, según su tamaño y valor comercial, entre otros.

La mortalidad de árboles a partir de 10 cm de dap, fue mayor que el reclutamiento en las parcelas testigo, donde se redujo el área basal total inicial; mientras que en las parcelas tratadas, la mortalidad fue menor y el incremento medio relativo en área basal, mostró una ligera ventaja con respecto a las parcelas no tratadas.

La regeneración, en todos los niveles de tamaño, fue mayor en las parcelas tratadas; donde se encontró además que la clase de iluminación de tipo vertical, parcial y lateral resultaron las más favorables para una regeneración más abundante y estable.

El tratamiento de mejora, implementado en una muestra de 26 ha entre noviembre 1990 y mayo 1991, permitió calcular rendimientos de 4256 pulgadas madereras ticas/ha ($9,2 \text{ m}^3$) y 132 m estéreos de leña/ha. El costo total de la aplicación del tratamiento fue de ¢61 742/ha, con un margen bruto de ¢49 550/ha, una TIR superior al 50% y una relación B/C de 1,89. Al proyectar los cálculos para el período total de ordenación (10 años), los estimadores financieros no mostraron mayor variación.

A través del estudio se determinó que el tratamiento de mejora aplicado, es favorable desde el punto de vista silvícola y financiero, bajo las condiciones actuales del recurso y el mercado local, permitiendo además una producción sostenible.

ABSTRACT

The present research was carried out in a 35 year old secondary forest, that developed after the felling of the original forest, on a shallow clay soil, with pH and aluminum values of 4,8 and 1,6 respectively. According to its major use capacity, these soils must be used for extensive forest production.

The study intends to analyze some silvicultural and financial implications, that will allow to determine the resource potencial and its response to the application of an improvement treatment, under the principle of sustainability and the current market conditions. With this treatment an average of 15% of the already existing 492 trees/ha were cut, which corresponds to 40% of the total basal area per hectare.

An analysis of variance for the original condition of the basal area, trees/ha and the regeneration did not determine significant difference at 95% confidence level. After three years (1988-1991), a similar analysis showed significant differences at 95% confidence levels, in the number of saplings between the treatments.

The changes due to treatment applications were evaluated for variables like crown illumination and basal area; as well as the main indicators of the reaction to the treatment like regeneration, according to its size and commercial value, among others.

The mortality of trees above 10 cm dbh exceeded the number recruited trees in the control plots, where the initial total basal area was reduced; while in the treated plots, the mortality was less and the relative mean increment of the basal area showed a small advantage in relation to the control plots.

The regeneration in all size classes showed more individuals in the treated plots where it was also found that the kind of vertical, partial and ablique lighting types resulting, were favorable for a more abundant and stable regeneration.

The improvement treatment implemented in a sample of 26 ha, between November 1990 and May 1991, allowed to calculate the yields of 4256 "pulgadas madereras ticas/ha" (9,2 m³) and od 132 steres/ha of firewood. The total cost of the treatment application was 61.742 colones/ha, with a gross profit of 49.550 colones/ha, a TIR higher than 50% and a cost/benefit relation of 1,89. When the calculations were projected for the total period of forest organization (ten years), the financial estimators did not vary significantly.

This study determined that the applied improvement treatment is favorable from the silviculture and financial points of view, under the current conditions of the resource and on the local market, allowing at the same time a sustainable production.

1. INTRODUCCION

El aumento de áreas tropicales bajo cobertura de bosque natural secundario, ha despertado el interés de la comunidad científica internacional por investigar y conocer el potencial productivo de ese recurso, así como su sostenibilidad económica y ecológica cuando se le somete a manejo.

La finalidad del estudio es determinar las implicaciones silviculturales y la rentabilidad de aplicar un tratamiento de mejora al bosque natural para su manejo bajo el principio de producción sostenible y bajo las condiciones actuales de mercado del pequeño y mediano agricultor.

Diversos investigadores exponen la importancia del bosque secundario como suplemento a la producción de los bosques primarios; donde no solo sirve de amortiguador de la demanda de productos forestales, sino que cobra importancia como sitio de refugio para la flora y fauna, de manera que se protege la biodiversidad.

A nivel mundial son pocos los esfuerzos en ese campo; no obstante, el CATIE tiene acciones en la Región desde 1985, concretamente en Costa Rica, investiga el manejo aplicado en bosque natural latifoliado en zonas bajas húmedas. En una de ellas se lleva a cabo la investigación que sustenta este documento, área que constituye el primer sitio donde se han llevado a la práctica por parte del CATIE, operaciones silvícolas en ese tipo de bosque, desde 1988.

En Costa Rica, al igual que en el resto de la región centroamericana, muchos de los bosques secundarios son producto del abandono de tierras de labranza, por parte de pequeños y medianos agricultores; que apesar de no ser el caso del bosque que se analiza, son productores a los que se debe demostrar que tales bosques son productivos con un bajo nivel de insumos. Urge realizar estudios y demostraciones que permitan conocer el potencial productivo de ese recurso bajo el principio de la sostenibilidad.

1.1 HIPOTESIS

La hipótesis a demostrar con el presente estudio, afirma que la aplicación de un tratamiento de mejora a un bosque natural secundario, es favorable desde el punto de vista silvicultural y financiero y ofrece una opción de complemento a los sistemas de producción agrícola en el área.

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos que permitirán alcanzar esa meta son:

General

Analizar las implicaciones silvícolas y financieras que permitan ordenar para su manejo, el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, a partir de la aplicación de un tratamiento de mejora.

Específicos

- a. Evaluar la respuesta del bosque, en términos de abundancia, regeneración y crecimiento de fustales de especies arbóreas, comercialmente deseables, a tres años de aplicado un tratamiento de mejora.
- b. Obtener datos de producción, costos y rendimientos que permitan conocer el potencial del tratamiento de mejora aplicado al bosque natural en estudio.
- c. Determinar algunos indicadores financieros para conocer la rentabilidad del tratamiento, bajo las condiciones actuales de mercado y del recurso.

Debido a que el período total de evaluación es relativamente corto (tres años), el presente estudio se basa en las primeras reacciones de los fustales al tratamiento aplicado y el comportamiento de la regeneración, que constituye la parte más sensible del bosque, capaz de responder en el corto plazo, a los cambios que provoca el tratamiento y que se manifiestan en el curso normal de su dinámica. Así, este trabajo no puede ni pretende ser más que un avance en el proceso de investigación/aplicación del manejo de bosque.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 EL BOSQUE NATURAL SECUNDARIO

Definición

Bosque secundario es el que crece en áreas donde la vegetación original ha sido completamente destruida por la actividad del hombre (Finegan y Sabogal, 1988); o bien, cuando el bosque primario es perturbado, a tal grado, que el sitio pasa a ser dominado por especies heliófitas, como respuesta a las aperturas grandes y exposición del suelo en las pistas de arrastre o empatiado de trozas. Se establece allí bosque secundario, sin haberse eliminado necesariamente toda la cobertura original.

Generalmente contiene especies que presentan crecimiento rápido, buena forma del fuste, estructura y características de la madera relativamente uniformes (Ewel, 1979; Finegan y Sabogal, 1988). A pesar que la madera de especies secundarias es blanca, suave y poco durable, la mayoría tiene un rango amplio de usos en el mercado de aserrío y contrachapados (Finegan y Sabogal, 1988; Ewel, 1979; Wadsworth, 1986; Baur, 1964).

Etapas sucesionales

La sucesión es un proceso continuo que consiste en una serie de cambios en el ecosistema, que conducen progresivamente hacia la formación de un bosque de estructura y composición cada vez más desarrolladas (Dawkins, 1961). Para efectos de estudio se trata de reconocer algunas fases. Así, Holdridge (1978) y Finegan (1988) establecen:

1. Fase de herbáceas y arbustos que raramente dura más de 3 ó 4 años, para ser sustituida por
2. la etapa de las heliófitas efímeras, en donde el área es ocupada plenamente por especies arbóreas de crecimiento muy rápido que conforman un dosel superior que perdura por 10 ó 25 años, el cual viene a ser sustituido por
3. un grupo de heliófitas durables que dominan el sitio luego de 15 y por más de 25 años.

De esta manera, se pasa generalmente a una estructura y composición más compleja, representada por una mezcla de especies tolerantes e intolerantes que se establecen desde el inicio. Kochumen (1966) presenta un estudio de caso (Malasia) donde se dió seguimiento por 17 años a la sucesión en un área de cultivo abandonada; allí las herbáceas pioneras fueron sustituidas rápidamente por una población más estable, dominada por Macaranga gigantea (equivalente a Croton kilipiana en el área de estudio), especie que dominó por 15 años, durante los cuales constituyó un dosel de 21 m de altura y árboles de hasta 1 m de dap. A los siete años de abandono, M.

gigantea representaba el 41,8% de la población total; a los 17 años representó el 24,2% de los árboles adultos (34 árboles/ha con dap > 30 cm), el 2,5% de los latizales y 0% de los brinzales. En ese mismo período, las heliófitas durables mostraron incrementos en el número de individuos. Así, es clara la formación de rodales coetáneos, en un período específico, cuya duración es determinada por las condiciones microambientales y de disponibilidad de semilla para llenar las necesidades de cada fase. Tales rodales van siendo reemplazados por bosques disetáneos más parecidos al bosque original del sitio (Holdridge, 1978; Finegan y Sabogal, 1988).

Cuando no hay semilla disponible de especies del bosque primario de la región, ni a través de la vida silvestre, el proceso de sucesión se retrasa y muchas veces puede terminar en la tercera etapa, con dominancia de las heliófitas durables que son las de mayor valor comercial hasta ese momento de la sucesión (Finegan y Sabogal, 1988; Holdridge, 1978).

Agrupación de las especies

Ecológica

Son varias las terminologías e intentos por agrupar a las especies arbóreas según su temperamento ecológico, Finegan y Sabogal (1988), presentan, además de una corta discusión sobre algunos de los métodos, la agrupación que se considera en este estudio.

1. Especies heliófitas, que requieren un alto grado de luz para regenerarse y crecer; se distingue entre heliófitas efímeras (corta duración) y heliófitas durables (duración mayor); asimismo, se subdividen estas últimas en aquellas de crecimiento rápido como Vochysia ferruginea, Simarouba amara, Rollinia microsepala, Jacaranda copaia, Stryphnodendron excelsum y Goethalsia meiantha y las de crecimiento regular como Pourouma aspera, Dendropanax arboreus y Laetia procera (Manta, 1988).
2. Especies esciófitas, capaces de regenerarse, crecer y desarrollarse a la sombra. Se asume que estas especies presentan una vida relativamente larga; sin embargo, algunas se clasifican como esciófitas parciales, por requerir un alto grado de iluminación para pasar por la etapa final de su desarrollo, antes de la madurez. Manta (1988), presenta entre otras a Virola sebifera y Terminalia amazonia como esciófitas parciales; Guarea sp. y Minguartia guianensis como esciófitas totales.

Desde el punto de vista silvicultural, los grupos ecológicos por sus características, influyen en la toma de decisiones sobre los posibles tratamientos que se darán al bosque, según los objetivos y metas finales del manejo.

Comercial

El avance de la tecnología disponible, mercados internos menos exigentes y una escasez creciente de recursos forestales, ha favorecido el aprovechamiento de un número cada vez mayor de especies de crecimiento rápido, típicas de bosque secundario o de claros grandes en el bosque primario. Cada vez es más evidente la necesidad de agrupar esas "especies poco conocidas" por sus usos finales, para realizar su potencial máximo de comercialización; lo cual no se logra si se manejan individualmente por especie; Fontaine (1986); Schmidt (1987); Finegan y Sabogal (1988) y Hutchinson (1990), sugieren agrupar las especies en:

1. Especies deseables, son aquellas que en el mercado nacional pueden ser comercializadas actualmente, aunque su precio suele ser más bajo que el de las maderas más cotizadas.
2. Especies aceptables, son aquellas de bajo precio en el mercado o que se utilizan sólo a nivel local. Usos relativamente restringidos.
3. Otras especies, las cuales no tienen uso actual o potencial bien definido.

En general, respecto a la agrupación de las especies, los grupos comerciales señalan rápidamente el valor del recurso; mientras que la subdivisión ecológica predice la respuesta del bosque a los tratamientos, según el grado de perturbación o cambio que impliquen.

Para el bosque en estudio, los grupos definidos no corresponden plenamente con lo expuesto; pues especies como Vochysia ferruginea, que pudo ser del grupo 1, se consideró en el grupo 2, por razones de susceptibilidad al ataque de termitas, cuando su tamaño está próximo o listo para el aprovechamiento comercial.

Area potencialmente disponible

Para principios de los años ochenta, el 11% del área del trópico americano estaba cubierta de bosques secundarios, que representaba el 30% del total de bosques densos productores. Esas áreas, bajo manejo que garantice sostenibilidad en la producción, podrían suplir el doble de la demanda de productos forestales de la región, según lo proyectado para el año 2000, Wadsworth (1986).

Se calcula que mientras se debastan anualmente unos 33 000 km² de bosque primario, el bosque secundario incrementa anualmente la mitad de esa tasa, con lo que para fines de siglo habrá aumentado en 250 000 km² la superficie de bosque secundario en el trópico americano (Wadsworth, 1986).

En Costa Rica hasta 1984, habían 236 000 hectáreas de charrales y tacotales y 492 000 hectáreas de bosque en general, sin diferenciar entre protegidos y los productivos. Eso significa que los charrales y tacotales tienen un área equivalente al 48% del total de bosques en el país, sin considerar en ese porcentaje lo que corresponde a bosques secundarios, reportados como bosque general dentro de las 492 000 hectáreas (Costa Rica, 1987).

En el Cuadro 1 se presentan datos de área basal para bosque primario y secundario en diversas localidades.

Cuadro 1. Datos de área basal/ha, según tipo de bosque en diversas localidades.

Tipo de bosque	Localidad	AB	dap (cm) mínimo	Fuente*
Primario	A nivel mundial	21	20	1
Primario	La Selva, C.R.	28	10	2
Sec. (25 años)	Sarapiquí, C.R.	29	10	3
Sec. (25 años)	Sarapiquí, C.R.	21	5	4

* 1= Rollet (1980)

2= Hartshorn (1983)

3= Finegan y Sabogal (1988)

4= Manta (1988)

Tratamientos silviculturales

Tomando como punto de partida el conocimiento ecológico de los sistemas de bosque natural, silviculturalmente se trata de intervenir lo menos posible para alcanzar una composición y estructura deseables, para una producción económicamente satisfactoria y realizar otras funciones ecológicas y sociales.

De Graaf (1986); Baur (1964) y Hutchinson (1990), presentan una reconstrucción de la historia de los sistemas silviculturales¹ y de los tratamientos, que se han venido investigando y practicando desde "temprano" en el siglo pasado. Baur (idem), expone que los tratamientos de mejora constituyen una fase transitoria, por la que deben pasar los bosques no ordenados, antes de definir un sistema silvícola aplicable a los mismos.

Entre los sistemas silviculturales clásicos para bosque natural, cabe destacar el sistema trinitario, iniciado en 1927. Tomó cerca de 12 años reconocer el valor y posibilidades de manejar la vegetación existente, dado que la regeneración era suficiente para los fines de producción establecidos. En Trinidad, este sistema se ha aplicado a escala comercial desde 1941, (Baur, 1964).

Los tratamientos silviculturales, como un conjunto de operaciones individuales que contribuyen al fin último del tratamiento, deben ser fáciles de aplicar y organizar para que sean implementados por el personal disponible de la región, aún cuando este carezca de experiencia (de Graaf, 1986; Hutchinson, 1987).

1 Sistema silvicultural, definido como una serie de tratamientos u operaciones que garantizan la regeneración y producción sostenible del bosque.

2.2 ANTECEDENTES SILVICULTURALES

Es poca la experiencia y los datos que hay sobre manejo de bosque natural secundario; la mayoría de la información disponible corresponde a trabajos de investigación y no a operaciones comerciales a nivel de finca.

Regeneración natural

La regeneración natural es el epicentro en cualquier toma de decisiones, con respecto al diseño de sistemas silviculturales para manejo de bosque natural; de su regularidad y constancia dependerá la productividad y sostenibilidad del recurso (Collet, 1966).

La regeneración, en función de su altura y/o diámetro, puede subdividirse en tre categorías: plántula, brinzal y latizal; en esta subdivisión coinciden muchos autores y es la que se utiliza en este estudio (Hutchinson, 1990).

Plántulas: Especies arbóreas recién germinadas con al menos 1 cm de altura, hasta las de 29 cm de altura total.

Brinzal: Plantas desde 30 cm de altura total y hasta 4,9 cm de dap.

Latizal: Planta con dap entre 5,0 y 9,9 cm.

Se ha indicado que 400 latizales/ha y 100 árboles jóvenes/ha (dap > 10 cm) constituyen una población adecuada para una buena cosecha futura (Barnard, 1950; Dawkins, 1961). Para estudios realizados en bosques secundarios de 25 y 70 años, en bosque húmedo de bajura en Costa Rica, se reportan cifras de 1000 y 1345 brinzales por hectárea (Manta, 1988; Martínez, 1979), respectivamente. Además, al extrapolar los datos presentados por Kochummen (1966), para un sitio de 50 msnm en Sungei Kroh, Kepong, se tuvo 129 latizales/ha de 2,5 a 9,9 cm de dap y 248 brinzales con dimensiones por debajo de 1,50 m de altura.

Crecimiento

El crecimiento de los árboles en bosques sin déficit hídrico, está determinado, entre otros factores, por condición de sitio, espacio y luz. Cualquier modificación a alguno de ellos afecta la tasa de crecimiento de la masa arbórea en general; desde ese punto de vista, se justifica la manipulación que hace el silvicultor, con fines claramente preestablecidos (Singh, 1955).

En un bosque secundario de 70 años en Turrialba, Costa Rica, se determinó que al extraer el 20% del área basal inicial, el incremento en crecimiento fue casi despreciable; sin embargo, cuando la extracción cubrió el 60%, la respuesta en crecimiento fue casi continua, en un período de observación de 12 años (Martínez, 1979).

Existen diversos tipos de tratamientos silvícolas, entre otros el de mejora y el de establecimiento de la regeneración. En el caso de la mejora se le considera indispensable ya que por lo general los bosques tropicales no han sido ordenados; por lo tanto, se hace necesario la eliminación de los árboles que han superado el dap mínimo de corta pero que por razones de defecto o de especie no son de valor comercial. Los tratamientos de establecimiento de la regeneración se consideran la parte medular de cualquier sistema silvícola, pues representan las cosechas futuras.

Muestreo diagnóstico

"El muestreo diagnóstico es el implemento más importante del sistema Malaya. Es así porque presta flexibilidad y permite mayor exactitud en las decisiones sobre los tratamientos a implementar" (Wyatt Smith, 1962), citado por Hutchinson (1990).

El objetivo general del muestreo diagnóstico es obtener información sobre las perspectivas futuras del bosque, así como de la regeneración natural y la composición probable de la cosecha de madera en el futuro, el crédito de iniciar el sistema corresponde a F.H. Landon (Silvicultor) (Barnard, 1950).

En el estudio actual, el principio consiste en registrar el mejor ejemplar establecido ("Deseable Sobresaliente") de las especies de valor comercial, en una parcela de 10 x 10 m. El "Deseable Sobresaliente" (DS), que debe presentar un fuste único, recto, sano, de buena forma y una copa sana y vigorosa (en el Anexo 6 se incluye la metodología para selección de un DS durante la realización del MD), se registra en función de su tipo de DS (fustal, latizal o brinzal) y la iluminación que recibe su copa. El resumen de los datos indicará las operaciones silviculturales apropiadas para propiciar mayor crecimiento de los árboles deseables liberados.

Daños y dinámica

Las perturbaciones a nivel de claros, ocurridas en forma natural o provocadas por el hombre, son las que llevan al bosque natural a un estado de equilibrio dinámico (UNESCO et al., 1980; Whitmore, 1976; Brokaw, 1985; Hartshorn, 1976).

La base del manejo de bosques naturales consiste en favorecer correctamente la regeneración de interés; para eso las lecciones aprendidas a partir de la dinámica de claros son importantes. Se incrementa la ocurrencia de los mismos hasta donde se pueda llevar la estructura y composición del bosque, sin caer en etapas sucesionales en donde las especies favorecidas no son las de interés, según los fines de producción prefijados.

Durante las diversas operaciones que componen los tratamientos silviculturales, se puede dañar a la población que se desea conservar. Cuando ese daño sobrepasa ciertos límites, el bosque no se recupera a plazo prudente

y el proceso sucesional, retrocede o se atrasa de tal forma que su manejo deja de ser atractivo financieramente (Blanche, 1985).

Por daños se considera la destrucción parcial o total de los árboles o regeneración que conformarán las cosechas futuras; puede subdividirse en daños a la copa o al fuste, o si se desea, al suelo.

Aspectos financieros de operaciones silvícolas en bosque natural secundario

En condiciones de pequeños y medianos propietarios es frecuente la falta de capital. Sin embargo, disponen de esfuerzo y mano de obra, con lo que al bosque parece bastarle para los fines productivos que se fije el propietario (Hutchinson, 1989).

Para un bosque natural secundario de 70 años de edad en Turrialba Martínez (1979), concluye que hubo rentabilidad (no se indica el nivel) con poco consumo de esfuerzo, al realizar un aprovechamiento luego de 12 años de aplicado un tratamiento de intensidades de extracción del 20% y hasta 60% del AB inicial. En otro estudio de aprovechamiento selectivo de madera en troza y leña, en bosque natural secundario de 20 a 30 años de edad en zonas bajas húmedas de Costa Rica, se determinó una TIR de 11,61 (Herrera, 1990).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES

Caracterización del recurso en estudio

El área en donde se encuentra el bosque en estudio, es parte de la cuenca del Río General, que más al sur toma el nombre de Grande de Térraba; uno de los ríos más importantes del país. En el Valle de El General, es evidente la huella de una deforestación masiva que ha llevado a tener que traer madera en trozas desde la Península de Osa (hasta 200 km), para abastecer los aserraderos locales. La Cooperativa Coopemadereros, quien administra el bosque en estudio, es dueña de un aserradero que procesa unos dos millones de pulgadas por año (unos 4500 m³)^{1/}.

El bosque en estudio es quizá el único relicto (de más de 100 ha) de bosque natural productivo, que se encuentra desde Pérez Zeledón hasta la frontera con Panamá, sobre la Carretera Interamericana. Es sin duda una fuente importante de abastecimiento de leña para la agroindustria de la región, producto que en el último quinquenio aumentó de precio a razón de 40% anual. Pasó de 150 a 450 colones el metro estéreo de leña; la carencia de este y otros productos menores del bosque natural, se acentúa cada vez más en el Valle de El General.

Localización geográfica

El bosque donde se llevó a cabo el trabajo, se ubica 15 km al sur de Pérez Zeledón, sobre la Carretera Interamericana y a 150 km de San José, capital del país; en la Figura 1 se presenta la ubicación geográfica del sitio. Consta de dos áreas, la primera (90 ha) se encuentra cerca del caserío Las Juntas de Pacuare, que pertenece al distrito 3 Daniel Flores, en el cantón 19 Pérez Zeledón, de la provincia de San José, en adelante denominada La Sandía. La segunda (110 ha) se ubica muy cerca de la anterior y pertenece al distrito 8 Cajón, del cantón 19 Pérez Zeledón, en adelante llamada La Laguna. Toda el área se ubica alrededor de 600 msnm y en coordenadas Lambert entre las 504 a 507 Longitud Oeste y 357 a 360 Latitud Norte.

1/ Departamento de Contabilidad y Administración, Coopemadereros, 1991 (comunicación personal).

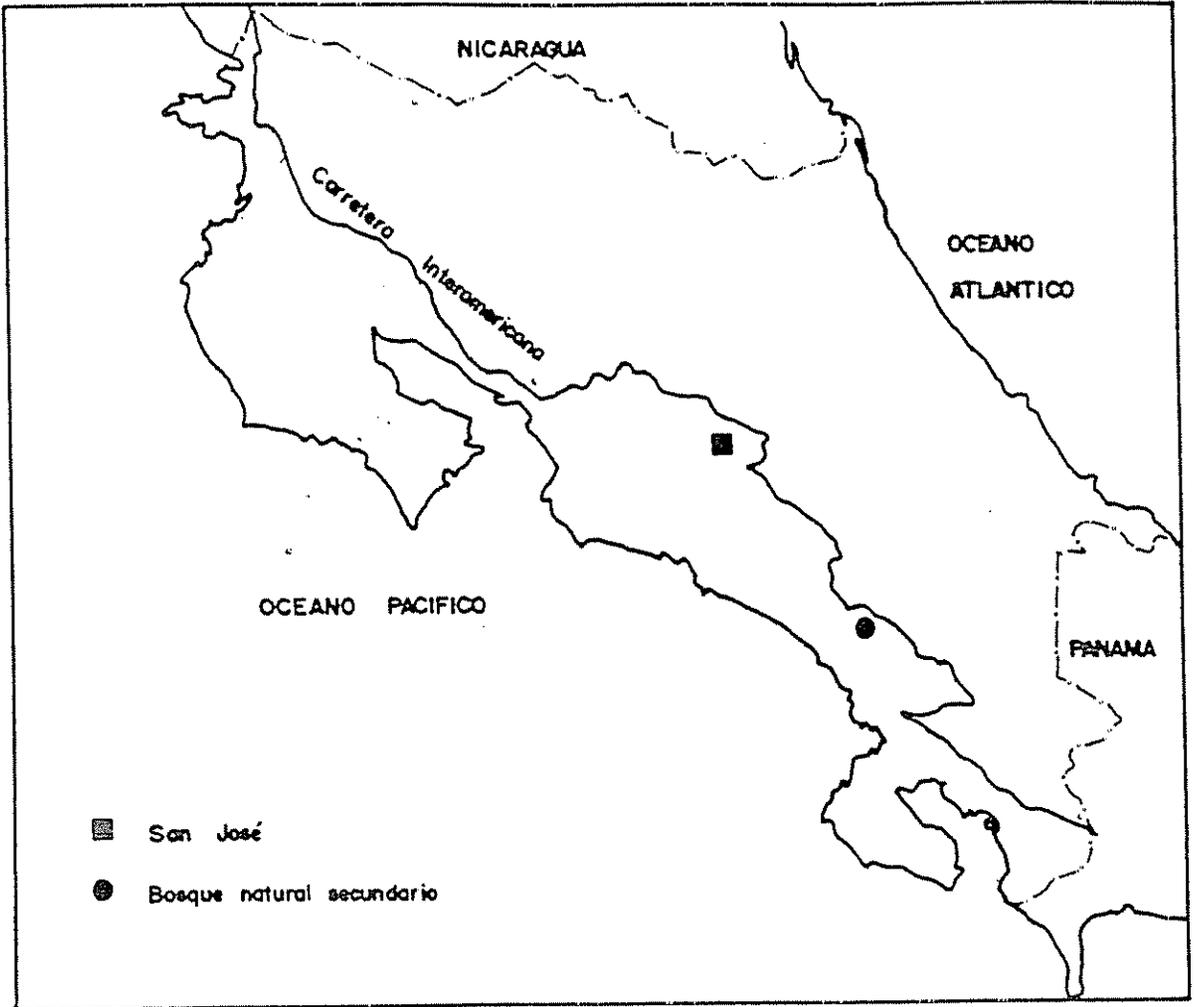


Figura 1. Ubicación geográfica del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Clima y vegetación

En el sitio predominan dos épocas bien marcadas, una seca (precipitación menor de 100 mm/mes) de diciembre a marzo y otra lluviosa de abril a noviembre. La precipitación media anual está entre 2250 y 2934 mm, según los registros para un período de 46, 25 y 16 años de observación, para las estaciones San Isidro del General, Repunta y Cristo Rey, respectivamente, ubicadas a menos de 15 km del área del bosque.

La temperatura media mensual es de 23,0°C, según datos del período 1940-60. Los datos corresponden a la estación San Isidro del General, a 15 km del bosque y 703 msnm, la más cercana que registra esta variable (Anexo 1). El período entre diciembre y marzo presenta sequía, con menos de 100 mm de precipitación mensual. (Figura 2).

Las dos secciones del bosque estudiado se encuentran entre 600 y 625 msnm, según datos tomados con altímetros y de la hoja cartográfica Repunta I 3443 escala 1:50 000 de 1975. Con base en la metodología descrita por L.R. Holdridge (1978), para la clasificación de zonas de vida, corresponde a bosque húmedo tropical (bh-T).

En el área no se reportan problemas permanentes de vientos fuertes; sin embargo, en marzo de 1990 hubo daños que ocasionaron la caída de árboles grandes, que culminaron en la formación de claros dispersos en varios sitios y la pérdida de dos de las parcelas permanentes de medición, una en cada tratamiento.

Tipo de bosque

El área en estudio fue madereada en forma selectiva e intensiva antes de los años cincuenta; posteriormente, cerca de 1960, se taló el bosque para dedicar el sitio a ganadería; sin embargo, el cambio no se dio y se abandonó el sitio. La sucesión se encargó de desarrollar el bosque secundario que hoy día se estudia. Se estima que han transcurrido 35 años luego del abandono (1955-57 a 1991).

El cambio de bosque primario empobrecido a charral, sin otro uso de por medio, propició un bosque natural secundario con varias de las especies del bosque primario anterior, debido a la existencia y cercanía de árboles que funcionarían como semilleros, antes de deforestarse completamente la región aledaña. Hoy día, al repetirse el proceso, se esperaría un bosque de composición diferente por razón de disponibilidad de fuentes semilleras.

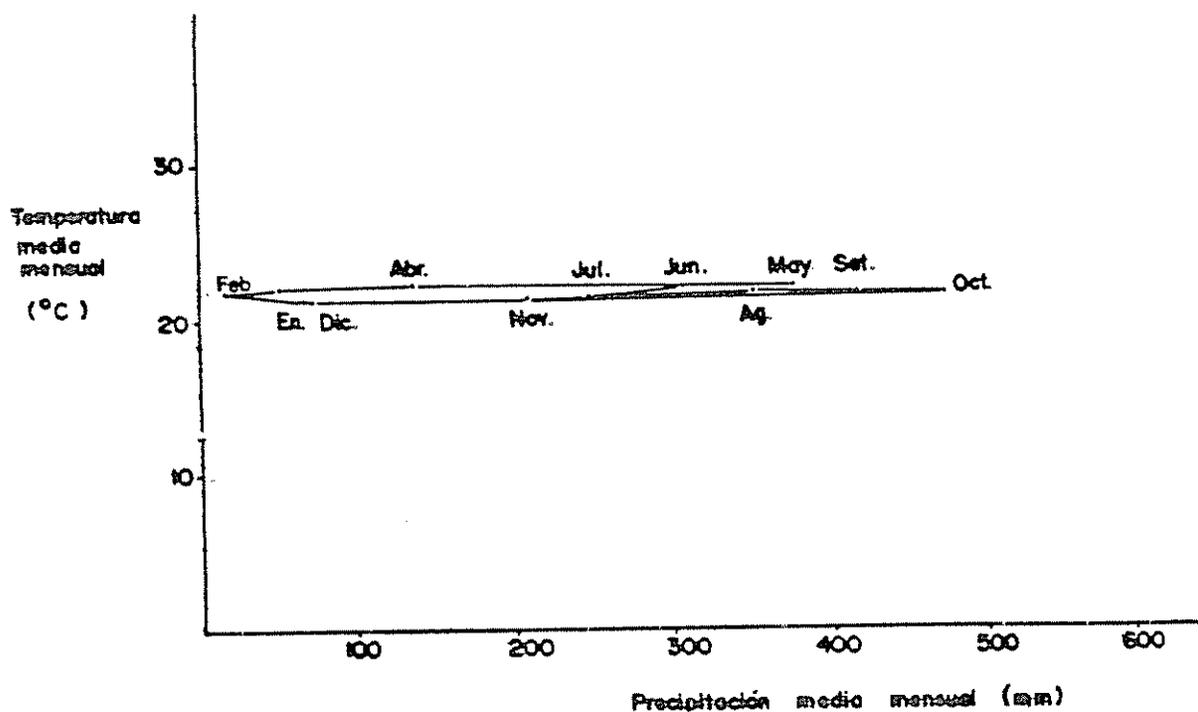


Figura 2. Climatograma en Pérez Zeledón, Costa Rica.
Fuente: Datos de San Isidro del General, Anexo 1

Condiciones biofísicas

Pendientes e hidrografía

El micro relieve del área bajo estudio es ondulado, con pendientes que no dificultan los trabajos, excepto en las inmediaciones del cauce de quebradas y aguas intermitentes, donde la pendiente medida osciló entre 20 y 30%, sobre distancias cortas (máximo 30 m). Las depresiones son frecuentes y ayudan a descargar el agua llovida. Al suroeste, en el bloque La Sandía, se localiza una quebrada pequeña de aguas permanentes que afluye a la Quebrada Pital.

Descripción y capacidad de uso del suelo

No hay diferencias notables en el paisaje de las dos áreas boscosas bajo estudio. Se trata de suelos rojo-amarillentos, arcillosos y poco profundos. Luego de analizar 12 muestras compuestas, se determinó que no existen diferencias físico-químicas mayores en dos las áreas.

El pH promedio fue de 4,6 y para el aluminio 1,33, en meq/100 ml de suelo. En el Anexo 2 se incluyen los datos del análisis de suelo, por submuestra para ambas "áreas", la descripción de cinco perfiles y la clasificación del suelo en el área La Sandía.

Con base en la metodología del "Manual para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica" (Centro Científico Tropical, 1985), se determinó que toda el área pertenece a la clase de uso IX S1, S2, S3, C3, E3. Donde las principales limitantes del suelo son: profundidad efectiva, textura y pH.

Dada la poca profundidad efectiva (15 a 25 cm), el viento pasa a ser un factor limitante, así como la erosión, por el micro relieve del sitio. La capacidad de uso es de producción forestal extensiva y permanente; de maderas y otros productos forestales del bosque natural, manejado con técnicas que eviten el deterioro de la capacidad productiva del suelo.

Los suelos del área, bajo el principio de sostenibilidad de la producción no tienen uso alternativo.

3.2 METODOS

Inventario y parcelas permanentes

Para la ubicación de las ppm, se empleó un diseño de parcelas aleatorias, con dos tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron con y sin intervención. Tales parcelas, establecidas a mediados de 1988, constituyen la principal fuente de datos para conocer la reacción del bosque al tratamiento de mejora.

En 1989, se realizó un inventario con el fin de conocer las posibilidades silviculturales e industriales del bosque. Se inventariaron 11 parcelas de 10 x 250 m en el área La Laguna y ocho de 50 x 50 m en La Sandía; 19 parcelas de 0,25 ha cada una. Las ocho de La Sandía se establecieron desde 1988, como parcelas permanentes de muestreo (ppm). En los mapas del Anexo 3, se detalla la ubicación de cada una de las parcelas.

Se dividieron las parcelas en subparcelas de 10 x 10 m para control y medición de fustales. Las ocho ppm, de 50 x 50 m se distribuyeron aleatoriamente; cuatro recibieron tratamiento y las otras permanecieron como comparadores sin tratar. El establecimiento se dió de mediados de 1988 a principios de 1989. La unidad experimental fue la parcela de 0,25 ha y la unidad de medición, la subparcela de 10 x 10 m.

En marzo del año 1990, una fuerte tormenta azotó el área del Pilar, destruyendo dos parcelas, la N^o 1 (tratada) y la N^o 2 (testigo). En ambas se descontinuaron las mediciones y los conteos periódicos; además, la tormenta dañó parcialmente las parcelas 4 y 6, ambas testigos, en las cuales sí se continúa con las mediciones y conteos.

VARIABLES EVALUADAS

En fustales

En el estudio se consideró fustales a los árboles con dap entre 10,0 y 39,9 cm. Sobre 40 cm fue el dap mínimo de corta; al iniciar el estudio no se consideraron árboles muertos, palmas ni bejucos. Fuera de las parcelas permanentes de muestreo, luego de considerar que con 40 cm como mínimo de corta se causaba un impacto considerable al bosque, para la implementación del tratamiento se fijó en 50 cm. Esto último para fines de reducir el impacto sobre el recurso y acortar el período para la próxima cosecha. En el formulario No. 1 del Anexo 4 aparece el detalle y la codificación para cada variable.

Luego del establecimiento de las parcelas permanentes, a mediados de 1988, las mediciones se realizaron en diciembre del mismo año y luego, en diciembre de 1989 y 1990; la descripción de las variables y su forma de evaluación aparecen en el Cuadro 2.

Además de los resultados de un muestreo diagnóstico, cada una de las variables evaluadas tiene su contribución al diseño del tratamiento y sus operaciones silvícolas, como se presenta en el capítulo sobre resultados y discusión de los mismos.

Cuadro 2. Descripción de variables y su forma de evaluación para fustales, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica, 1988-90.

Variable evaluada	Forma de evaluación
1. Número de árbol	Numeración consecutiva, por subparcela.
2. Clase de identidad de fuste.	Se valora si es un árbol vivo, en pie o caído, rebrote y si se trata de un fuste completo, quebrado o solamente un tocón. Además, puede que sea un árbol muerto o simplemente ausente, a partir de la segunda medición.
3. Nombre vernáculo	Nombre con que se conoce localmente a la especie. El desconocido es una opción.

Cuadro 2. Continuación...

Variable evaluada	Forma de evaluación
4. dap	Se mide a 1,3 m del suelo sobre el lado más alto de la pendiente, o a 30 cm sobre el punto más alto de las gambas; se toma con cinta diamétrica y cuando es necesario, se redondea al milímetro anterior más próximo. Para los diámetros no accesibles se empleó una forcípula óptica "Wheeler"
5. Altura	Altura total del árbol en metros
6. Clase de calidad de fuste	Se valora si es comercializable actualmente o en el futuro (dado que tiene al menos 4 m de fuste recto), si es deformado, dañado o podrido.
7. Intensidad de iluminación de la copa	Intensidad de iluminación solar que recibe la copa del árbol (Anexo 5). Este parámetro, en el caso de las especies arbóreas comercialmente deseables, señala la necesidad o no de operaciones de liberación para aumentar la intensidad de la iluminación sobre la copa de tales deseables y así optimizar la tasa de crecimiento de tales árboles.
8. Clase de forma de la copa	Apreciación de la clase de forma que tiene la copa: círculo completo o irregular, pocas ramas, etc. (Anexo 5). Este parámetro es útil al indicar la proporción de los árboles deseables seleccionados que demuestra una capacidad de responder en forma positiva a los resultados de una liberación
9. Clase de lianas	Se evalúa si hay lianas en el fuste y/o la copa. Las anotaciones sobre ayudan en decidir si las intervenciones en el bosque contribuyen al control de la población de lianas, o resultan en una proliferación de las mismas.
10. Observaciones	En las parcelas permanentes, se anota aquí el ingreso (reclutamiento) de árboles jóvenes que han alcanzado el dap de 10 cm desde la medición previa; y los que han muerto (mortalidad) de otros ejemplares.

* Diseñado a partir del formulario 1 del Anexo 4.

Regeneración

En la evaluación de regeneración, las dimensiones de la unidad de evaluación variaron según el tipo de tamaño de la regeneración; la subdivisión típica aparece en el Cuadro 3. Haciendo uso del formulario 2 que aparece en el Anexo 4 se registró especie, abundancia e iluminación de la subparcela. Los conteos se realizaron cada seis meses, con un total de seis entre junio de 1988 y junio de 1991.

Cuadro 3. Subdivisión típica para evaluaciones en una parcela permanente de muestreo, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Total unidades	Lado por lado (m)	Para	De tamaño	A evaluar
25	10 x 10	Fustales	> 9,9 cm dap	Ver formulario No. 1, Anexo 4
10	5 x 5	Latizales	5,0 a 9,9 cm dap	Especie y existencia
10	2 x 2	Brinzales	30 cm alt. a 4,9 cm dap	Especie y existencia
10	1 x 1	Plántulas	2 a 29 cm de altura	Especie y existencia

Producción costos y rendimientos

Esta información se recopiló de la implementación del tratamiento silvícola a escala comercial, por parte de la Cooperativa, entre octubre 1990 y mayo 1991. Se trataron 32 hectáreas, 26 de las cuales constituyeron la muestra donde se llevó control de datos, con apoyo del personal de campo y la sección contable de la Cooperativa. Según el plan de manejo elaborado por Picado y Jiménez (1989), se debía tratar 18 ha/año a partir de 1990; eso implica que de las 36 ha previstas se cubrió el 89%, distribuidas en las dos secciones de bosque como se puede apreciar en los mapas del Anexo 3.

Los costos incluyen insumos materiales, mano de obra y servicios para arrastre y transporte de los productos, que fueron madera en troza para aserrío y leña para consumo industrial.

La tala y preparación de los productos se realizó con motosierra; la recolección de la leña fue manual, hasta estibarla a cargadero; en tanto que el arrastre de trozas se hizo con bueyes. Posteriormente, el transporte de trozas y leña a la industria se hizo en camión. Sólo se cuantificó el producto que salió del bosque.

Para los datos de producción y rendimiento se registró en forma diaria, por parte del personal de campo encargado, la salida de productos, así como el volumen arrastrado por los bueyes.

Evaluación y clasificación de los suelos

El análisis tuvo una etapa previa de muestreo con barreno, a profundidades de 0 a 20 y 20 a 40 cm, para evaluar aspectos físico-químicos; posteriormente, un edafólogo determinó necesario abrir cinco calicatas que fueron básicas en la descripción y clasificación del suelo (Anexo 2). El muestreo con barreno se llevó a cabo al iniciarse el ensayo en 1988 y la descripción de perfiles un año después.

Clasificación y agrupación de las especies

Se trabajó con vaquianos (conocedores) que permitieron identificar las especies con sus nombres vernaculares; posteriormente, se asignaron los nombres técnicos que fueron corroborados con dendrólogos.

La definición de grupos comerciales se basó en las normas preestablecidas por Hutchinson (1987) y Finegan (1988):

- Deseables:
(COMSILV) especies que actualmente pueden comercializarse sin problema en el mercado nacional. En este estudio, llamadas "comercializables a ser favorecidos silviculturalmente" (COMSILV).
- Aceptables:
(COMOTR) especies de precio bajo, con usos relativamente restringidos o muy específicos. Ecológicamente son heliófitas durables de crecimiento rápido, como Mayo, Jacaranda y Guácimo blanco. En este estudio, "otras especies comerciales" (COMOTR).
- Otras especies:
(OTRSP) aquellas sin uso actual o potencial. Para este estudio definidas como "otras especies" (OTRSP).

Muestreo diagnóstico (MD)

El MD brinda información sobre el potencial actual y futuro del recurso y permite diseñar las operaciones pertinentes, sea aprovechamiento, inducción de la regeneración, liberación, etc. Se llevó a cabo con base en el recuadro que aparece en el formulario 1 del Anexo 3. Se registró especie, clase de deseable sobresaliente (DS) (fustal, latizal, brinzal o "nada") y clase de iluminación del DS. Se trabajó a nivel de subparcela de 10 m x 10 m y se empleó la metodología descrita por Hutchinson (1990) (Anexo 6).

Se evaluaron 520 unidades c/u de 0,01 ha, de las cuales 200 fueron de las ppm y las otras 320 de un área en la sección La Sandía, donde se llevó a cabo otro estudio en 1990-91, adicional al actual, para la evaluación de daños por aplicación del tratamiento de mejora en que se basa este estudio. En el mapa del área 1 del Anexo 3 se ubica el sitio.

Definición y aplicación del tratamiento

El procesamiento e interpretación de los datos de inventario ppm y MD, fueron la base para definir las operaciones que conformaron el tratamiento de ordenación del bosque. Se estimó un Incremento Medio Anual (IMA) para dap en función de la edad del bosque. Según su historial, al encontrar árboles con dap hasta 50 cm en 35 años, la tasa de crecimiento fue de 1,5 cm/año. En tanto que una buena porción de los fustales/ha, que estaban entre 30 y 50 cm de dap, tuvieron una tasa de 1,0 cm/año, eso permitió diseñar un primer ciclo de ordenación de 10 años, en función de un tratamiento de mejora para las 180 ha de bosque.

En 1988, el tratamiento se aplicó en las ppm, con participación permanente de los técnicos a cargo y personal de campo asignado por la Cooperativa. Inmediatamente después de aplicado el tratamiento, se evaluaron nuevamente en fustales, las variables de clase de identidad del fuste, iluminación de la copa, forma de copa y daños recientes, para determinar el cambio provocado.

En otro trabajo, que no es parte directa del presente estudio, en el sector La Sandía, dentro de lo que correspondía tratar según el plan de manejo, se trazaron y demarcaron 327 subparcelas de 10 x 10 m, en las que además de un inventario, se realizó un muestreo diagnóstico, el cual se consideró en este trabajo para complementar los datos del MD de las ppm.

Diseño experimental y análisis de la información

Aspectos silviculturales

Antes de proceder con los análisis, los datos de cada conteo y medición fueron sometidos a un proceso de verificación. En el Anexo 7, se presenta un ejemplo de la lógica de verificación empleada. Para la mayoría de los análisis, se empleó el paquete estadístico SAS (Sistema de Análisis Estadístico) en el Centro de Cómputo del CATIE.

Para número de árboles por hectárea, área basal (AB) y número de plantas de la regeneración, se hizo análisis de varianza, tomando como significativas las diferencias al 95%. Para las demás variables, por ser descriptivas y evaluadas por medio de normas codificadas, se realizó un resumen y análisis descriptivo.

Aspectos financieros

El análisis financiero, se aplicó para evaluar dos situaciones: en la primera, se analizó el tratamiento silvicultural realizado en un período continuo de nueve meses, entre octubre de 1990 y marzo de 1991. Este análisis se realizó por cálculo directo de la TIR, VAN y relación B/C, con los datos reales del tratamiento. En la segunda situación, se evaluó el primer ciclo del tratamiento de mejora, con datos proyectados a 10 años, asumiendo precios constantes. Para este análisis financiero se usó el programa para microcomputadoras "Flujo de Caja", versión 3.2. Hay que recalcar que no se trata del análisis de un sistema de manejo, si no más bien un tratamiento puntual.

Para tener un punto de referencia que brindar al pequeño y mediano productor, acerca del potencial y rentabilidad de la aplicación del tratamiento de mejora en bosques como el estudiado, se seleccionó una muestra de cinco fincas representativas de los sistemas de producción agrícola en el área aledaña al bosque. Se analizó el margen bruto que producen ambos sistemas de producción.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 CONDICION INICIAL DEL BOSQUE

La composición y estructura de un bosque son básicos para la definición del tratamiento a aplicar. En el Cuadro 4 se resume los datos de número de árboles y área basal promedios por ha, a partir de 10 cm de dap por tratamiento, en las ppm establecidas en el área La Sandía, en 1988.

Cuadro 4. Condición de número de árboles y AB/ha a partir de 10 cm de dap en 1988, según repetición y tratamiento en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

TRATAM.		Testigos		Tratadas		
Repeti- ción ¹		Arb./ha	AB/ha (m ²)		Arb./ha	AB/ha (m ²)
1	(2)	588	23,93	(1)	428	18,46
2	(4)	544	20,23	(3)	500	24,17
3	(6)	504	20,29	(5)	536	21,28
4	(8)	456	19,11	(7)	504	19,91
Media		523	20,89		492	20,95
CV%		11	10		9	12

¹ Los números entre paréntesis corresponden al número asignado por parcela

Con los datos del Cuadro 4 se realizó un análisis de varianza, para determinar si las parcelas de los tratamientos eran estadísticamente iguales o diferentes. Los resultados confirmaron lo mostrado en el Cuadro; con una confiabilidad de 95%, las diferencias en número de árboles y AB no fueron significativas. Para los datos de regeneración se hizo un análisis similar, subdividiéndola según tamaño y grupo comercial; en este caso tampoco se detectaron diferencias significativas al 95%. En el Anexo 8 se incluye el detalle y resultados de los análisis realizados.

Las ppm constituyen un área de muestreo de dos hectáreas, y a pesar de no detectarse diferencias significativas al 95%, se analizaron los datos de las 11 parcelas de 0,25 ha c/u producto del inventario de 1989, realizado en el área La Laguna, así, para un área total de muestreo de 4,75 ha de 180 ha en total (2,6%). Se obtuvo una media de 538 árboles/ha y 21,66 m²/ha de AB con CV% de 12 y 14, respectivamente, datos comparables con los obtenidos en las ppm (Cuadro 4).

Con la información disponible y los análisis realizados de la condición del bosque al iniciar el estudio, se tiene que las diferencias que se pudieran detectar posterior al tratamiento, serán producto de éste.

Respecto a la identificación dendrológica de las especies, al tratarse de operaciones que se ven afectadas más por los grupos comerciales que por las especies como tal, la identificación en muchos casos se dió hasta nivel de género, como en el caso del grupo Lauraceae, donde se clasificaron como "iras" todas las especies halladas de los géneros Ocotea y Nectandra; asimismo, con el género Virola, en el que se encontró con frecuencia a V. koshnii y V. cebifera, fueron reportados como "fruta dorada" solamente. Así, no se define el número de especies por grupo comercial, pero para tener un punto de referencia, de 52 especies arbóreas 24 fueron COMSILV, 6 COMOTR y las otras 22 de OTRSP.

En términos de número de árboles/ha con dap \geq 10 cm, de 523 en promedio en las ppm, el 46% fue COMSILV, 12% COMOTR y el 42% restante de OTRSP. En el estudio de Manta (1988) en un bosque secundario de 25 años, en Sarapiquí al norte de Costa Rica se encuentran 22 especies comercializables, 8 COMSILV y 14 COMOTR; con diferentes especies en donde hubo divergencias en su agrupación, tal es el caso de Vochysia sp. que Manta clasifica como COMSILV, mientras que en el presente estudio es COMOTR. Sin embargo, las condiciones de ambos bosques difieren marcadamente al analizar la abundancia de las especies. Mientras que en el bosque de Coopemadereros no se encontró abundancia relativa superior a 12% para ninguna "especie", Manta (idem), reporta que el 36% del total de árboles comercializables/ha fueron de Vochysia y Pentaclethra.

Según los criterios de clasificación de las etapas sucesionales en Finegan y Sabogal (1988), el bosque en estudio se encuentra en su tercera etapa de desarrollo sucesional, puesto que hay especies como Pourouma aspera y Dendropanax arboreus, que son heliófitas durables, de crecimiento regular y una cantidad considerable de especies heliófitas durables de crecimiento rápido como: Vochysia ferruginea, Simarouba glauca, Rollinia microcephala y Goethalsia meiantha entre otras. En el Anexo 9 se presenta el listado de las especies encontradas, su grupo ecológico y valor comercial en el mercado local de aserrío; más de tres cuartas partes de las especies comercializables (COMSILV+COMOTR) son heliófitas.

El área basal por hectárea (AB), sirve como indicador del grado de ocupación del sitio y del nivel de competencia bajo el que crecen los árboles.

Para el bosque en estudio se determinó un AB de 20,95 m²/ha, para árboles con dap a partir de 10 cm, lo cual es similar a lo reportado por Manta (1988), de 19,28 m²/ha a partir de 10 cm de dap, en un bosque natural secundario de 25 años, en la zona de Sarapiquí de Costa Rica, Herrera (1990), determinó 22,93 m²/ha con dap mínimo de 10 cm, en bosque secundario de 27 años en Sarapiquí, Costa Rica. Finegan y Sabogal (1988), reportan en otra área similar a la anterior, 29,00 m²/ha a partir de 10 cm. Según los datos de la revisión de literatura, presentados en el Cuadro 1, los valores de AB oscilan entre 20 y 30 m²/ha; por lo que se tiene un bosque bajo estudio que enmarca dentro de lo esperado como normal.

4.2 MUESTREO DIAGNOSTICO (MD)

Los datos del MD, que prestan flexibilidad y ofrecen un punto de partida en la definición del tratamiento (Cuadro 5), corresponden a 520 unidades de 0,01 ha cada una, evaluadas en el área "La Sandía"; 320 provienen del área de estudio de daños realizados en la sección La Sandía en 1990, las otras 200 pertenecen a las ppm establecidas en la misma área en 1988. La ubicación correspondiente aparece en el mapa respectivo dentro del Anexo 3.

Cuadro 5. Resultados del muestreo diagnóstico por tipo de deseable sobresaliente, según su iluminación en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Iluminación del DS*	Tipo de DS			Total	%
	Fustal	Latizal	Brinzal		
1 Sup.y lat. total	19		2	21	4
2 Ilum.sup. total	153	6	5	164	31
3 Ilum.sup. parcial	138	25	7	170	33
4 Princ.luz oblicua	50	35	8	93	18
5 Sin ilum. directa	20	24	28	72	14
Total	380	90	50	520	100
%	73	17	10	100	--

* DS: Deseable Sobresaliente

El 73% del área total estuvo ocupada por árboles, 17% por latizales y 10% por brinzales, no hubo espacios vacíos. Dentro de los fustales hay 41 árboles/ha que pueden mejorar su condición de iluminación de copa, con lo que se elevaría su tasa de crecimiento. En términos generales, la liberación es una operación evidente con la que se podría afectar los fustales seleccionados, de tal forma que puedan crecer más rápido y propiciar cosechas futuras. En el contexto de "fustales seleccionados", una cosecha está compuesta exclusivamente de "especies comercializables".

Si bien no hubo espacios sin DS. Entre latizales y brinzales con iluminación de tipo uno y dos, que abarca un 2,5% del total, es evidente que se trata de un bosque dinámico, ya que la iluminación implica que esas plantas se ubican en un cuadrato (10 x 10 m), expuesto por la caída total o parcial de un árbol que ha muerto o ha sido afectado por el viento.

El bosque promete ser muy productivo y con potencial para responder a una liberación dirigida a los fustales de especies comercializables. Esa operación trae otro beneficio que aunque no se midió en forma directa, se pudo observar a nivel de las plantas de todo tamaño (fustal, latizal y brinzal); se trata de una mejora de la iluminación como efecto casual; fue frecuente esta condición en que latizales y brinzales sobre todo, quedaron en mejor condición de iluminación y por ende para crecer, como producto de la liberación de un árbol "vecino".

4.3 DEFINICION Y APLICACION DEL TRATAMIENTO

El inventario proporcionó datos de volumen actual aprovechable y distribución diamétrica de la población, así como su abundancia. Mientras que el muestreo diagnóstico dejó ver la posibilidad de realizar un aprovechamiento comercial inmediato y la necesidad de liberar los árboles COMSILV. Se diseñó un tratamiento de mejora compuesto de tres operaciones:

1. **Aprovechamiento**, en las parcelas permanentes el diámetro mínimo de corta fue 40 cm; para la aplicación de la operación en el resto del bosque, se fijó en 50 cm, con el fin de reducir el impacto sobre el recurso y asegurar un ciclo de corta reducido. Además, con ello se evitó la posible proliferación de malezas herbáceas y lianas, como respuesta a una apertura severa del dosel en algunos sitios.
2. **Liberación**, una liberación de competencia de copas y cercanía de árboles de menor valor, se aplicó a todo fustal COMSILV que cumpliera con las características prefijadas para un árbol seleccionado, ver punto 2 del Anexo 10.

Como se expone adelante, la iluminación de la copa es una de las tantas variables que afectan el crecimiento de los árboles; una de las pocas que el silvicultor puede manipular con relativa facilidad, para acelerar el crecimiento de los árboles seleccionados.

De los datos del MD se obtuvo que un 55% de los fustales podía mejorar su condición de iluminación de copa.

3. **Saneamiento**, al instalar las parcelas permanentes de muestreo en 1988, se talaron árboles dañados o muertos en pie. Posteriormente, al reconocer la importancia para la fauna local, se decidió conservar esos árboles, a no ser que afectaran directamente a un árbol seleccionado. El estilo de tala direccional empleado, redujo considerablemente el riesgo que para el personal de campo podría significar la conservación de tales árboles (dañados o muertos).

En general, el tratamiento silvícola definido es sencillo y fue implementado por el personal de campo, capacitado durante el proceso de establecimiento de las ppm; implementación en la que el personal técnico especializado pudo reducir considerablemente su participación.

En el Anexo 10 se incluyen las instrucciones y lógica empleada en la aplicación del tratamiento.

4.4 CAMBIOS PROVOCADOS POR EL TRATAMIENTO

Aspectos generales

El tratamiento de mejora, basado en las operaciones de aprovechamiento y liberación; conlleva una serie de implicaciones en variables claves, que cambian en el momento de aplicar el tratamiento. Una evaluación antes e inmediatamente después de realizar las operaciones, permitió dimensionar el cambio provocado por el tratamiento en número de árboles, iluminación de la copa, área basal, entre otras que se detallan seguidamente.

El promedio de árboles/ha, con $dap \geq 10$ cm fue de 523 en las ocho parcelas permanentes, mientras que en las cuatro a las que se aplicó el tratamiento fue de 492. De estos (492) se taló 28 árboles/ha, debido a la operación de aprovechamiento y 48 árboles/ha, por razón de liberación de árboles COMSILV, seleccionados con dap entre 10 y 39 cm; eso dentro de las ppm donde el diámetro mínimo de aprovechamiento fue de 40 cm. Así, de 76 árboles por hectárea talados, el 37% se debió a aprovechamiento y 63%, a liberación de árboles seleccionados como COMSILV. Esto representa una tala del 15% de la población total inicial.

La población de árboles/ha del bosque en estudio, es similar a lo reportado por Manta (1988), 521 árboles/ha, en un bosque secundario de 25 años en el norte del atlántico del país, comparable con el de 30 años que se analiza en Pérez Zeledón.

Los datos del Cuadro 6 dejan ver la distribución diamétrica de los árboles, según los grupos comerciales antes y después de aplicar el tratamiento.

Cuadro 6. Distribución diamétrica de los árboles a partir de 10 cm de dap , según grupo comercial antes y después del tratamiento de mejora en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica, 1988.

ARBOLES/ha ANTES DEL TRATAMIENTO*							
Clase diamétrica (cm)							
Valor comercial	10-19	20-29	30-39	40-49	50+	Total	%
COMSILV	65	36	19	10	9	139	28
COMOTR	43	21	24	5	1	94	19
OTRSP	175	56	23	4	1	259	53
Total	283	113	66	19	11	492	100
%	58	23	13	4	2	100	-

ARBOLES/ha DESPUES DEL TRATAMIENTO
Clase diamétrica (cm)

Valor comercial	10-19	20-29	30-39	40-49	50+	Total	%
COMSILV	63	33	17	2	-	115	28
COMOTR	38	15	21	-	-	74	17
OTRSP	163	48	16	-	-	227	55
Total	264	96	54	2	-	416	100
%	64	23	13	-	-	100	-

* (ver Cuadro No. 4)

Al establecerse una comparación entre los datos del cuadro 6, antes y después del tratamiento, se nota que hubo un ligero aumento en el % de los COMSILV, como se esperaba. Un leve ascenso en el % de los árboles COMOTR, que implica la necesidad de programar otra liberación al final del próximo ciclo de corta. y además, se conserva la biodiversidad.

El 63% de los árboles talados se debió a la liberación de árboles seleccionados COMSILV. En las clases diamétricas de 40 a 49 cm y 50+ cm, se taló respectivamente el 89% y 100% de los árboles que hubo inicialmente; esto es 28 árboles/ha, de los cuales 23 fueron de especies comercializables, el resto, fue de otras especies (OTRSP), vendidas como leña.

Con 40 cm como diámetro mínimo para el aprovechamiento se alteraba sensiblemente la estructura inicial del bosque, por lo que al desidir aumentar el dap mínimo para aprovechamiento, de 40 a 50 cm, con base en los datos de las ppm presentados en el Cuadro 6, se reducirá a 11 árboles/ha en lugar de 30, los que se talarán por aprovechamiento.

En el Cuadro 7 se presentan los valores de AB, distribuida por clase diamétrica según grupo comercial, antes y después de aplicar el tratamiento de mejora.

Cuadro 7. Distribución del AB (m^2/ha) para $dap \geq 10$ cm, por clase diamétrica, según valor comercial de las especies, antes y después de aplicar el tratamiento en 1988, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

VALOR	Clase diamétrica					Total	%
	10-19	20-29	30-39	40-49	50+		
AB ANTES DEL TRATAMIENTO (m^2/ha^{-1})							
COMSILV	1,04	1,64	1,73	1,59	2,32	8,32	40
COMSILV	0,62	0,98	2,10	0,73	0,20	4,63	22
OTRSP	2,46	2,61	2,03	0,63	0,27	8,00	38
TOTAL	4,12	5,23	5,86	2,95	2,79	20,95	100
%	20	25	28	14	13	100	-

AB DESPUES DEL TRATAMIENTO (m^2/ha^{-1})

COMSILV	0,96	1,49	1,43	0,26	-	4,14	33
COMOTR	0,50	0,69	1,45	-	-	2,64	21
OTRSP	2,22	2,15	1,37	-	-	5,74	46
TOTAL	3,68	4,33	4,25	0,26	-	12,52	100
%	29	35	34	2	-	100	-

Respecto a los grupos comerciales, el AB/ha inicial se redujo como efecto del tratamiento, en un 50% dentro de los COMSILV, 43% en los COMOTR y 28% en los OTRSP; para el bosque en general, la reducción fue del 40% del AB inicial/ha. De los cuadros 6 y 7 se obtiene que el aprovechamiento a partir de 40 cm de dap, junto con la liberación de árboles seleccionados para producir cosechas futuras, en la forma aplicada en 1988, redujo el número total de árboles promedio por ha en un 15%, y el área basal total promedio por ha en un 40%. Entre los cambios se observan los siguientes:

Grupo comercial	reducciones (%/ha) en los árboles de 10-39 cm dap	
Número de árboles	área basal	
COMSILV	-6%	-12%
COMOTR	-16%	-29%
OTRSP	-11%	-19%

Lo anterior indica que en el caso bajo estudio, mientras se conserva la composición florística, el peso del tratamiento cae sobre las especies COMOTR de 10-39 cm dap mayormente heliófitas duraderas. Posiblemente es una circunstancia que requiere modificarse en el futuro.

Se extrajeron 8,43 m^2/ha del AB inicial, de ellos 2,95 m^2/ha (35%) se debieron a la tala de árboles con dap entre 10 y 39 cm, como producto de la operación de liberación. Por aprovechamiento, se extrajeron 5,48 m^2/ha (65%) del total extraído. La extracción de árboles con dap arriba de 50 cm, representa 2,79 m^2/ha , de lo cual el 90% es vendido como madera en troza para su aserrió.

La distribución del AB extraída por clase diamétrica, se presenta en el Cuadro 8, donde se nota que la aplicación de las indicaciones incluidas en el Anexo 10, respecto al procedimiento de aplicación del tratamiento, requiere talar árboles COMSILV de menor diámetro o calidad, para mejorar la condición de otros árboles "seleccionados" del mismo grupo comercial.

El AB extraída/ha, sin ser una meta del estudio, se mantuvo en el orden del 40% del AB total, lo que concuerda con lo expuesto por otros autores e investigadores, como deseable en un bosque natural (Dawkins, 1958), para conseguir llevar al bosque a un estado de capacidad de crecer optimamente hasta realizar el próximo ciclo de corta.

Cuadro 8. Distribución porcentual del área basal extraída, por clase diamétrica y grupo comercial de las ppm en 1988, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Valor comerc.	Clase diamétrica (cm)					Total
	10-19	20-29	30-39	40-49	50+	
COMSILV	8	9	17	84	100	50
COMOTR	19	30	31	100	100	43
OTRSP	10	18	33	100	100	28
Total	11	17	27	91	100	40

Los porcentajes más elevados de AB extraída corresponde al grupo de COMOTR, donde se extrajo un tercio de su AB inicial total. Eso se debe a que los árboles de OTRSP de mayores dimensiones, que ocupaban un lugar en el dosel superior, debieron talarse por ser heliófitas de muy rápido crecimiento, como Rollinia microsepala e Inga spp., entre otras, que competían con los COMSILV seleccionados.

Dentro de la población de referencia (10 a 40 cm dap), el aprovechamiento redujo a la mitad el AB inicial de los COMSILV; sin embargo, este grupo, luego del tratamiento quedó ocupando un tercio del AB total/ha y apesar de que OTRSP quedó con un 46% del AB/ha del bosque, los árboles de OTRSP han quedado en condiciones de iluminación relativamente pobre, en la mayoría del área donde no hubo árboles seleccionados liberados. Las tasas de crecimiento han sido favorecidas con el tratamiento en beneficio de los COMSILV.

El bosque secundario de 25 años, descrito por Manta (1988), en Sarapiquí, vertiente atlántica, es similar tanto en número de árboles como en área basal por hectárea (Cuadro 9); eso deja ver que a los 25 años ya se ha alcanzado una estructura y composición duradera, al menos hasta los 35 años como en el caso del bosque bajo estudio.

Cuadro 9. Datos comparativos de la distribución porcentual del número de árboles y AB/ha, para el bosque bajo estudio y los resultados de Manta (1988), para un bosque de 25 años en la zona de Sarapiquí Vertiente Atlántica. En ambos casos, datos a partir de 10 cm de dap.

Bosque Variable	Clase diamétrica (cm)					Prom./ha
	10-19	20-29	30-39	40-49	50+	
Sar 1/ P 2/ árb./ha	60	25	11	3	1	521
	58	23	13	4	2	523 3/

Cuadro 9. Continuación.

Bosque Variable		Clase diamétrica (cm)					Prom./ha
		10-19	20-29	30-39	40-49	50+	
Sar	AB/ha	23	33	25	14	5	19,27
P Z		20	25	28	14	13	20,95

1/ Sar: Sarapiquí

2/ P Z: Pérez Zeledón

3/ promedio de las 8 ppm

Con los datos del Cuadro 9, se nota que el bosque del presente estudio tiene mayor grado de desarrollo y concentración de los árboles y del AB, hacia las clases de diámetro de 30 cm en adelante; lo cual le atribuye un mayor potencial productivo actual.

Iluminación de copa

La iluminación solar que incide directamente sobre la copa de un árbol, es la principal fuente de energía y la que propicia la producción de madera. Así, es una de las pocas variables que el silvicultor puede manipular con cierta flexibilidad y a un costo relativamente bajo (cuadro 2). En el Cuadro 10 se ve la condición de iluminación de copa de los COMSILV antes y después de aplicado el tratamiento de mejora.

Si se acepta la clase de iluminación 3 (iluminación superior parcial), como tolerable para un crecimiento regular, con el tratamiento se logró aumentar en 19% el total de árboles con iluminación hasta esa categoría, con la respectiva implicación en las tasas de crecimiento; se pasó de 59 a 78% de árboles en las primeras tres categorías. En el Cuadro 10 se presentan los detalles para el bosque en general, por grupo comercial y clase de diámetro, para la condición antes y después del tratamiento.

Cuadro 10. Distribución de los árboles por clase de diámetro y grupo comercial, según clase de iluminación de la copa antes y después del tratamiento de 1988, en las ppm del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Antes del tratamiento								
Valor	Ilumin. de Copa	10-19	20-29	30-39	40-49	50 +	Total	%
COMSILV	1	-	-	-	-	4	4	1
	2	2	6	9	9	4	30	6
	3	13	23	10	1	1	48	10
	4	18	4	-	-	-	22	5
	5	32	3	-	-	-	35	7
COMOTR	1	-	-	2	-	-	2	-
	2	-	8	17	5	1	31	6
	3	16	11	5	-	-	32	6
	4	14	2	-	-	-	16	3
	5	13	-	-	-	-	13	3
OTRSP	1	-	-	-	-	-	-	-
	2	9	12	11	4	1	37	8
	3	41	34	11	-	-	86	17
	4	46	6	-	-	-	52	11
	5	80	4	1	-	-	84	17
Total		284	113	66	19	11	492	100
%		58	23	13	4	2	100	-

Después del Tratamiento								
Valor	Ilumin. de Copa	10-19	20-29	30-39	40-49	50 +	Total	%
COMSILV	1	-	1	6	-	-	7	2
	2	9	13	7	2	-	31	8
	3	26	16	3	-	-	45	12
	4	15	1	-	-	-	16	4
	5	8	-	-	-	-	8	2
COMOTR	1	1	4	5	-	-	10	3
	2	8	6	12	-	-	26	7
	3	20	4	-	-	-	24	6
	4	7	-	-	-	-	8	2
	5	1	-	-	-	-	1	-
OTRSP	1	7	3	3	-	-	13	3
	2	18	12	10	-	-	40	10
	3	68	27	3	-	-	98	25
	4	44	3	-	-	-	47	12
	5	17	-	-	-	-	17	4
Total		249	91	49	2	-	391	100
%		64	23	13	-	-	100	-

Se obtiene que en las clases diamétricas de 10 a 39 cm dap (población de interés futuro) se aumentó en 20% el número de árboles COMSILV con buena intensidad de iluminación solar sobre sus copas.

En ese rango de diámetros, los cambios anotados, con las implicaciones en las tasas de crecimiento que eso tiene, fueron:

Clase de iluminación de la copa	% de la población COMSILV 10-39 cm dap		
	antes del trat. (120 árbs pm/ha)	después del trat. (105 árbs pm/ha)	cambio
Superior (1+2)	14%	35%	+ 21%
Superior parcial (3)	38%	43%	+ 5%
Deficiente (4+5)	47%	23%	- 24%

Los datos del Cuadro 10 muestran los resultados de un producto buscado, que fue la liberación de los COMSILV seleccionados. Los "movimientos" que se dieron verticalmente en cada columna de clase diamétrica, significan un cambio en la iluminación de copa de los árboles, nótese por ejemplo el aumento en más de cuatro veces el número de árboles COMSILV, con iluminación de copa 2 al aplicar el tratamiento, o en esa misma columna el aumento de 100% de los árboles COMSILV, con iluminación de copa "superior parcial" (tipo 3). Así, se puede rebuscar en las otras casillas y detectar en detalle el efecto buscado y logrado mediante la operación de liberación.

Todo aquel árbol que ha mejorado su condición de iluminación de copa, está ahora en condición de crecer más rápidamente que como lo hacía antes del tratamiento; en ese sentido, antes del tratamiento hubo 57 árboles del grupo COMSILV en clases de iluminación 4 y 5, donde el crecimiento es de muy pobre a ninguno; en tanto que, luego de la liberación, quedaron solo 24 árboles bajo esa clase de iluminación. Eso significa que un 58% de los árboles superaron esa condición.

Lo anterior era el producto buscado con el tratamiento; sin embargo, es importante detectar el efecto casual en los demás grupos de especies que se han identificado en el bosque. Los datos del Cuadro 10 muestran en la columna de totales, que los COMOTR han pasado a ocupar de 12% a un 16% en las primeras tres clases de iluminación de copa, o bien, se redujo de 6% a 2% los árboles COMOTR, los que recibían iluminación de tipo 4 y 5. Por otro lado, los OTRSP se vieron favorecidos en forma casual, evidente en cada una de las columnas de diámetros entre 10 y 39 cm, donde el porcentaje de árboles con iluminación de copa hasta clase 3, ha pasado de 25% a 38%.

Forma de copa

La forma de la copa del árbol es un indicador de la capacidad de respuesta a la liberación, los árboles con copas muy deterioradas tomarán varios años en restablecerla (o no lo harán), para responder al tratamiento con una tasa mayor de crecimiento; aspecto que el silvicultor busca propiciar con la liberación.

En el Cuadro 11 se incluye la condición de copa, según tratamiento y grupo comercial antes de aplicar el tratamiento.

Cuadro 11. Número de árboles/ha con $dap \geq 10$ cm, según su forma de copa antes del tratamiento, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Tratamiento valor	FORMA DE COPA ANTES DEL TRATAMIENTO EN 1988 ¹							Total	%
	1	2	3	4	5	6	7		
A TRATAR COMSILV	7	80	29	7	12	3	1	139	28
COMOTR	8	62	14	6	3	1	-	94	19
OTRSP	14	140	61	13	26	4	1	259	53
Subtotal	29	282	104	26	41	8	2	492	100
%	6	57	21	6	8	2	-	100	-

- ¹
- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 - Círculo completo | 5 - Pocas ramas |
| 2 - Círculo irregular | 6 - Principalmente rebrotes |
| 3 - Medio círculo | 7 - Sin copa |
| 4 - Menos que medio círculo | |

Esos datos (Cuadro 11), confirman que una tala bien dirigida, no daña a las copas de los árboles remanentes. Los porcentajes de árboles por tipo de copa se mantuvieron sin cambio luego del tratamiento.

Así, la forma de la copa es un parámetro que, previo al tratamiento, le sirve al silvicultor para dimensionar la capacidad de respuesta del bosque remanente en los grupos comerciales de mayor interés. Se ve que un 16% de la población de COMSILV no está en condición de responder en forma positiva a una liberación.

Lianas

Las lianas, como especies heliófitas que son, ocupan un lugar importante en la toma de decisiones; un bosque con cantidades abundantes de lianas leñosas, indica un bosque poco desarrollado o que es objeto de perturbaciones considerables, que producen aperturas y al exponer el piso del bosque, propician el desarrollo de lianas. En un bosque con muchas lianas, habrá que sopesar la conveniencia de diseñar operaciones específicas para el control de las mismas y no exponer mucho el sotobosque para no fomentar la proliferación de lianas. En la tala direccional de los árboles, las lianas juegan un papel importante, a tal punto de que puede que su eliminación sea una actividad previa a aquella operación. La evaluación de lianas se hizo con el propósito de valorar a corto plazo el efecto del tratamiento sobre la población de las mismas.

El bosque no presentó problemas de lianas, antes del tratamiento el 90% de los árboles estuvo libres de ellas; un 9% las tuvo sueltas en el tronco y en ocasiones llegaban hasta la copa, donde tampoco representaban problemas por su poco desarrollo. Bajo esas condiciones, no fue necesario implementar ninguna operación tendiente al control de lianas, sin embargo, además de anillar, como parte integral del tratamiento, se cortaron las lianas en los árboles seleccionados.

Los datos registrados permitirán llevar un registro del comportamiento de las lianas, en función del tratamiento que se aplicó al bosque. Una proliferación masiva demandará atención sobre el aprovechamiento y la liberación que se realiza, pues son el "obturador" que controla la entrada de luz hasta el piso del bosque y con ella, la aparición o no de especies de diverso temperamento ecológico, ya sean herbáceas, arbustivas o arbóreas.

4.5 RESPUESTA AL TRATAMIENTO

Reclutamiento y mortalidad

La dinámica que muestren los latizales puede tomarse como punto de referencia para valorar el efecto del tratamiento sobre la población que formará las cosechas futuras; en ese sentido, aunque el período de observación es muy reducido, puede notarse en las figuras 3 y 4 la distribución de los árboles por clase diamétrica, según las mediciones para parcelas Testigo y Tratados, respectivamente. Allí se aprecia la mortalidad marcada en las parcelas Testigo, hasta los 30 cm de dap en las especies COMOTR, que son las que definen el balance negativo.

Un rasgo que vale destacar es la reacción de los latizales (5 a 9 cm), cuyo dato se incorporó en ambas figuras. En las parcelas testigo, la tendencia general de mortalidad se mantuvo, mientras que en las parcelas tratadas, no sólo se mantuvo la ventaja numérica de los árboles reclutados sobre la mortalidad, sino que la tendencia muestra un incremento considerable. Los detalles sobre distribución de latizales por grupo comercial, se presentan en la sección sobre regeneración; lo que sí es claro es la respuesta favorable del bosque al tratamiento, sobretodo en los niveles de 5 a 19 cm de dap; por lo demás, existen especies de los grupos COMOTR y OTRSP que sin importar las perturbaciones que provoque el tratamiento, mantienen su tendencia a morir luego de haber alcanzado determinado crecimiento y desempeñado el rol ecológico que les corresponde dentro del bosque, según se observa en las figuras 3 y 4.

El tratamiento fue diseñado para favorecer a los COMSILV, que estaban definiendo su posición en el dosel intermedio y superior, los cuales, ante un cambio favorable de iluminación, mejorarán su tasa de crecimiento y con ello una mayor y más pronta cosecha de especies comercializables.

En las parcelas sin tratamiento, los árboles de OTRSP, entre 10 y 29 cm de dap, fueron los que presentaron la mayor mortalidad (78% del total/ha); en 2,5 años de evaluación. En esa misma clase diamétrica, en donde se aplicó el

tratamiento de mejora, la mortalidad fue menor, con una diferencia de +5 árboles/ha. Sin embargo, OTRSP fue el grupo QUE mostró la mayor mortalidad en parcelas tratadas, en árboles de 20 a 39 cm. Tal mortalidad se atribuye a la dinámica natural de tal grupo comercial, donde la mayoría de especies son de vida relativamente corta.

El "reclutamiento neto" de cualquiera de los grupos comerciales, se aprecia en la clase diamétrica de 10 a 19 cmm, allí prácticamente no hubo diferencia entre tratamiento y testigo para los grupos COMSILV y COMOTR; el cambio más notable ocurre con los OTRSP, en donde los ingresos superaron a la mortalidad en 13 árboles en las parcelas tratadas, en tanto que en las Testigo, las mortalidad superó al reclutamiento en 26 árboles/ha. Eso es una apreciación muy general, puesto que algunos árboles debieron haber pasado hacia la clase diamétrica inmediata superior.

Con el tratamiento se cosecha el margen entre las curvas de la medición inicial y la de 2,5 años después, presentada en la Figura 3 para las parcelas Testigo; allí, sin tratamiento, se ha dejado sin realizar ese potencial productivo. Con el tratamiento, según se aprecia en la Figura 4, se provocó un cambio muy similar al que sin tratamiento se vio en la Figura 3; nótese que en la Figura 4, la tendencia de las curvas de la medición inicial y las de "luego del tratamiento" es similar a la de las parcelas Testigo. Las implicaciones de esto último son que el tratamiento que se aplicó se enmarca dentro de lo que ocurre en forma natural, según la dinámica propia del bosque; con la diferencia de haber obtenido una cosecha importante para el dueño del bosque y la economía local; o sea que el bosque ha pasado a ser productivo.

En última instancia, en el período tan corto de evaluación, los cambios debidos al tratamiento no son muy evidentes ni se reflejan tanto en el crecimiento de los árboles; sino que los impulsos y las corrientes que muestran los latizales y los brinzales son los que toman relevancia y se convierten en los parámetros que el silvicultor tendrá que sopesar para retroalimentarse en la toma de desiciones para el manejo y producción sostenible del bosque.

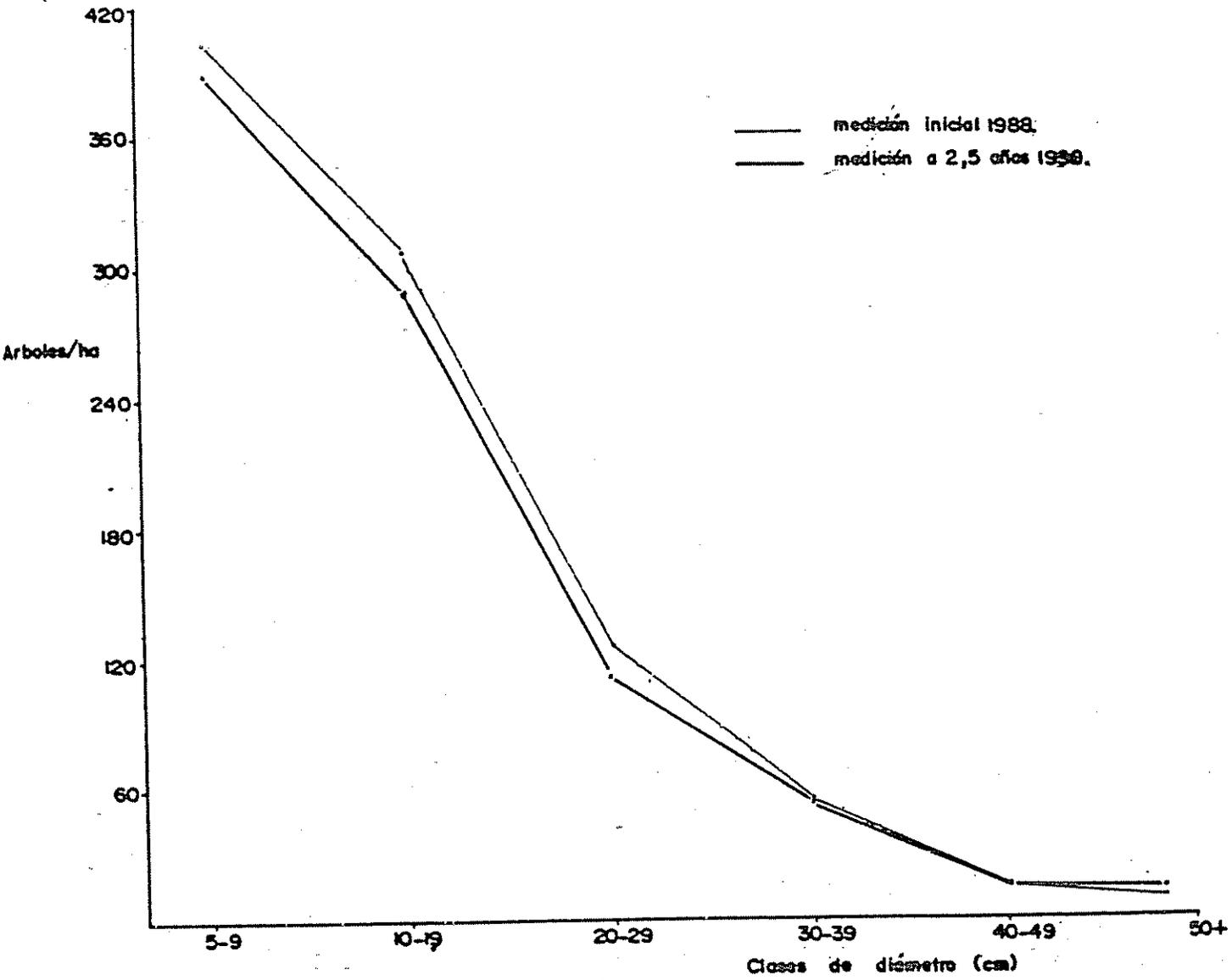


Figura 3. Distribución diamétrica de los árboles a partir de 5 cm de dap, según medición en las ppm Testigo del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

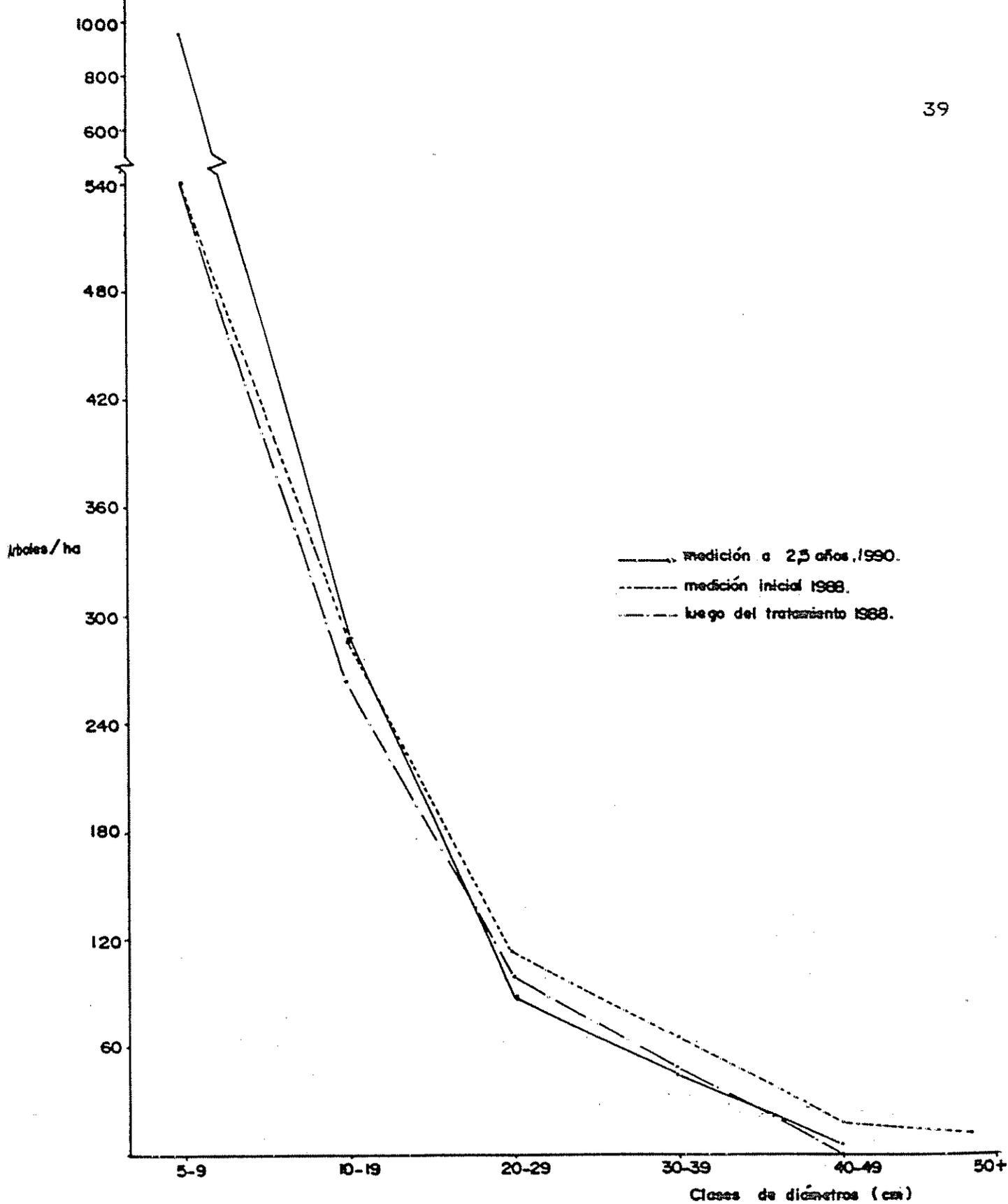


Figura 4.

Distribución diamétrica de los árboles a partir de 5 cm de dap, según medición en las ppm Tratadas en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

La diferencia más notable en las Figuras 3 y 4 estriba en la sección de 40 y más cm de dap, allí el bosque no ha superado el efecto del tratamiento; sin embargo, la tendencia hacia la recuperación es clara en la curva de la Figura 4 a 2,5 años luego del tratamiento. El período de evaluación es tan corto que las indicaciones obtenidas superan lo esperado. Aparentemente el bosque responde de la forma esperada y con unos años más de observación y seguimiento, se podrá responder muchas interrogantes que actualmente aquejan a los lectores e investigadores.

Regeneración

Consideraciones generales

La regeneración es la médula en la obtención de una producción sostenible, de ella dependerá la composición y abundancia de especies comercializables en el mercado. La regularidad y constancia serán dos aspectos a conseguir en cada uno de los grupos comerciales, según el tamaño de regeneración que se analiza.

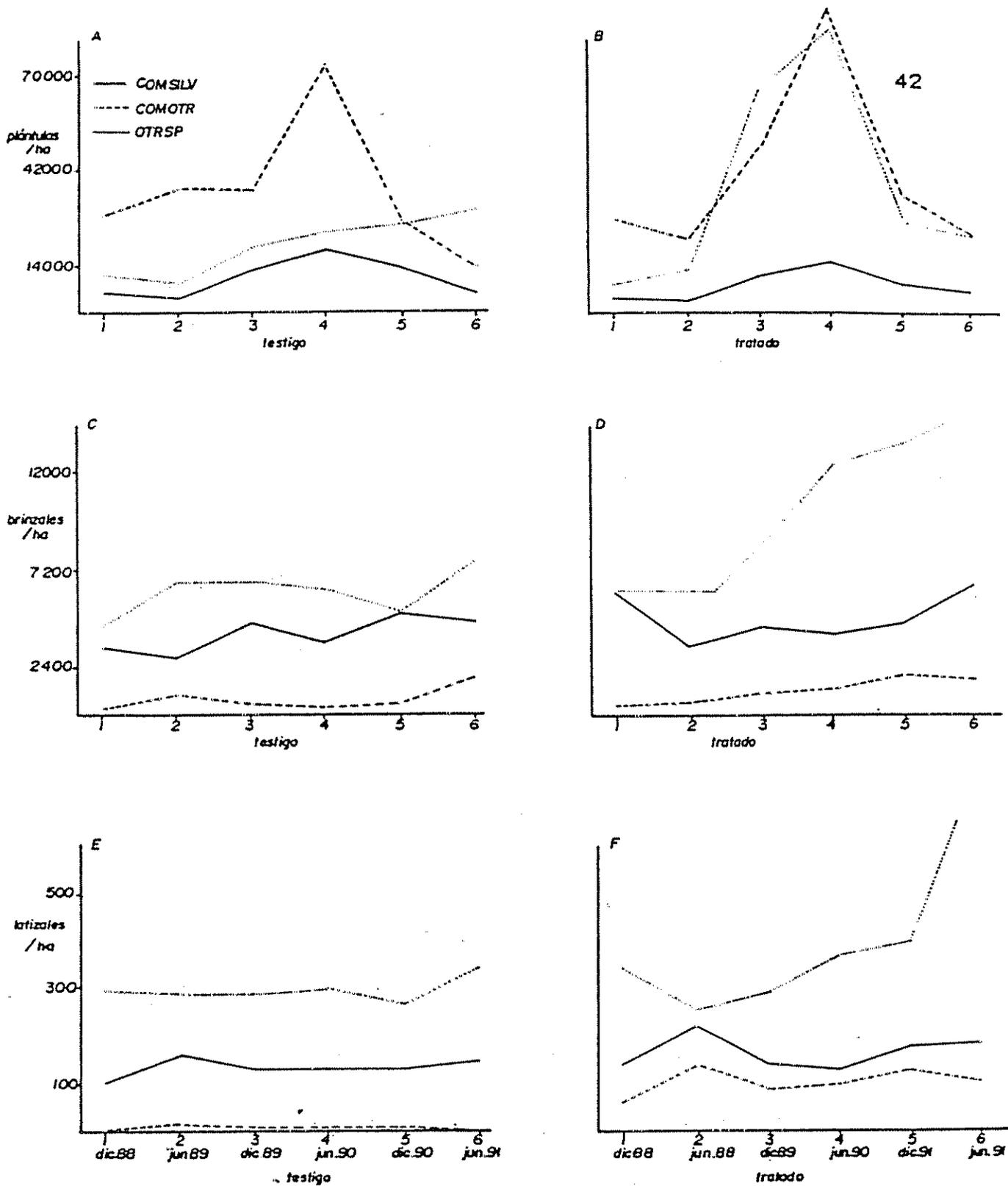
En el presente estudio se considera que la regeneración, sobretudo en los tipos más pequeños de brinzal y plántula, representa una especie de "oleaje" que dentro de su variabilidad, aporta indicaciones útiles acerca de la respuesta del bosque al tratamiento aplicado. En las cosechas de los próximos 20 a 50 años se reflejará el efecto de las operaciones que hoy día se aplican. El efecto de la regeneración, que a nivel del suelo favorece la apertura del dosel, servirá para regular tales aperturas conforme se avanza en el manejo del bosque.

En una primera aproximación, se presentan en el Cuadro 12, los valores totales por tipo de regeneración (plántula, brinzal y latizal), para cada una de las mediciones (la primera a mediados de 1988 y la última en junio de 1991, en intervalos de seis meses); estableciéndose además la subdivisión por grupo comercial.

Cuadro 12. Distribución de la regeneración por medición según su tipo, valor comercial y tratamiento, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Trat.	Valor Comercial	Tipo de planta	Medición número					
			1 (Ago 88)	2 (Jun 89)	3 (Dic 89)	4 (Jun 90)	5 (Dic 90)	6 (Jun 91)
Testigo	COMSILV	plántulas	5334	4000	12500	18750	13000	5999
		brinzales	3334	2900	4562	3688	5125	4666
		latizales	107	160	130	130	130	147
	COMOTR	plántulas	28001	36000	35750	73250	27250	13667
		brinzales	334	1000	563	375	626	2000
		latizales	-	116	10	10	10	-
	OTRSP	plántulas	10667	8800	19250	23500	26000	30333
		brinzales	4501	6600	6625	6251	5188	7833
		latizales	294	288	290	300	270	341
Tratado	COMSILV	plántulas	4000	3000	10000	14500	8500	5999
		brinzales	6000	3375	4313	4000	4563	6501
		latizales	140	220	140	130	180	187
	COMOTR	plántulas	27500	21500	48250	91000	35000	24000
		brinzales	500	625	1000	1313	32000	1833
		latizales	60	140	90	100	130	106
	OTRSP	plántulas	8500	12500	67000	84250	27000	37666
		brinzales	6375	6125	8375	12438	13500	14000
		latizales	340	260	290	370	400	652

Siguiendo con plántulas, se obtuvo mayor cantidad de ellas dentro de COMOTR en las mediciones 1 y 2 de las parcelas Testigo. Superioridad que se mantuvo en la primera evaluación de plántulas OTRSP de los testigos. Puede que haya más de una explicación para ese resultado; por ahora, valga señalar que el impacto que causó el tratamiento, se reflejó en ese pequeño impacto (shock) detectado a nivel de plántulas y que le tomó al bosque 12 meses aproximadamente para superarlo, en la Figura 5 (B), se nota claramente ese efecto hasta la medición 2 en las parcelas tratadas.



M E D I C I O N

Figura 5. Distribución de la regeneración por medición y tamaño, según tratamiento y grupo comercial en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

El sentido ecológico de ese "choque" se explica en función de la aparición de vegetación herbácea como cañuela (Olyra spp.), barba de tigre (Achyranthes spp.), beso de novia (Cephaelis spp.) entre otras especies arbóreas heliófitas efímeras, de crecimiento muy rápido como Croton kilipianos (targuá) y Cordia bicolor (muñeco), entre algunos otros que invadieron rápidamente los sitios abiertos por el tratamiento. Allí sería difícil la regeneración de especies de mayor valor comercial, típicas de etapas sucesionales más avanzadas, sólo hasta que se superó la fase de "charral", germinaron y se mantuvieron las especies COMOTR y COMSILV.

A nivel de brinzales (30 cm de altura hasta 4,9 cm de dap), la situación es diferente a lo apuntado para plántulas; se trata de regeneración que estaba al momento de aplicar un tratamiento, donde se propició aperturas que aumentaron considerablemente la disponibilidad de luz y cambiaron notablemente las condiciones microambientales, lo cual aprovecharon los brinzales, que dentro de los COMSILV eran de especies heliófitas durables de crecimiento regular y heliófitas durables de crecimiento rápido, para ofrecer la superioridad numérica que se nota durante las primeras dos (casi hasta la tercera) mediciones (Cuadro 12). Luego de los 12 a 18 meses del tratamiento, parece que la vegetación herbácea y especies pioneras "ahogaron" el "despertar" de los brinzales latentes; de tal forma, que en las parcelas tratadas se reduce el número de brinzales, mientras que en las parcelas Testigo, donde las condiciones no han variado, la población es relativamente constante (Figura 5, C y D).

En los latizales, sin importar su valor comercial, el efecto del tratamiento fue más evidente y constante, através de las seis evaluaciones; los latizales (5,0 a 9,9 cm de dap) aprovecharon más eficientemente la variación microambiental en beneficio de su sobrevivencia y crecimiento. Nótese la constancia relativa de los latizales en las parcelas sin tratamiento, mientras que en las parcelas tratadas se nota una relativa variabilidad; además, apartir de la cuarta medición (2 años) hay una tendencia a aumentar el número de latizales de todos los valores comerciales, resultado del crecimiento de los brinzales, pero más marcado en el grupo OTRSP.

Efecto de la iluminación

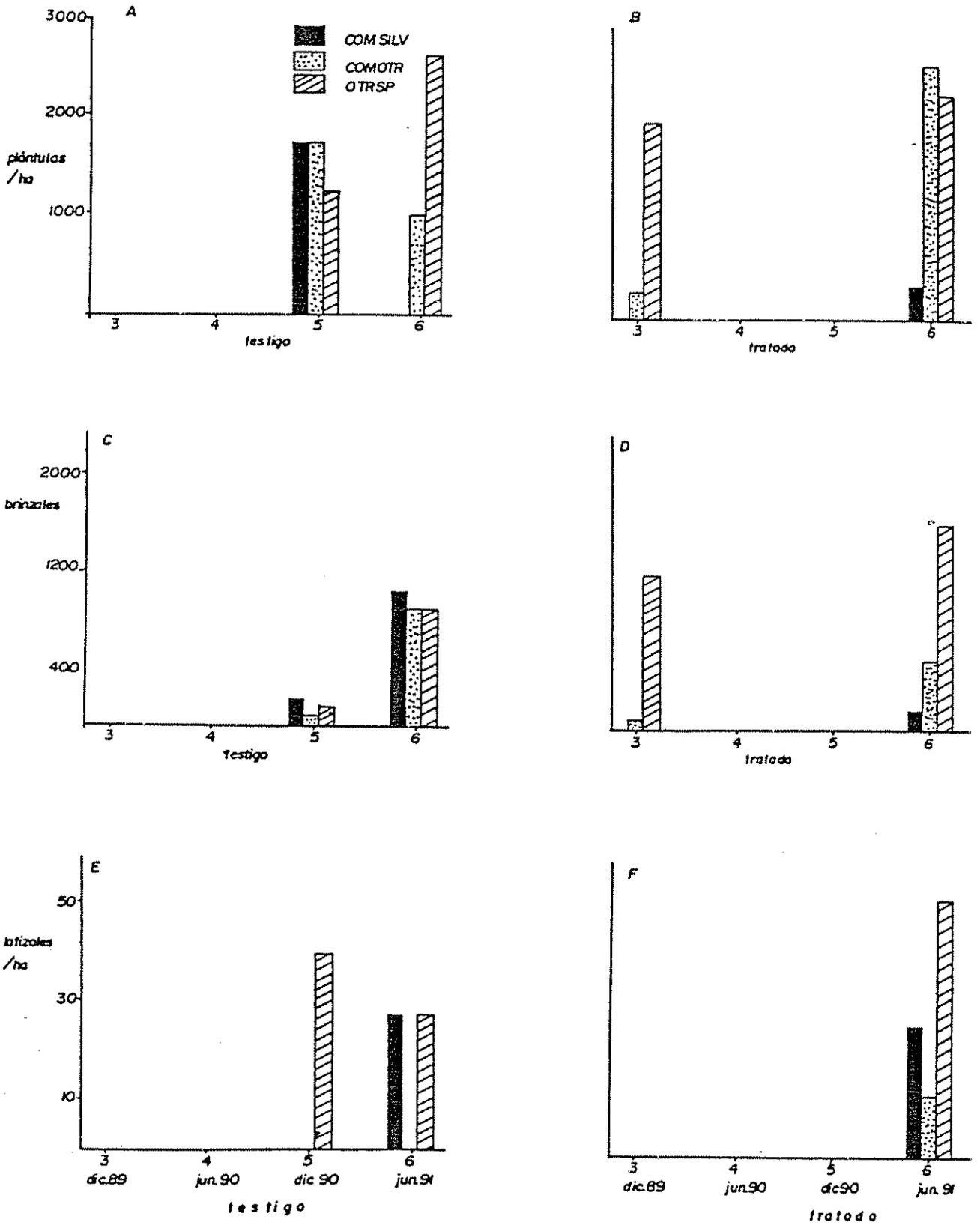
Como se sugirió al comentar los datos del Cuadro 12, la iluminación es la clave ("llave") que regula la reacción de la regeneración. En el nivel de plántulas, que abarca desde la germinación y hasta que la plántula alcanza 30 cm de altura, es donde se presenta más marcado el "oleaje" sugerido con antelación, sobre todo en el grupo OTRSP, lo que debe ser objeto de seguimiento en la evaluación, para estar atento a cualquier necesidad de controlar la intensidad de las aperturas del dosel. Algunas plántulas alcanzaron el nivel de brinzal en una "ola" menos pronunciada y detectable, en un período de evaluación mayor que el de las plántulas. El tercer nivel, el de latizal, es el último en afectarse por la "ola"; a ese nivel, llegan los brinzales que han recibido el "empuje" que inició en el nivel más pequeño (la plántula).

Ese sentido figurado de "oleaje" ha sido presentado desde la perspectiva de que el proceso se inicie con la plántula; sin embargo, al aplicar el tratamiento ya existían en el bosque plántulas, brinzales y latizales que pudieron responder en diferente grado al cambio provocado. Los datos de

número de plántulas, brinzales y latizales por iluminación de la parcela, según valor comercial y medición, se presentan en el Anexo 11, separado por plántulas, brinzales y latizales. Si la iluminación es la variable que más evidentemente se afecta con el tratamiento y a la que la regeneración, como población más sensible, responde en plazo relativamente corto, debe detectarse la evidencia en los datos de los cuadros respectivos en el Anexo 11. Lamentablemente, al iniciar el estudio no se incluyó la iluminación como variable en los primeros dos conteos de regeneración, así los datos se presentan a partir de la medición 3 hasta la 6.

En cuanto a plántulas, tanto en las parcelas Testigo como en las Tratadas, es escasa la regeneración bajo la clase de iluminación vertical total (2). En ambos tratamientos, esa condición de iluminación implica que a nivel del dosel superior, debe haber una apertura de tamaño considerable, provocada por la caída de parte o todo un árbol, en el caso de las parcelas Testigo, o por la aplicación del tratamiento en las parcelas Tratadas. Allí, donde la luz solar incide directamente sobre el suelo, el crecimiento de vegetación herbácea es denso y rápido, con lo que se inhibe la aparición de las especies arbóreas; esa condición fue clara en las mediciones 3 y 4 (Figura 6).

Respecto a las plántulas, debe considerarse su variabilidad e inconstancia; lo que la hace una población poco confiable como para justificar decisiones que afecten al bosque en general. Así, son un parámetro que hay que observar y analizar con gran recelo y con la claridad de que es aventurado elaborar conjeturas en base a su comportamiento, al menos en tres años de evaluación, que fue el tiempo de que se dispuso en el presente estudio.



MEDICION

Figura 6.

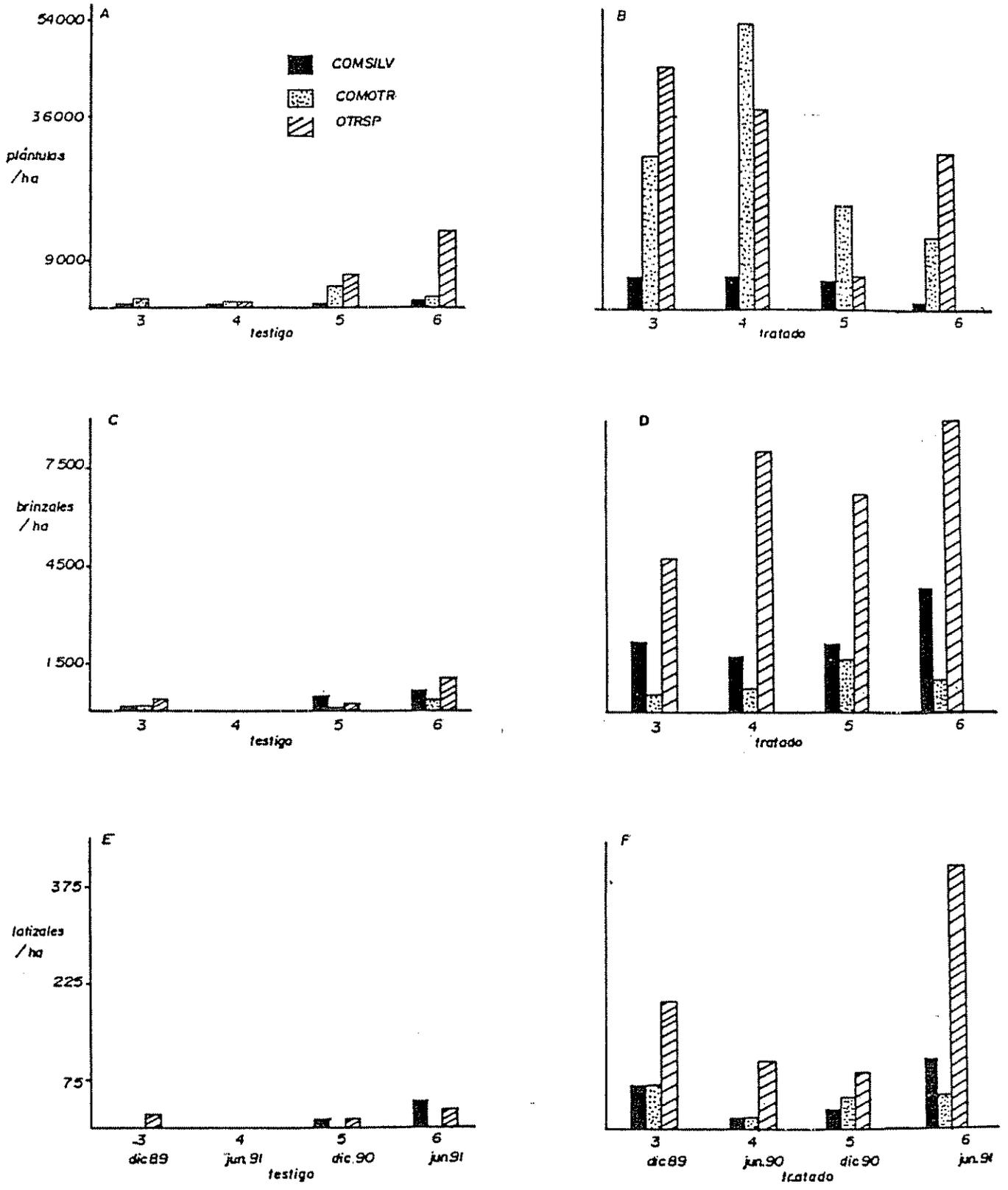
Distribución de la regeneración por medición y tamaño, según grupo comercial en la condición de "iluminación vertical total" (2), en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Una excepción a lo apuntado se presentó, como aparece en la Figura 6 (B y D), con los grupos COMOTR y OTRSP, que bajo iluminación vertical total, aparecieron plántulas y brinzales que durante la cuarta y quinta medición desaparecen, como producto de la competencia de vegetación herbácea.

Por otro lado, el bosque reacciona de diferente forma ante la formación de un claro "suave", originado por la caída de una rama o la muerte progresiva de un árbol en pie, comparado con un cambio brusco e inmediato que causa la tala de uno o más árboles; o bien, el efecto de una tormenta como fue el caso de las parcelas 1 y 2, que fueron severamente dañadas en marzo de 1990 por vientos huracanados. La formación de claros "suaves" es lo más común dentro de las parcelas Testigo, en tanto que el segundo caso fue lo que se dio en las parcelas que recibieron el tratamiento de mejora. A partir de la quinta evaluación, en las parcelas Testigo se encontraron plántulas, brinzales y latizales bajo la condición de iluminación 2, mientras que en las parcelas Tratadas, los mismos aparecen hasta en la medición 6. Como se puede ver en la Figura 6, hubo mayor agresividad en las parcelas tratadas dentro del grupo OTRSP, en los niveles de brinzal y latizal (Figura 6, D y F).

Bajo la condición de iluminación vertical parcial (3), como se presenta en la Figura 7, hubo diferencias notables respecto a la Figura 6, en casi todas las evaluaciones y niveles de regeneración, hubo plantas en ambos tratamientos. Por otro lado, llama la atención la clara divergencia entre tratamientos respecto a la abundancia y regularidad de la regeneración, la superioridad se dio en forma marcada dentro de las parcelas Tratadas. Antes de enfocar detalles dentro de los tratamientos, para ampliar lo expuesto sobre el origen de las aperturas del dosel, hay que reconocer que el proceso de formación de un claro en el bosque sin tratar, es menos "intenso" y de menor impacto a nivel del sotobosque, que lo que ocurre en las áreas tratadas, donde el proceso de cambio se da en menos tiempo y es intenso, a tal grado, que parte de la regeneración que existía se destruye por la tala de árboles y/o extracción de los productos.

La reacción del bosque fue proporcional a la severidad e intensidad del disturbio, mientras que en la Figura 6 se vio cómo la intensidad del cambio propició la aparición de una población herbácea, que dominó hasta la quinta evaluación (2,5 años), sin mayor diferencia entre el bosque tratado y sin tratar bajo clase de iluminación 2, en la Figura 7, bajo intensidad de disturbio ligera, la aparición de herbáceas está controlada por la sombra parcial sobre el sitio, donde las especies arbóreas de crecimiento rápido y regular, encontraron el ambiente propicio para regenerarse y crecer



M E D I C I O N

Figura 7. Distribución de la regeneración por medición y tamaño, según grupo comercial en la condición de "iluminación vertical parcial" (3), en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

El efecto fue menos evidente en el nivel de latizales (Figura 7, F), aunque con diferencia marcada entre tratamientos; fue más abundante y constante en el bosque tratado. Allí, la apertura parcial del dosel favoreció el crecimiento de los latizales que ya existían, en mayor grado, en las parcelas Tratadas que en las Testigo, donde la iluminación difusa o lateral indirecta, alrededor de las parcelas de evaluación, fue menos acentuada que en las parcelas Tratadas.

Las condiciones de iluminación oblicua (4), fueron en general, más propicias para el crecimiento y constancia de todos los niveles de regeneración en las parcelas Tratadas respecto de las Testigo (Figura 8).

Con iluminación principalmente lateral, la población de plántulas COMSILV resultó relativamente más estable, entre mediciones en el bosque sin tratar, mientras que en el área tratada, no se aprecia una tendencia definida; la abundancia no representó un problema en ninguno de los tratamientos. Las plántulas constituyen una población que además de "responder" más rápido a los disturbios en iluminación, es la más variable. Al observar nuevamente la Figura 5 (A y B), se nota este efecto, con algunos años más de evaluación se podrá encontrar patrones de comportamiento más definidos.

Los grupos COMOTR y OTRSP, que abarcan las especies heliófitas y de crecimiento rápido, "respondieron" al tratamiento con abundancia de plántulas, que perduraron hasta la medición 4 (2 años), a partir de la cual se aprecia un ligero incremento en los brinzales y latizales OTRSP (Figura 8, B, D y F); evidentemente se trata de reclutamiento desde los niveles inferiores (de plántula a brinzal y de estos a latizal) a los de mayor tamaño. Es notoria la mortalidad natural de plántulas COMOTR en las parcelas Tratadas, mientras que a nivel de brinzal y latizal, la población es relativamente más estable.

En las parcelas Testigo, bajo iluminación 4, las plántulas COMOTR mostraron un ligero incremento desde la medición 3 a la 6 (18 meses); en tanto que ese mismo grupo estuvo casi ausente al inicio en los brinzales, pero presentó un incremento constante a partir de la cuarta y hasta la sexta medición. Mientras que, como latizal, el grupo de COMOTR desapareció totalmente en las parcelas Tratadas (Figura 8, E); con lo cual se nota que las especies que componen el grupo COMOTR, son heliófitas que no soportan la sombra más allá del tamaño de brinzal, a no ser que se abra el dosel para mejorar la iluminación del estrato inferior^{1/}, en donde sí pueden crecer y alcanzar el tamaño de latizal, como se observa en la Figura 8 (C, D, E y F).

1/ Lo que en el presente estudio ocurre como efecto casual, ya que no es un objetivo propiamente dicho del tratamiento que se aplica.

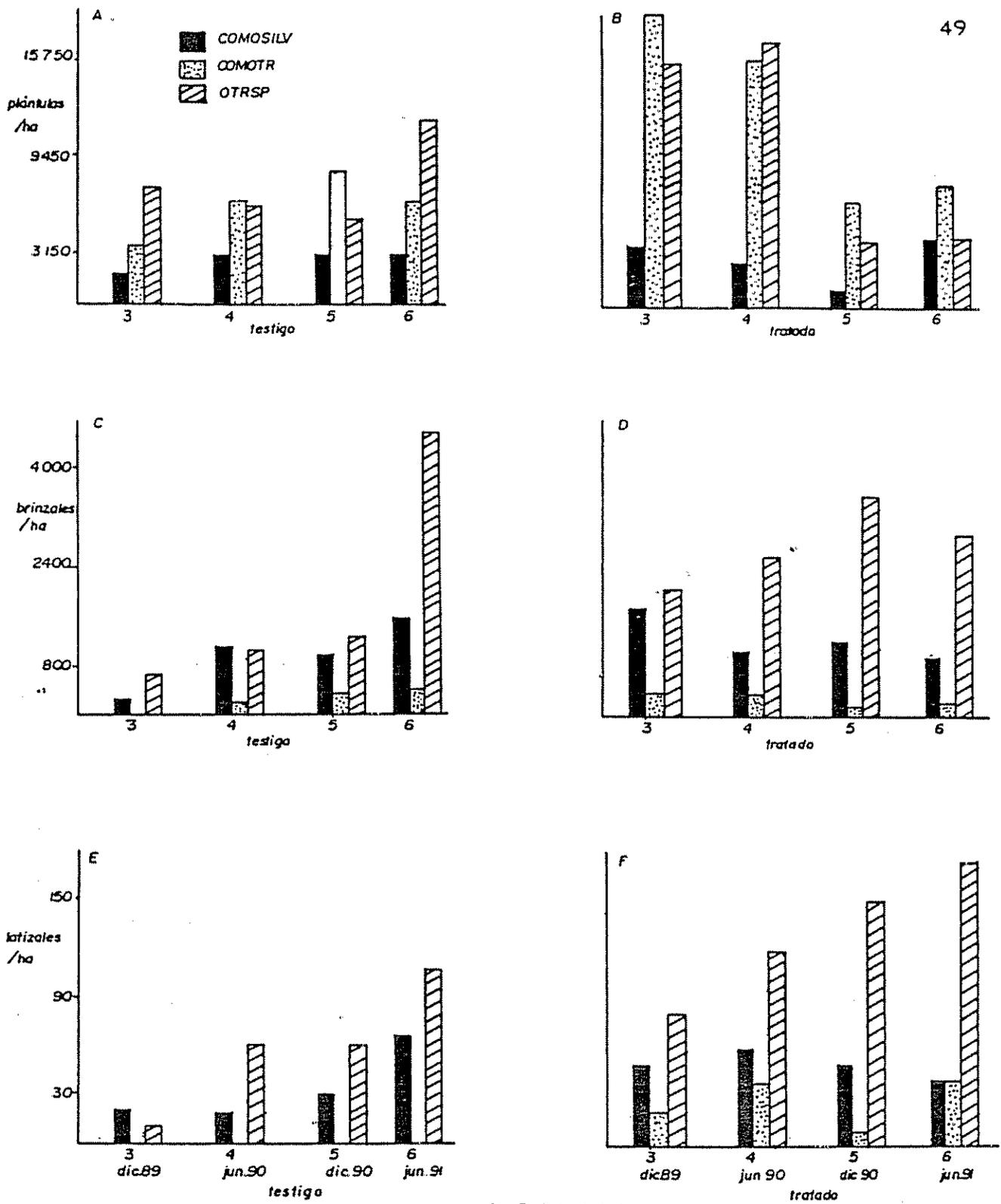


Figura 8.

Distribución de la regeneración por medición y tamaño, según grupo comercial en la condición de "iluminación principalmente lateral" (4), en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Las especies del grupo OTRSP, responden mejor a la sombra luego que han superado el nivel de brinzal. A nivel de plántula, hubo una respuesta masiva al tratamiento que se desvaneció luego de la cuarta medición (Figura 9, B), o bien, hubo un rápido reclutamiento desde el nivel de brinzales, que mostró una tendencia bien definida a incrementar, tanto donde se aplicó el tratamiento de mejora, como en el área Testigo.

Los latizales, bajo esta condición de iluminación (4) (principalmente oblicua), mostraron una tendencia clara a incrementar en abundancia en ambos tratamientos. Los latizales OTRSP fueron la población más constante, con tendencia más definida en ambos tratamientos. Sabiendo que este grupo está representado en un alto porcentaje por Melastomatacea; es predecible que el bosque tienda a adquirir una estructura en donde sobresaldrá un estrato bajo a medio, compuesto por "lengua de vaca" y "canilla de mula" (Melastomatacea) y otro alto, donde predominan las especies de mayor crecimiento en tamaño y de valor comercial en el mercado actual. Las especies del grupo OTRSP que aparecen en la iluminación 4, más que heliófitas, se asemejan a esciófitas parciales.

Por último, respecto al análisis de regeneración según la condición de "sin iluminación directa" (5), de las unidades de evaluación, a pesar de no presentarse un patrón de respuesta muy claro en ninguno de los tratamientos, ni en tamaños (Figura 9), hay que destacar la abundancia de plántulas, brinzales y latizales en las mediciones 3 a 5 dentro de las parcelas sin tratamiento. Las especies COMSILV y OTRSP mostraron tendencia a reducir su abundancia en todos los tamaños (plántulas, brinzal y latizal), mientras que en las parcelas que fueron tratadas, no se detectó un patrón claro dentro de grupos comerciales, ni tamaño de regeneración; más que eso, la regeneración bajo este nivel de iluminación resultó relativamente "escasa" en la mayoría de las mediciones, excepto en las del año 90 (mediciones 4 y 5) (Figura 9, B, D y F).

En general, al recapitular lo presentado para el análisis de la regeneración, como población que reacciona en corto plazo a los cambios de iluminación, cabe destacar que el nivel de plántulas es el más sensible y a la vez variable en ambos tratamientos, pero con mayor énfasis donde se aplicó el tratamiento. Los brinzales, como se apreció en la Figura 5, constituyen una población relativamente estable, con diferencias claras entre grupos de valor en las parcelas de ambos tratamientos, pero que en las parcelas Tratadas, los OTRSP mostraron una tendencia a aumentar su abundancia. Las diferencias no llegaron a ser significativas estadísticamente al 95%.

Mientras que los latizales, que constituyen la población menos variable, mostraron un incremento considerable a partir de la cuarta medición, en las parcelas que fueron objeto de tratamiento, con diferencias estadísticamente significativas al 95%. Se atribuyó ese reclutamiento en latizales, al crecimiento de brinzales que propició el cambio de iluminación por la aplicación del tratamiento.

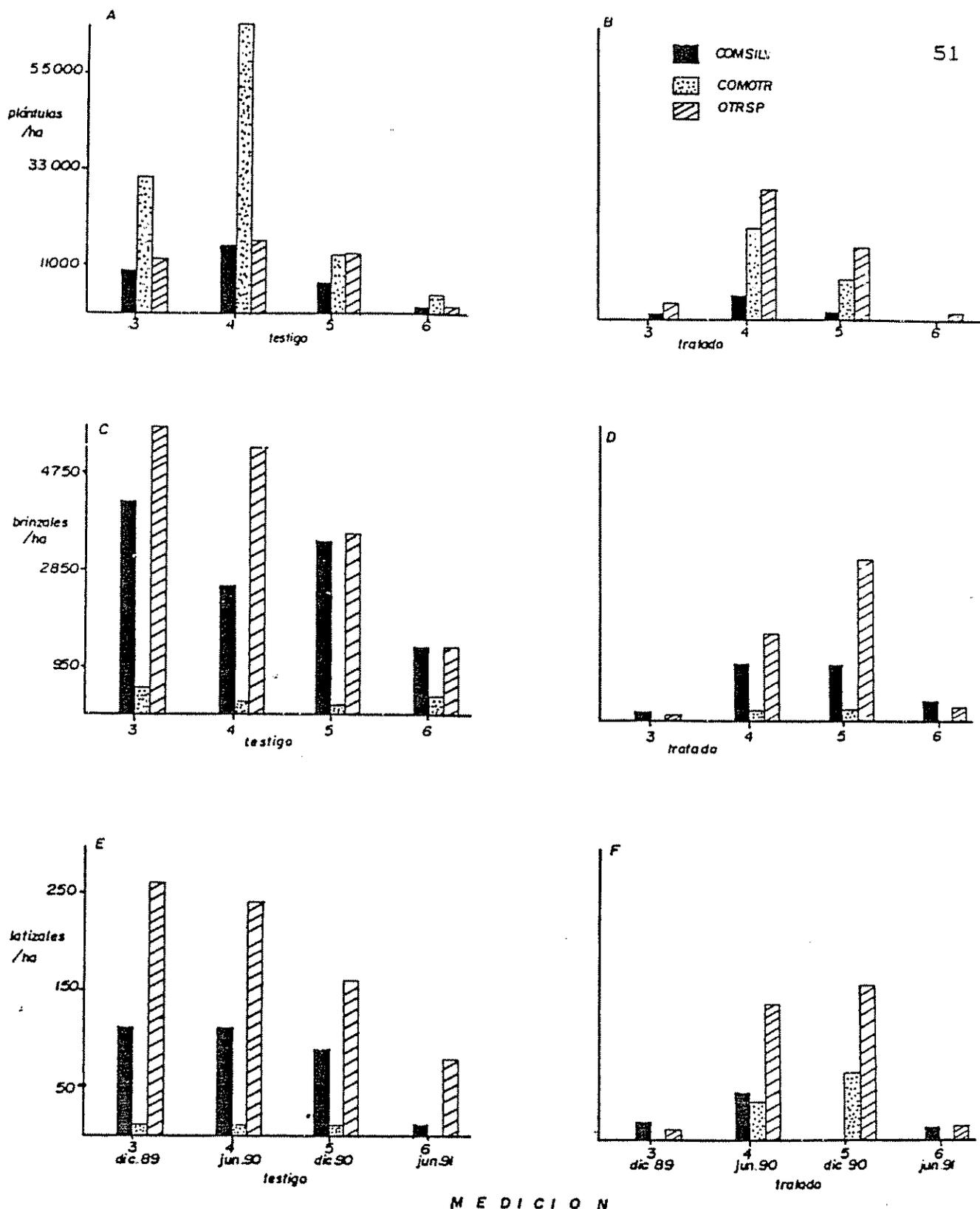


Figura 9.

Distribución de la regeneración por medición y tamaño, según grupo comercial en la condición de "sin iluminación directa" (5), en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

La vegetación herbácea establece control casi absoluto sobre la germinación de especies arbóreas, durante los primeros 18 a 24 meses después de formado un claro que provea iluminación directa hasta el suelo. Por otra parte, la forma en que se originan las aperturas del dosel es relativamente brusco, ya sea que formen parte de la dinámica del bosque o producto de la aplicación del tratamiento. Ambas condiciones inciden directamente sobre la capacidad de respuesta de la regeneración presente en el sitio y sobre el potencial de germinación de las especies arbóreas en general.

Al analizar los datos del Anexo 11 y las Figuras de la 5 a la 9, se vio el efecto descrito y se explica la ausencia de regeneración arbórea hasta por 24 meses después de formado un claro.

La regeneración registrada, después de 24 meses de evaluación, fue superior en las parcelas tratadas que a la de las parcelas sin tratamiento. Eso indica una mayor posibilidad de sostenibilidad de una producción mejorada en cuanto a proporción de madera comercializable para las cosechas futuras.

Crecimiento en Area Basal (AB)

El AB de un bosque sirve como indicador del nivel de competencia bajo la que están creciendo los árboles; asimismo, del grado de ocupación del sitio. Sin hacer diferencia entre calidades de sitio, se reportan datos de 20 a 30 m²/ha para bosques secundarios, e inclusive algunos primarios, para las zonas bajas húmedas de Costa Rica (Manta, 1988; Finegan y Sabogal, 1988; Hartshorn, 1983).

El período de evaluación en este estudio fue de 2,5 años; muy corto para ofrecer datos contundentes acerca de la reacción del bosque al tratamiento de mejora aplicado. Sin embargo, como referencia, ofrece un punto de partida importante para la toma de decisiones sobre el manejo del bosque natural bajo estudio.

Probablemente al analizar el crecimiento de los fustales (10,0 a 39,9 cm dap) a nivel de especie, grupo ecológico o clases de diámetro, se detecte diferencias dignas de analizar en un estudio de crecimiento; sin embargo, en el presente estudio no se considera indispensable para los fines establecidos.

En la sección sobre cambios provocados por el tratamiento, se presentaron los detalles sobre la condición inicial del bosque en términos de AB, los porcentajes de extracción de la misma por grupo comercial y por hectárea. Recapitulando, se extrajo el 50% del AB de los COMSILV; 43% en los COMOTR y 28% en los OTRSP, el promedio extraído del AB total fue de 40%, los datos aparecen en el Cuadro 13; se incluyó para los tratados, una columna de AB luego de aplicado el tratamiento, a partir de esos datos, se calculó el porcentaje de cambio neto/ha de la última columna.

Cuadro 13. Comportamiento y distribución del área basal por tratamiento y según grupo comercial, luego de 2,5 años de aplicado un tratamiento en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica (agosto 1988 a diciembre 1990).

Grupo Comercial	Testigos			Tratados			
	AB (m ²)			AB (m ²)			
	inicial	final	Cambio Neto /ha (%)	inicial	luego Trat.	final	Cambio Neto /ha (%)
COMSILV	8,49	10,44	23	8,32	3,94	5,02	27
COMOTR	3,17	2,15	-32	4,63	2,62	2,97	13
OTRSP	9,23	7,02	-24	8,01	5,59	4,34	-22
Total	20,89	19,61	-6	20,96	12,15	12,33	2

Como se ilustra en la Figura 10, en el período de evaluación, el grupo COMSILV aumentó el AB total/ha en un 27% en las parcelas Tratadas, en comparación con 23% en las que no se aplicó el tratamiento (Cuadro 13). Eso significa que la tasa de crecimiento relativa fue mayor en los árboles COMSILV de las parcelas Tratadas, producto de la liberación de que fueron objeto los fustales de 10 a 39 cm de dap. Mediante un análisis de varianza, con un nivel de confiabilidad de 95%, se determinó que no son significativas las diferencias encontrados en la tasa de crecimiento relativo del AB de los COMSILV, a nivel de tratamientos. Eso significa que las diferencias en ese crecimiento relativo, no pueden atribuirse al efecto del tratamiento, sino que ocurren dentro del 5% que corresponde a cualquier otro factor o razón; situación que podría mostrar cambios a mayor plazo de evaluación.

El incremento relativo medio del AB de los COMSILV, en las parcelas Testigo fue de 1,75 m²/ha/m² con una variación superior al 100% y un rango de -0,58 a 4,89. En las parcelas que recibieron el tratamiento de mejora, el incremento relativo medio fue de 0,52 m²/ha/m², con una variación de 94% y un rango de 0,03 a 1,02. Con las indicaciones del análisis de varianza y los datos anteriores, es evidente que se requiere de un período de evaluación mayor, para conseguir datos útiles en la toma de decisiones, respecto al tratamiento y su efecto en el crecimiento basimétrico del grupo de especies favorecido.

En los COMOTR se manifestó un efecto casual de liberación que se comentará más adelante. El aprovechamiento de árboles con dap superior a 40 cm y la liberación dirigida a fustales COMSILV con dap \geq 10 cm, provocó un cambio de iluminación y distribución espacial que las especies COMOTR aprovecharon eficientemente, por estar compuesto el grupo, en general, por algunas especies heliófitas de crecimiento rápido, como Jacaranda copaia, Didimopanax morototoni entre otros. Dentro de este grupo, es evidente que se hallan especies cuyo turno biológico se ha completado y están muriendo; según datos del Cuadro 13, donde se determinó que los COMSILV perdieron el 32% del AB total/ha en 2,5 años. En tanto que en las parcelas Tratadas, donde por la operación de liberación de COMSILV, se extrajo la mayoría de los árboles

COMOTR, con diámetros superiores a 30 cm, los árboles remanentes COMOTR (que con menos de 30 cm de dap no han completado su ciclo biológico), crecieron favorecidos por el efecto casual de liberación, para resultar con un cambio neto porcentual/ha 2,5 veces superior a los COMOTR de los Testigos (13% de crecimiento comparado a 32% de reducción).

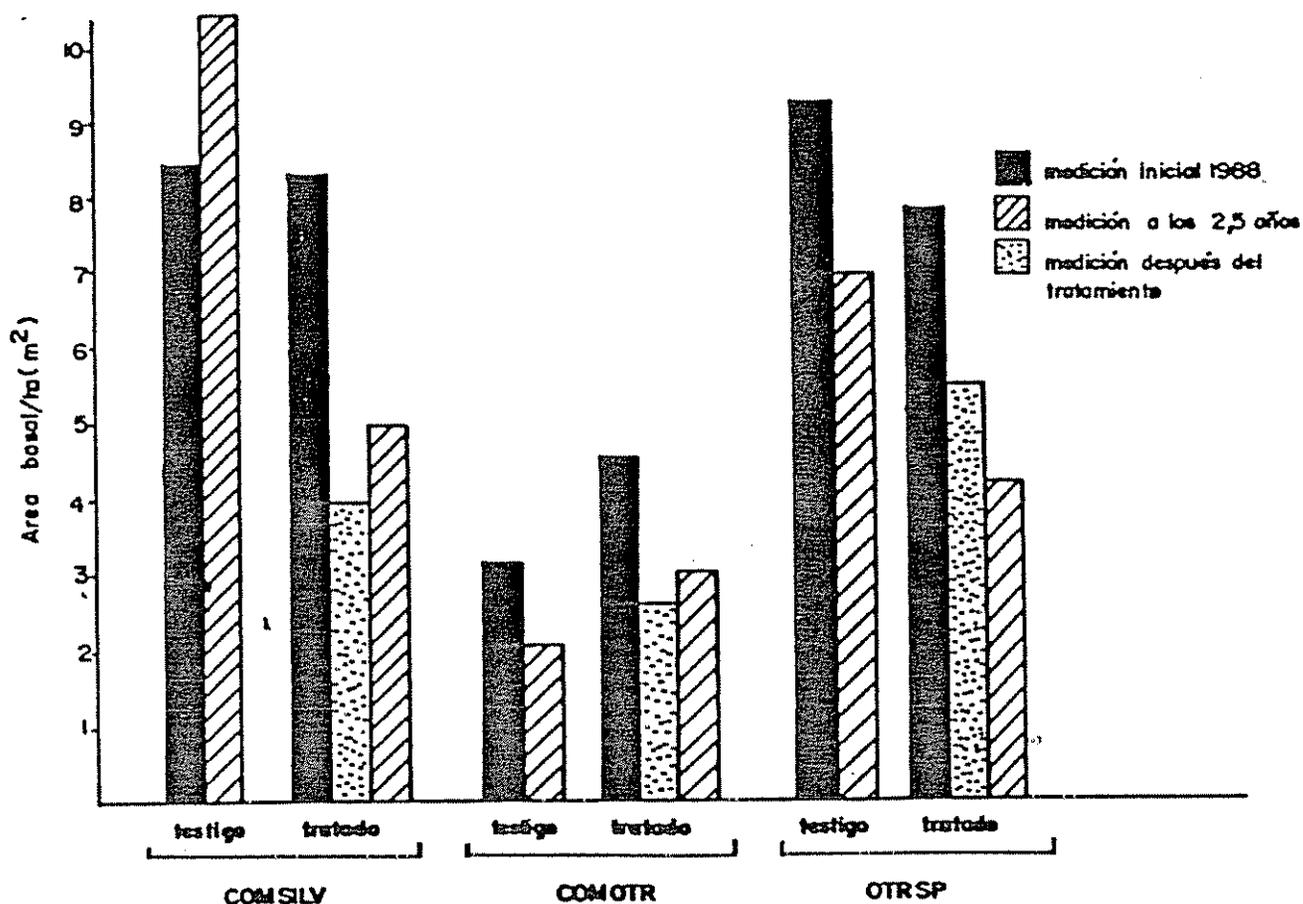


Figura 10. Distribución del área basal (m^2/ha) por tratamiento, según los grupos de valor de las especies para fustales ≥ 10 cm de dap, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

En la Figura 10 se nota que el tratamiento redujo el AB/ha de los COMOTR, a un nivel más bajo que en las parcelas Testigo, pero superior al que alcanzaron las COMOTR en Testigos, al final del período de evaluación. En tanto que en las parcelas tratadas, por el cambio de condiciones de espacio y luz en el bosque, las especies incrementaron su crecimiento como reacción al tratamiento aplicado; esto significa que la tasa de crecimiento de los COMOTR se ha incrementado como efecto casual del tratamiento.

El grupo OTRSP mostró un comportamiento similar en ambos tratamientos, en el período de 2,5 años se redujo en 22% y 24% el AB/ha de las parcelas Tratadas y Testigos, respectivamente (Cuadro 16). Significa que las especies que predominan en este grupo, tienen un comportamiento ecológico en el cual, el ciclo biológico, conlleva la muerte de tales especies. La tendencia a reducir el AB/ha fue clara, según se aprecia en la Figura 10.

Tal como se apreciaba en el Cuadro 7, el AB/ha del grupo OTRSP en las parcelas Tratadas, fue reducido hasta el nivel que presenta actualmente (producto del tratamiento); en las parcelas sin tratar donde ese nivel es 2,7 m²/ha superior es de esperar que la pérdida de AB continúe en los próximos años. Esa mortalidad está clara en la Figura 3, sobre distribución diamétrica de los fustales en las parcelas Testigo. Ahora, se sabe que son fustales de los grupos COMOTR y OTRSP los que están muriendo principalmente; la Figura 4 muestra que una reducción relativamente similar fue provocada por la aplicación del tratamiento, pero se nota también cómo el bosque ha reaccionado con un incremento en el número de árboles con dap entre 10 y 20 cm. Sin embargo, se refleja en esa misma Figura, la mortalidad de árboles del grupo OTRSP, que recaen sobre el rango de diámetros de 20 a 39 cm.

Con las tendencias que se pueden apreciar en las Figuras 3, 4 y 10 y los datos del Cuadro 16, se pueden visualizar dos situaciones posibles en el bosque bajo estudio:

- a. El bosque sin tratar tardará más que el tratado en presentar dominancia de la especies COMSILV a nivel de dosel. En un plazo no muy lejano (15 a 20 años), se podría tener el dosel superior con esas características, dominado por especies COMSILV; y otro dosel inferior, donde predominan las especies OTRSP, con hábitos de esciófitas parciales y/o esciófitas totales.
- b. En el bosque tratado, se favorece a los COMSILV tal y como se previó hacerlo con la liberación; a la vez, como efecto casual del tratamiento, se favorece a los COMOTR. Eso propiciará que en el futuro se obtengan cosechas de ambos grupos comerciales, con mayor proporción de madera COMSILV. El dosel superior estará compuesto entonces por especies COMSILV y algunos COMOTR, mientras que en el estrato inferior, predominarán las OTRSP, que competirán con regeneración abundante de COMSILV y COMOTR, en los sitios en donde el tratamiento ha provocado una condición de iluminación de tipo "vertical parcial" (3) y "principalmente luz lateral" (4).

La principal ventaja de aplicar el tratamiento se aprecia cuando en el escenario aparece el propietario, con sus demandas diarias de producción para cubrir necesidades familiares, así como los usuarios, que demandan productos del bosque como madera para aserrío, madera rolliza para construcción rural y

leña para consumo familiar o agroindustrial. El bosque bajo el tratamiento de mejora, permite realizar el potencial productivo del mismo y cubrir esas demandas de la población; de no ocurrir así, los productores agropecuarios no verán razón alguna para mantener el bosque.

4.6 PRODUCCION COSTOS Y RENDIMIENTOS

Muestra y área total intervenida

Los datos de producción, costos y rendimientos se obtuvieron de la implementación del tratamiento a escala comercial, en una muestra de 26 hectáreas (18 ha en La Laguna y 8 en La Sandía) entre noviembre 1990 y mayo 1991 (Anexo 3).

No se incluyeron los datos de las parcelas permanentes de muestreo, por considerarse que para el análisis financiero de una operación netamente comercial, tales datos no eran representativos, por tratarse de parcelas de investigación.

El diámetro mínimo de corta para aprovechamiento, fue de 50 cm y el trabajo de campo lo realizó personal capacitado por los técnicos a cargo de la investigación, quienes participaron en forma esporádica para dar seguimiento a la implementación del tratamiento como operación comercial.

Producción y rendimientos

Los datos para madera en troza de uso industrial, provienen de una muestra de 26 ha; en tanto que para leña, la muestra fue de 18,5 ha. La diferencia de las muestras respecto al área total intervenida, se debe a que en algunas secciones se anillaron árboles en lugar de talarlos, o bien, por aspectos de mercado y accesibilidad no se extrajo la leña.

En la madera de aserrío, la producción media por hectárea fue de 4256 pulgadas madereras ticas ($464 \text{ pmt} = 1 \text{ m}^3$); de la cual el 75% fue de especies COMSILV y el resto de especies COMOTR. El detalle de especies aprovechadas por grupo comercial y su valor de mercado aparece en el Anexo 9.

Se encontraron especies con diverso precio de mercado; el valor medio por grupo comercial (COMSILV y COMOTR) se calculó con afijación proporcional al volumen aprovechado por grupo (Cuadro 14).

Cuadro 14. Distribución porcentual de la madera explotada por grupo comercial, según precio de mercado para el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Especies	% del volumen total/ha	% del volumen según precio de la pmt.				prec. med.	
		¢10	¢16	¢17	¢18	Total /pmt (¢)	
COMSILV	75	55	40	3	2	100	12,77
COMOTR	25	100	-	-	-	100	10,00
Total	100	-	-	-	-	-	-

La diferencia en precio (22%) entre grupos comerciales, justifica una diferenciación de mercado. En realidad, la calidad de la madera no está bien diferenciada, los usos son los que determinan las diferencias de precios (favorecen o desfavorecen precios competitivos). Para las especies COMOTR por ejemplo, que se usan principalmente en la "industria paleta", sus precios son relativamente buenos y comparables a los COMSILV; sólo que en el mercado las demandas son muy específicas y pequeñas.

Los datos de producción y rendimiento, evidencian que el bosque bajo estudio posee un alto potencial productivo, que se ve favorecido por las condiciones locales de mercado para leña y la tenencia de un aserradero por parte de los dueños del bosque. Bajo esas condiciones, se favorece el aprovechamiento de una alta proporción de la producción.

En madera rolliza, la producción total del área tratada a la fecha (32 ha), asciende a 136000 pmt., (294 m³). El rendimiento de madera rolliza aprovechada fue 9,2 m³/ha. Para los próximos ciclos de corta, esa producción podrá ser superada, por las tendencias generales de crecimiento y regeneración de especies COMSILV, que se observaron en el bosque.

En cuanto a leña, la producción media/ha fue de 132 metros estéreos (mst), para un total de 4092 mst, lo cual cubrió aproximadamente el 16% de la demanda local a nivel de beneficiadores de café.

Si el 75% de la madera rolliza vendida fue de especies COMSILV, con dominancia de especies heliófitas durables, es evidente que se trata de un bosque productivo y cuyo valor debe divulgarse entre los agricultores de todo el país.

En los tres años de trabajo en ese bosque, se ha podido detectar un cambio de actitud de la gente, respecto a las dimensiones pequeñas de las trozas, al menos por parte de los que trabajan en el aserradero de la Cooperativa^{1/}. No parece conformismo, sino más bien aceptación de la realidad con que tendrán que convivir y trabajar a mediano plazo. A pesar de eso, los precios de mercado para la madera del bosque en estudio son bajos, ¢13 para especies COMSILV y ¢10,00 para los COMOTR.

En cuanto a leña, las condiciones actuales de mercado son mucho más favorables a las de hace cuatro años; sin embargo, no son las mejores si se

1/ Leonel Aguilar, Gerente Coopemadereros, 1991 (comunicación personal)

sabe que se debió invertir en su preparación y extracción, el 71% del precio recibido por metro estéreo. Ese margen de 29% podría analizarse respecto a los costos de adquisición, operación y mantenimiento para que el productor adquiriera el medio de transporte adecuado, para vender el producto directamente en los centros de consumo; eso evitará el desembolso de un 43% de los costos totales del proyecto, que es lo que corresponde a transporte de leña y madera en troza. Es claro que una decisión de esa índole debe contar con más información, como es la disponibilidad de un volumen de madera en troza y leña estable, entre otras consideraciones de uso alternativo del dinero, necesario para una inversión de este tipo.

El precio de la leña ha aumentado a razón de 25% anual en los últimos cuatro años^{1/}, es probable que los costos hayan aumentado en forma similar; sin embargo, el panorama a corto plazo parece mejorar. De ser así, las posibilidades financieras y de uso racional de los productos del bosque serán mayores a las actuales.

Análisis financiero

Para el análisis financiero se consideró todos los rubros de costo para la implementación del proyecto a nivel de productor, excepto los costos por construcción de caminos, por que los mismos ya existían, pero sí se consideró el costo de mantenimiento de los mismos. En el anexo 12 se presenta el detalle de la diatribución de costos e ingresos para el análisis financiero realizado. Se presentan dos situaciones; con y sin mercado para leña. En el primer caso, los costos totales fueron de \$65 479/ha y el ingreso neto de \$46 891/ha, mientras que sin mercado para leña, los costos totales fueron \$31 535/ha y el ingreso neto de \$21 435/ha. No se incluyó el costo por adquisición de la tierra; se trata de una concesión dada por el Instituto de Desarrollo Agrario IDA.

Bajo la condición actual, con mercado para leña, los indicadores financieros calculados directamente de los datos reales de la muestra fueron: Tasa de retorno (TIR) de 72%; se calculó en base a los datos actualizados del tratamiento realizado en un lapso de nueve meses. Bajo esta condición, la relación beneficio/costo (b/c) fue 1,79.

Suponiendo que no hubiese mercado para leña, los indicadores financieros fueron similares al caso anterior; una tasa de retorno de 68% y una relación b/c de 1,68. En este caso, se descontaron todos los costos relativos a la preparación, estivado, carga y transporte de leña; quedando como único ingreso la venta de madera en troza. Con esos indicadores se puede deducir que todos los costos inherentes a la leña apenas se cubren.

Se proyectó un análisis financiero para el primer período de ordenación, en el cual se utilizó el paquete para microcomputadoras "Cash Flow". Asimismo, se consideró un período de ordenación de 10 años; ya que a partir del año 11, la situación de costos e ingresos podría variar como producto del cambio que se provoca a través del tratamiento de mejora. Se empleó una tasa

1/ Datos del autor a partir de información disponible de 1987, respecto al precio de la leña en el mercado en el período enero-mayo 1987-91.

real de descuento de 18%, según lo estipulado por el Banco Central de Costa Rica para proyectos de esta índole.

Entre los principales indicadores determinados se tuvo que, bajo la situación actual, con mercado para leña, el Valor Actual Neto (VAN) fue de ₡248 710, la tasa interna de retorno (TIR) superior al 50% y la relación beneficio costo (b/c) de 1,72.

Bajo la premisa de no tener mercado para leña, el VAN fue de ₡115 720, la TIR superior al 50% y la relación b/c de 1,70. Bajo esta condición, la magnitud de los costos e ingresos varió sustancialmente; el detalle puede verse en el Anexo 12.

Entre otras opciones, puede citarse el caso de que el productor pueda vender sus árboles en pie; situación no muy deseable, pues el propietario en alguna medida, pierde control sobre los cuidados y "calidad" en la ejecución de las operaciones. Sin embargo, en esa posible situación, el margen neto es de ₡13 800/ha al descontar los costos inherentes a tala, preparación y arrastre. Por otra parte, la posibilidad de uso alternativo del suelo queda desechada, bajo el principio de sostenibilidad de la producción; para el suelo en ese sitio, en base a los análisis realizados, se determinó que su capacidad de uso es para producción forestal extensiva^{1/}; eso significa que cualquier otro uso, inclusive plantación forestal, no es sostenible a largo plazo. Se ha observado cómo los productores locales despojan al suelo de la cobertura boscosa, para dedicarlo a la ganadería o producción de café, caña o piña, entre otros; sin embargo, no hay indicios de que sea un uso sostenible, según las indicaciones de los mismos productores.

Al ofrecer la alternativa de manejo productivo del bosque, se tiene entonces una situación en la que no sólo se está dando al suelo el uso más racional, sino que el tratamiento es rentable financieramente. En condiciones similares de suelos degradados, marginales para el pastoreo y producción agrícola, al este de Texas, C.Hickman y K.Crowther (1991), determinaron que en esas condiciones, la actividad forestal ofreció una TIR superior a la agricultura que tradicionalmente se practicó en la zona. Quizá no sea un ejemplo plenamente comparable con lo que se hace en el bosque bajo estudio; sin embargo, el concepto es valioso y útil ante la carencia de estudios de este tipo.

Respecto al impacto local, social y económico, cabe destacar que el volumen total de dinero puesto en movimiento por el proyecto, fue aproximadamente 3,5 millones de colones (\$29 000), en un año de implementación del tratamiento; además, se generaron aproximadamente 1000 jornadas anuales como fuente de empleo para personal obrero local; sin incluir motosierreros y transportistas.

1/ Basado en: COSTA RICA. 1991. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica.

El manejo del bosque en el contexto de finca

La tala del bosque original, quema, producción agrícola hasta por una década y posteriormente pastoreo, para terminar con suelos erosionados, compactados y marginales para la agricultura, es una realidad en los suelos de ladera del trópico americano. Así determinado y expuesto por numerosos investigadores, se aprecia que aunque el estudio de caso en el bosque de Coopemadereros, no está dentro de esa condición de "suelos de ladera", por tratarse de suelos poco profundos y relativamente pobres (toxicidad por alto contenido de aluminio), puede ofrecer datos útiles para muchas situaciones similares de la región del trópico húmedo americano.

Para conocer la situación financiera bajo sistemas de producción agrícola, que pueda enfocarse como marco de "referencia", se analizó una muestra de cinco fincas, aledañas al área de trabajo. Allí se recopilaron y analizaron los datos de costos operativos y producción, que permitieron determinar un margen bruto de $\$36\,297/\text{ha}/\text{año}$; con un CV de 36% y un rango de $\$18\,254$ a $\$49\,539$. El área promedio de las fincas fue de 9,4 ha con un CV de 41% y un rango de 5 a 14 ha.

El punto de "referencia" se enmarca dentro de los aspectos de costos, ingresos y margen bruto/ha, que se obtienen de los sistemas ya establecidos; eso implica que no se han considerado factores como la inversión inicial para establecer cada sistema, períodos de inversión y generación de ingresos, así como la sensibilidad de cada caso a los cambios de precios en el mercado, ni el riesgo a la pérdida de cosechas, etc. Todos esos aspectos son de interés cuando se persigue comparar opciones de inversión, lo cual no es el objetivo del presente estudio.

Se pretende más bien, ofrecer un punto de referencia para los agricultores que posean en sus fincas bosques similares al analizado. Mientras un productor dedicado a la agricultura obtiene un margen bruto de $\$36\,297/\text{ha}/\text{año}$, el propietario del bosque natural secundario en la etapa de mejora de su bosque, obtiene $\$49\,550/\text{ha}$ en ciclos de corta de 10 años, lo cual da un ingreso equivalente de $\$4\,955/\text{ha}/\text{año}$. Esto último hay que destacarlo, pues no puede compararse en el mismo plano, un ciclo de producción anual como es el de la finca agrícola, con el del bosque que es de 10 ó 15 años para la misma hectárea. Así, en el mismo contexto cabe destacar la diferencia en cuanto a la inversión previa que demanda cada sistema de producción.

En el Cuadro 15, se presenta un resumen somero de las principales fuentes de costos e ingresos por hectárea, para los sistemas de producción analizados.

El esquema típico de producción agrícola en la finca promedio estudiada (9,4 ha) fue: café (2,0 ha); caña de azúcar (4,6 ha); 0,9 ha de bosque natural secundario, actualmente no productivo y las 1,9 ha restantes, estuvieron ocupados por especies frutales, tubérculos para autoconsumo y pastos.

Para determinar costos fijos, se tomaron como referencia, los datos sobre análisis estático de fincas demostrativas, que el Proyecto MADELEÑA del CATIE lleva en Pérez Zeledón¹.

Cuadro 15. Costos e ingresos por hectárea en los sistemas de producción de finca agrícola y bosque natural secundario en El Pilar de Cajón, Pérez Zeledón.

(¢)1/						
Fuente detalle	Fincas		bosque natural secundario (de 35 años)		bosque natural secundario (de 35 años)	
	agrícolas % (promedio de 5 fincas)	%	con mercado para leña	%	sin mercado para leña	%
Costos variables:						
Mano de obra ^{2/}	35172	53	18064	28	3920	12
insumos	19576	30	3237	5	3237	10
transporte	9239	14	36824	56	17024	54
otros	-----		1454	2	1454	5
Costos fijos ^{3/}	1976	3	5900	9	5900	19
Total	65963	100	65479	100	31535	100
Ingresos venta de productos	100284	100	111292	100	52970	100
Ingreso neto	34321	100	46891	100	21435	100

1/ \$1 = ¢120

2/ ¢560/jornada de 8 horas, sin cargas sociales

3/ En el caso de las fincas agrícolas se considera depreciación de equipo y herramientas menores, infraestructura como corrales, gallineros y bodegas, además de administración (2% de costos totales).

Nótese que en los datos presentados (Cuadro 15), para los sistemas de fincas agrícolas, se han incluido cultivos de autoconsumo y ganadería menor, lo cual no aparece en el sistema de bosque natural, pero es completamente compatible.

Bajo la consideración anterior, si el productor dedicado a la agricultura vive relativamente bien con ese ingreso bruto de ¢34 321/ha y un tamaño medio de finca de 9,4 ha (8,5 bajo producción agrícola); significa que cuenta anualmente con ¢308 524 que le permiten cubrir sus necesidades cotidianas y de capitalización. Para generar un margen bruto similar con bosque secundario, necesitará 7 ha/año de bosque como el que se analizó en este estudio. Sin embargo, al considerar el factor tiempo se requerirá de 70 ha de bosque, para un ciclo de corta de 10 años, ó 140 ha para uno de 20 años. No obstante, como se ha indicado, el manejo del bosque se puede enfocar como

* Fuente: Archivos de muestreo Análisis estático de fincas demostrativas en Pérez Zeledón, Proyecto MADELEÑA, CATIE, Turrialba.

una opción complementaria, más que competitiva, a las actividades de producción tradicionales en el campo agropecuario; así, el área a manejar puede incluso agregarse en forma colectiva, proveniente de varios propietarios o bien, bajo el esquema de asignación de tierras que desarrolla el IDA en el país. Bajo ese sistema, incluso, se puede mejorar aún más los márgenes de utilidad y beneficios como producto de las economías de escala. Sin embargo, el reto más inmediato es mostrar al productor la posibilidad de una producción sostenible en el manejo del bosque, que contrasta con los sistemas agrícolas, en donde la explotación de suelos, con características como las del área de estudio, prolongada a futuro; conduce a una reducción de la productividad que podría llegar al punto en que, bajo ningún esquema de tecnología actualmente disponible, encuentre rentabilidad en su producción.

Otra de entre varias opciones, es ofrecer a los propietarios un incentivo tal que compense parcialmente la diferencia en rentabilidad de los sistemas analizados; a tal punto que por concientización propia, esté dispuesto a reducir sus márgenes de utilidad, a fin de recibir otros beneficios directos e indirectos.

La magnitud del ciclo de corta, así como muchos otros datos se podrán ofrecer luego de algunos años más de seguimiento al trabajo actual.

Por último, existe una amplia gama de bienes y servicios directos e indirectos, que tanto la población local como foránea pueden percibir; en el presente estudio, no se han considerado por no ser objeto del mismo; pero que se sabe existen y pueden sustentar estudios posteriores específicos; en el Anexo 13 se listan algunos de ellos.

5. CONCLUSIONES

Los datos recopilados acerca de contar con alrededor de 500 árboles/ha con dap arriba de 10 cm; donde el 28% de ellos era de valor comercializable, con facilidad en el mercado actual y que el 73% del área está ocupada por árboles Deseables Sobresalientes, que pueden ser objeto de mejorar su condición de iluminación de copa; dejó ver la necesidad de diseñar un tratamiento orientado a obtener algún provecho, además de dejar un bosque en mejores condiciones para obtener una próxima cosecha más abundante en madera comercializable. Así, el diseño del tratamiento de mejora fue apropiado al bosque bajo estudio.

Por otra parte, al haber desarrollado cada una de las operaciones sin contratiempos, en cuanto al registro de las condiciones iniciales del recurso, los cambios que con motivo de la aplicación del tratamiento de mejora se provocaron al bosque, así como los indicadores de reacción o respuesta a tal tratamiento, dejan ver que los materiales y metodología empleados fueron apropiados. De esta forma, la aplicación del tratamiento es posible.

La mejora del bosque fue posible, así lo dejan ver los datos del Cuadro 10, en donde se reporta que un 19% de los fustales COMSILV de los que se liberó, mejoraron su condición de iluminación de copa. Eso sumado al efecto casual de mejoría en la condición de iluminación en árboles de los grupos COMOTR y OTRSP, indican que las tasas de crecimiento y producción de madera, pueden mejorarse con el tratamiento y que a pesar de tratarse de un bosque sumamente dinámico, se logró acelerar aun más sus tasas de crecimiento.

Con los datos de reclutamiento y mortalidad se pudo determinar que el tratamiento de mejora dirigido a los COMSILV, no solo redujo la mortalidad natural de los fustales, sino que propició gran dinamismo y reclutamiento en la categoría de diámetro menor. Además, permitió realizar parte del potencial productivo del bosque; que sin tratamiento, se "pierde" al morir parte de los árboles como elemento intrínscico de la dinámica sucesional.

La información disponible sobre abundancia y regularidad (Cuadro 12), de la regeneración en todo el período de evaluación, muestra indicadores útiles en cuanto a la mayor abundancia de regeneración COMSILV, en las últimas mediciones de los tamaños de brinzal y latizal. Por su parte, las plántulas ofrecen una referencia poco confiable por su gran variación entre evaluaciones; sin embargo, los indicadores obtenidos del análisis de regeneración, permiten ver que la sostenibilidad de la producción, bajo este tipo de tratamiento de mejora al bosque en estudio se puede lograr.

El análisis de la regeneración bajo los diferentes niveles de iluminación de las unidades permitió ver que las condiciones de iluminación vertical parcial (3) y principalmente oblicua (4) son los que representan mejor lo que se pretende alcanzar con el tratamiento de mejora y es bajo esos niveles, donde la regeneración mostró mayores diferencias entre los tratamientos, siendo más abundante la COMSILV, en las áreas tratadas (Anexo 13 y Figuras 6 a 9). Eso muestra que la variable luz, es no sólo fácil de medir y controlar, sino que representa de buena forma, la reacción del bosque a sus modificaciones; esto tiene fuertes implicaciones en las condiciones microambientales y el ecosistema en general, que se manifiesta en términos de regeneración y crecimiento de los árboles favorecidos, entre otros cambios.

Respecto del análisis financiero de los datos de la muestra (26 ha), los indicadores de TIR de 72%; B/C de 1,72 y VAN de ¢46 891 dejaron ver que la aplicación del tratamiento de mejora al bosque en estudio, es rentable. Además, propicia un uso racional del recurso, puesto que la capacidad de uso, determinada para esos suelos, indica que debe explotarse bajo producción forestal extensiva, o sea, justamente es lo que se está haciendo según este estudio.

El manejo del bosque debe ser compatible con los sistemas tradicionales de producción agropecuaria de la región. Representa una fuente de ingresos y empleo en época de escasez de los mismos; además, otros bienes y servicios no considerados en este estudio.

Las experiencias generadas y metodologías empleadas, constituyen un punto de partida útil, en la labor que se inició en pro del manejo de bosques naturales de la región y se ajustan a las posibilidades de los productores en el sentido de que la mayor fuente de costos en el trabajo a realizar, es mano de obra y conocimientos.

6. RECOMENDACIONES

En el análisis de la regeneración, se encontró que la iluminación de la parcela es de gran importancia como factor determinante en la abundancia y regularidad; sin embargo, será necesario considerar otros aspectos como origen e intensidad de los claros que propician cada nivel de iluminación a fin de explicar lo ocurrido en la clase de iluminación 2; por ejemplo, en los primeros 18 a 24 meses de formado el claro. Hay que incluir esos aspectos en el formulario de evaluación de regeneración.

Es necesario continuar el trabajo iniciado, ya que el estudio presentado debe ser objeto de respaldo con datos sólidos que se obtendrán a mediano plazo, sobretodo, respecto del AB, donde se detectó aún respuesta significativa al tratamiento aplicado. Por otra parte, para complementar lo anterior, se deberán realizar más estudios de caso como el presente, en los que la participación de los productores será importante para que se promulgue lo realizado y se asimile más fácilmente.

El verdadero panorama del potencial del bosque natural, sólo podrá apreciarse plenamente cuando se consideren todos los bienes y servicios, directos e indirectos, que ofrece e implica su manejo. Por lo tanto, se recomienda no dejar para luego la ejecución de los estudios económicos, que permitan conocer esos indicadores y cifras que eleven el valor del bosque natural y su manejo, al plano competitivo que realmente le corresponde.

Es importante determinar la edad y composición de base para bosques en estado sucesional; para iniciar la aplicación de un tratamiento silvícola que resulte rentable en el momento de su aplicación. Para eso, el muestreo diagnóstico será la herramienta más apropiada, por ser rápido y de bajo costo. Lo anterior ofrecerá un panorama más amplio y claro para la toma de decisiones por parte de los propietarios y técnicos.

LITERATURA CITADA

- BARNARD, R.C. 1950. The elements of Malayan Silviculture, 1950. *Malayan Forester* 13(3): 122 - 142.
- BAUR, G.N. 1964. Tratamiento de los bosques higrofiticos . *Unasylya* 18(1): 18 - 28.
- BLANCHE, C.A. 1985. An overview of the effects and implications of philippine selective logging on the ecosystem. *Biotrop (Indonesia)*. Special publication No. 3: 97 - 109.
- BROKAW, N. 1982. The definition of treefall gap and its effect an measure of forest dynamics. *Biotrópica (EEUU)* 14 (2): 158 - 160.
- _____. 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest: *Ecology* 66(3): 682 - 687.
- BUDOWSKI, G. 1965. Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba (C.R.)* 15 (1): 40 - 42.
- COLLET, G. 1966. Divers aspects de l'aménagement des forêt tropicales. *Bois et forêts des Tropiques*. 110: 33 - 56.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1971. Anuario Meteorológico Año 1970. San José, C.R. 175 p.
- COSTA RICA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. 1987. Censo Agropecuario 1984. San José, Costa Rica. 216 p.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. s.f. Anuario Meteorológico Año 1983. San José, C.R. 274 p.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES ENERGIA Y MINAS. s.f. Anuario Meteorológico 1986. San José, C.R. 129 p.
- DAWKINS, H. 1961. New methods of improving stands composition in tropical foresters. *Caribbean forester* 22 (1-2): 12-20.
- EWEL, J.J. 1979. Secondary forests: The wood resource of the future pp 53 - 60. *In* Simposio Internacional sobre las ciencias forestales y su contribución al desarrollo de la América Tropical. EUNED, San José, Costa Rica.
- FINEGAN, B.; SABOGAL, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: un estudio de caso en Costa Rica. *El Chasqui* 17, 3 - 24. (C.R.)
- FINEGAN, B. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. *Forest Ecology and Management*. En prensa

- FONTAINE, R.G. 1986. La ordenación de los bosques tropicales húmedos. *Unasylva* 38(4): 16 - 21.
- GRAAF, N.R. 1986. A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname. Agricultural University, Wageningen, 250 p.
- _____. 1986. Algunas notas sobre el manejo del bosque tropical húmedo en Suriname (mimeografiado) 41 p.
- HARTSHORN, G.S. 1976. Tree falls and tropical forest dynamics. *In* Tropical trees as living systems. Ed by P.R. Tomlinson and Martin H. Zimmermann. Mass, EEUU. Cambridge University press. P. 617 - 638.
- _____. 1983. Plants. *In* Costa Rican Natural History. Ed. by D.Jansen. p. 118 - 157.
- _____.; SIMEONE, R.; TOSI, J.A. Jr. 1986. Manejo para rendimiento sostenido de bosques naturales en sinopsis del Proyecto de Desarrollo del Palcazú en la selva central de la Amazonia Peruana. *In* Management of the forest of Tropical América: Prospects and Technologies. Ed. by Julio C. Figuero a Colón. Puerto Rico. P. 235 - 243.
- HERRERA, R.E. 1990. Evaluación financiera del manejo del bosque natural secundario en cinco sitios en Costa Rica. Mag. Sci. Thesis, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 109 p.
- HICKMAN, C.; CROWTHER, K. 1991. Economic impacts of Currente use assessment of rural land in the East Texas Piney Woods Region. New Orleans, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 20 p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología; basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- HUTCHINSON, I.D. 1982. Field enumeration of permanent Sample plots in the mixed dipterocarp forest of Sarawak, Kuching. 136 p.
- _____. 1987. The management of humid tropical forests to produce wood. *In* Management of the forest of Tropical América: Prospects and Technologies. Ed. by Julio C. Figuero a Colón. Puerto Rico. P. 235 - 243.
- _____. 1989. Points of departure for silviculture in humid tropical forests. *Commonw. for. rev.* 67: 223-230.
- _____. 1990. Evaluación de tres sistemas silvícolas clásicos e implicaciones para la silvicultura del bosque húmedo (mimeografiado). III curso intensivo internacional en silvicultura y manejo de bosques naturales tropicales, CATIE. 12 febrero al 30 marzo 1990. 10 p.
- _____. 1990. Selección de un deseable sobresaliente paso a seguir (en una parcela temporal de 10 x 10 cm) (manuscrito) 1 p.

- _____. 1990. Las operaciones para el tratamiento silvícola (mimeografiado). III curso intensivo internacional en silvicultura y manejo de bosques tropicales, CATIE. 12 febrero al 30 marzo 1990. 8 p.
- JONKERS, W.B.J. 1987. Vegetation structure logging and silviculture in a tropical rain forest in Suriname. Agricultural University, Wageningen, 172 p.
- KOCHUMMEN, K.M. 1966. Natural plant succession farming in SG. Krah. The Malayan Forester XXIX(3): 170 - 181.
- _____.; NG, F.S.P. 1977. Natural plant sucesion after farming in Kepong. The Malaysian Forester 40(1): 61 - 78.
- MANTA, M.J. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica. Mag. Sci. Thesis, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 150 p.
- MARTINEZ, H.A. 1979. Producción de un bosque secundario sometido a diferentes intensidades de raleo en Turrialba, UCR/CATIE 101 p.
- PICADO, W.; JIMENEZ, V. 1989. Plan de manejo para un bosque natural secundario en El Pilar de Cajón, Pérez Zeledón (documento de trabajo). San José, C.R. 25 p., más anexos.
- RAPERA, R.B. 1975. Effects of logging on residual stands. Biotrop (Indonesia) Special publication No. 3: 119-125.
- ROLLET, . 1980. Organización. In Ecosistemas de los bosques tropicales: Informe sobre el estado de los conocimientos. Roma, UNESCO/PNUMA/FAO. p. 126 - 162.
- SINGH, P. 1955. Basic thinning. Indian Forester 81(1): 26 - 31; 81(2): 86 - 97.
- SCHMIDT, R. 1987. Ordenación de los bosques higrofiticos tropicales. Unasyuva 39 (2): 2 - 17.
- UNESCO, PNUMA, FAO. 1980. Ecosistemas de los bosques tropicales. Madrid, España. 771 P.
- WADSWORTH, F.H. 1987. A time for secondary forestry in Tropical America. pp. 188 - 198. In FIGUEROA, J.; Wadsworth; F.H.; & Branham, S. (eds). Management of the forest of Tropical America: Prospects an technologies. Río Piedras. Puerto Rico. Institute o tropical forestry.
- WADSWORTH, F.H. 1986. A time for secondary forestry in Tropical America. pp 189 - 198. In Figueroa, J.; Wadsworth, F.H.; & Branham, S. (eds). 1987. Management of the forests of Tropical America: Prospects and technologies. Río Piedras, Puerto Rico, Institute of tropical forestry.
- WHITMORE, T.C. 1976. Gaps in the forest canopy. In Tropical Trees as living systems. Ed. by P.B. Tomlinson and Martin H. Zimmermann. Mass, EE.UU. Cambridge University Press. P. 639 - 655.

ANEXOS

ANEXO 1

Datos de precipitación y temperaturas mensuales para la zona del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Mes	Precipitación media mensual (mm)*			Temperatura media mensual (°C)**
	S.I.	Rep.	C.R.	
Enero	31,4	48,2	23,3	22,5
Febrero	14,3	21,8	15,6	23,1
Marzo	41,7	35,6	25,6	23,8
Abril	136,1	150,1	133,7	24,0
Mayo	339,4	294,4	340,2	23,5
Junio	338,9	303,5	289,5	23,1
Julio	325,6	265,2	253,7	22,7
Agosto	391,7	343,9	348,2	22,8
Setiembre	411,4	373,0	384,9	22,8
Octubre	516,9	424,6	443,9	22,5
Noviembre	297,9	259,8	240,4	22,4
Diciembre	88,9	77,9	51,5	22,4
Total	2934,2	2598,0	2550,5	media 23,1

* Estaciones:

- S.I.= San Isidro, período 1937 a 1985
- Rep.= Repunta, período 1962 a 1986
- C.R.= Cristo Rey, período 1970 a 1986

** Estación San Isidro del General, períodos 1940-60; la estación más cercana que registra esta variable.

ANEXO 2

Datos del análisis de suelos, descripción de perfiles y clasificación del suelo, para el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

ANALISIS QUIMICO
SECCION LA SANDIA

IDENTIFICACION		RESULTADOS									
DE LA		Meq/100 ml suelo					µg/ml suelo				
MUESTRA											
No. campo	pH	Al	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	
1 / 0-20	4,8	1,00	1,0	0,2	0,19	10	1,4	5	5	+100	
2 / 20-40	4,8	1,00	1,0	0,2	0,13	10	1,2	3	5	+100	
3 / 0-20	4,5	2,50	1,0	0,2	0,15	12	1,2	2	6	+100	
4 / 20-40	4,6	1,40	1,5	0,2	0,15	9	1,4	2	6	+100	
5 / 0-20	4,7	0,10	1,0	0,2	0,16	11	1,6	3	7	+100	
6 / 20-40	4,9	1,80	1,0	0,2	0,12	11	1,4	1	6	+100	
7 / 0-20	4,6	1,30	1,0	0,3	0,16	12	2,0	2	7	+100	
8 / 20-40	4,8	1,00	1,0	0,3	0,10	11	1,4	2	8	+100	
9 / 0-20	4,2	1,00	1,0	0,4	0,12	11	1,4	4	6	+100	
10/20-40	4,6	2,50	1,0	0,3	0,12	11	1,6	1	5	+100	
11/ 0-20	4,2	1,50	1,0	0,6	0,15	12	1,6	2	5	+100	
12/20-40	4,6	0,50	1,5	0,2	0,09	10	1,4	1	6	88	
13/ 0-20	4,5	2,00	1,0	0,2	0,12	12	1,8	4	10	+100	
14/20-40	4,6	1,00	1,0	0,2	0,09	12	1,6	1	8	+100	
15/ 0-20	4,6	1,50	1,0	0,2	0,10	12	1,6	2	8	+100	
16/20-40	4,8	1,20	1,0	0,3	0,09	11	2,0	1	6	+100	

El pH promedio hasta 40 cm fue 4,6.

ANALISIS GRANULOMETRICO

SECCION LA SANDIA

METODO HIDROMETRO			TEXTURA METODO U.S.D.A.			
N. CAM	PROF (cm)	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	TEXTURA	M.O.
1	0 - 20	55	27	18	Fa	10,72
2	20 - 40	15	35	50	A	4,55
3	0 - 20	39	39	22	F	10,45
4	20 - 40	31	21	48	A	5,09
5	0 - 20	61	23	16	Fa	6,57
6	20 - 40	35	29	36	Fa	5,89
7	0 - 20	49	23	28	FAa	7,23
8	20 - 40	39	21	40	A_FA	5,62
9	0 - 20	35	29	36	FA	8,57
10	20 - 40	11	17	72	A	2,68
11	0 - 20	35	19	46	A	9,38
12	20 - 40	21	21	58	A	2,68
13	0 - 20	29	27	44	A	7,50
14	20 - 40	23	17	60	AS	2,68
15	0 - 20	35	17	48	A	5,36
16	20 - 40	27	25	48	A	2,68
Promedio de		34	24	42		6,23
0 - 40 cm de						
profundidad						

ANALISIS QUIMICO

SECCION LA LAGUNA

IDENTIFICACION		RESULTADOS									
No: campo	Prof. (cm)	Meq/100 ml suelo					µG/ml suelo				
		pH	Al	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe
17	0-20	4,8	2,50	1,0	0,3	0,10	12	2,8	3	5	+100
18	20-40	4,6	1,00	1,0	0,2	0,06	11	1,6	1	3	87
19	0-20	4,5	2,50	1,0	0,4	0,15	11	1,8	2	8	+100
20	20-40	4,6	1,60	1,0	0,4	0,06	8	1,4	1	9	33
21	0-20	4,5	2,70	1,5	1,0	0,13	12	1,8	9	6	+100
22	20-40	4,3	1,60	1,0	1,6	0,12	9	1,4	4	7	+100
23	0-20	4,3	1,60	1,5	0,4	0,12	10	1,0	2	9	+100
24	20-40	4,8	0,60	1,5	1,4	1,10	10	0,8	1	7	+100

El pH promedio hasta 40 cm fue 4,6

ANALISIS GRANULOMETRICO

SECCION LA LAGUNA

METODO HIDROMETRO			TEXTURA METODO U.S.D.A.			
N. CAM	PROF (cm)	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	TEXTURA	M.O.
17	0 - 20	23	31	46	A	8,57
18	20 - 40	23	25	52	A	3,21
19	0 - 20	37	25	38	FA	8,4
20	20 - 40	9	19	72	A	3,75
21	0 - 20	39	23	38	FA	10,18
22	20 - 40	27	21	52	A	4,55
23	0 - 20	23	21	54	A	7,23
24	20 - 40	9	25	66	A	3,75
Promedio de 0 - 40 cm de profundidad		24	24	52		6,16

DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS*

Per fil	Clasificación
01	Acríc Rhodic Kandudults, arcillosa muy fina, mixta e isohipertérmica.
02	Andic Kanhaplohumult, arcillosa muy fina, mixta, isohipertérmica.
03	Andic Kandihumults, arcillosa muy fina, mixta e isohipertérmica.
04	Andic Kandihumults, arcillosa muy fina, mixta e isohipertérmica.
05	Andic Kanhaplohumults, arcillosa muy fina, mixta e isohipertérmica.

Per fil	Drenaje interno	Relieve	Erosión	Pedregosidad
1	Bien drenado, clase 3	Ondulado	Laminar leve, clase 1	No.
2	Bien drenado, clase 3	Fuertemente ondulado	Laminar leve, clase 1	No.
3	Bien drenado, clase 3	Plano.	Laminar leve, clase 1	No.
4	Bien drenado, clase 3	Plano.	Laminar leve, clase 1	No.
5	Bien drenado, clase 3	Plano.	No.	No.

Per fil	Material parental	Pendiente	Altitud
1.	Gabro, andesita, basalto, en matriz arcillosa.	3 - 5 %	540 msnm
2.	Gabro, andesita, basalto, en matriz arcillosa.	15 - 20 %	540 msnm
3.	Gabro, andesita, basalto, en matriz arcillosa.	2 - 3 %	530 msnm
4.	Gabro, andesita, basalto, en matriz arcillosa.	2 - 3 %	530 msnm
5.	Gabro, andesita, basalto, en matriz arcillosa.	2 - 3 %	530 msnm

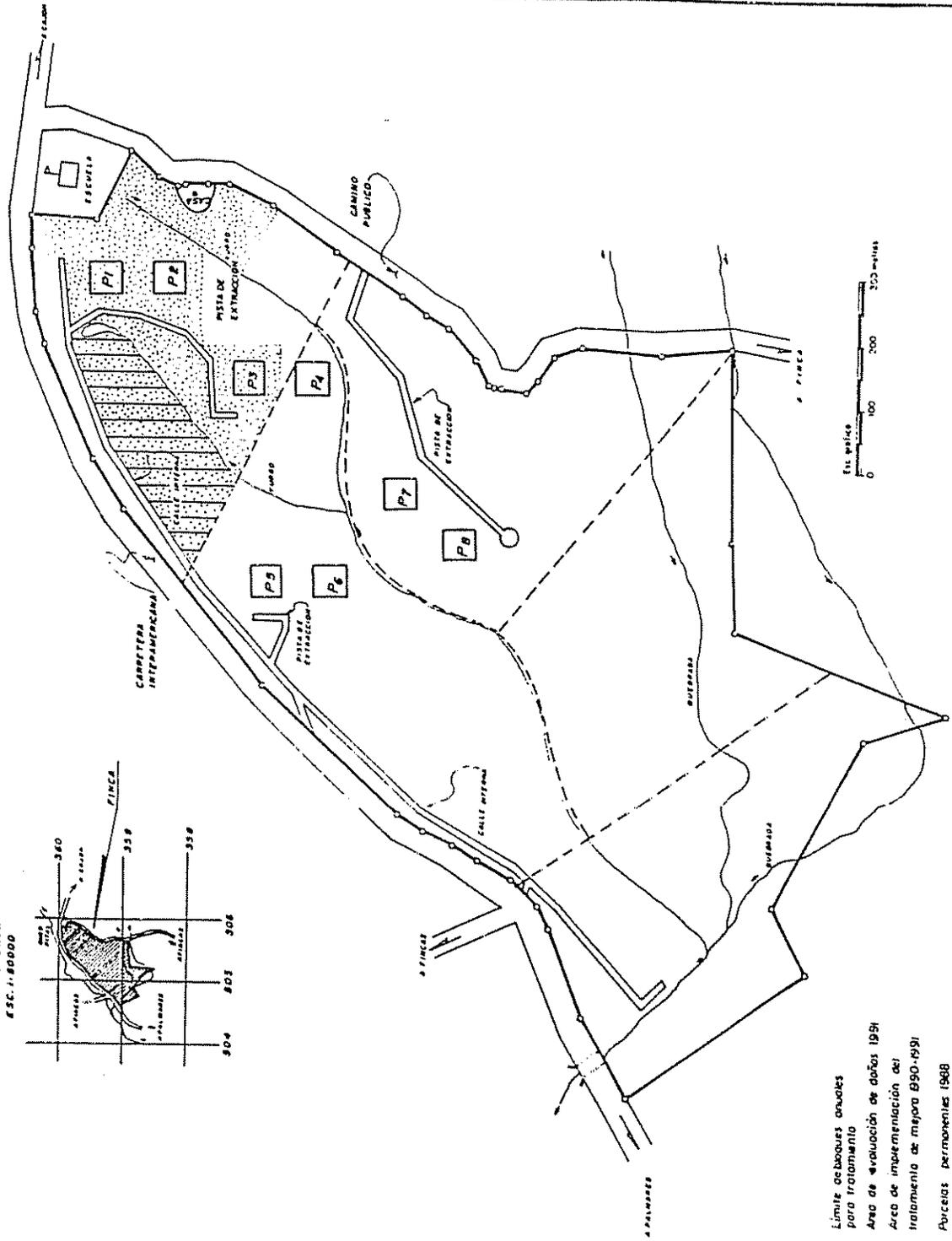
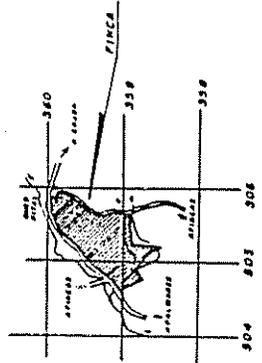
* Elaborado por el Ing. Jorge Nuñez, M Sc; como parte del informe de consultoría sobre clasificación de suelos en los sitios de investigación del proyecto MADELEÑA en Costa Rica. Proyecto MADELEÑA, CATIE 1990, Sin publicar

ANEXO 3

Mapas base de campo con la ubicación de las acciones principales llevadas a cabo en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, en el período 1988 - 1991, según lo considerado en el presente estudio.

LOCALIZACION

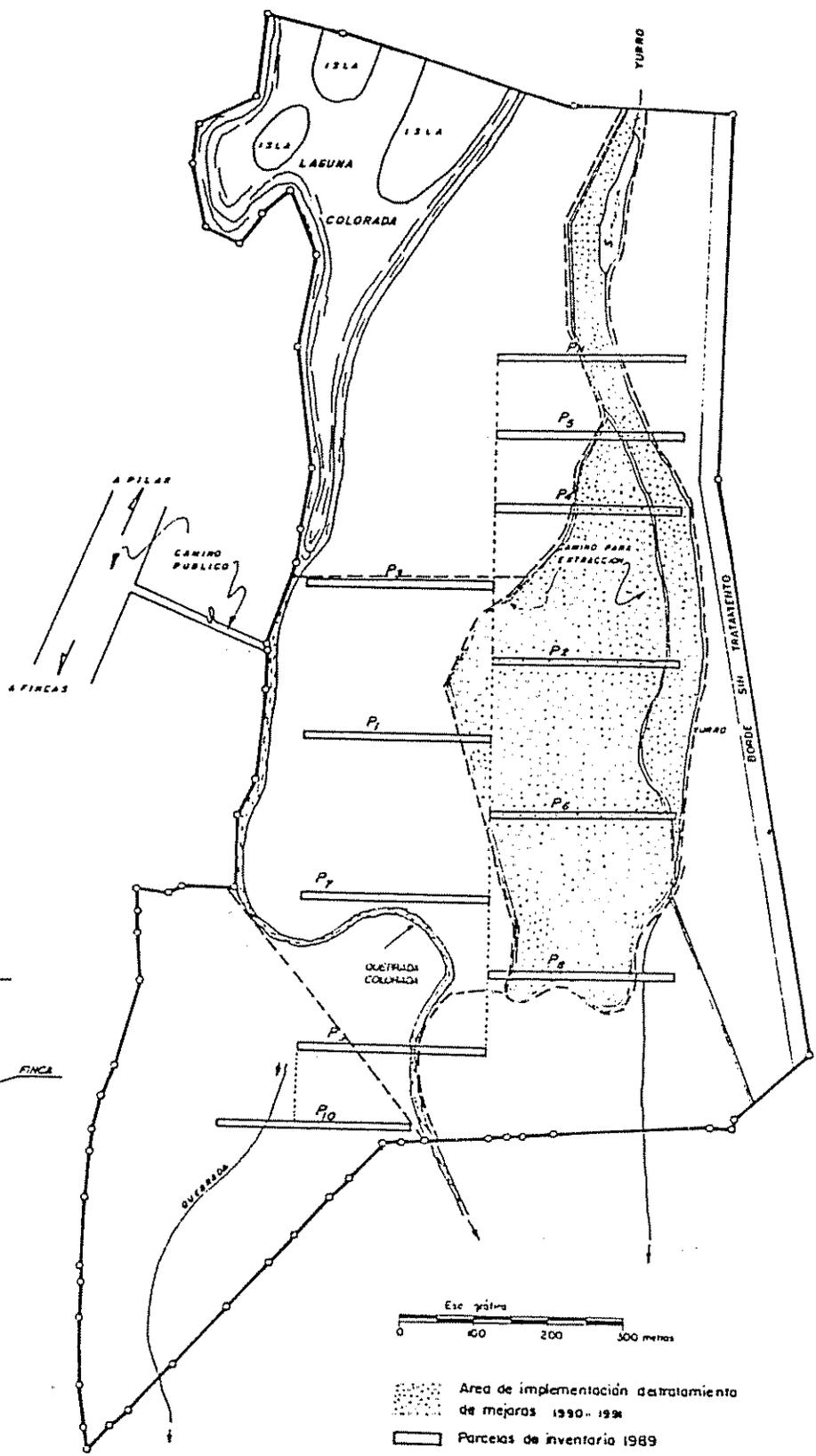
HOJA REPUNTA
ESC. 1:50000



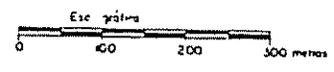
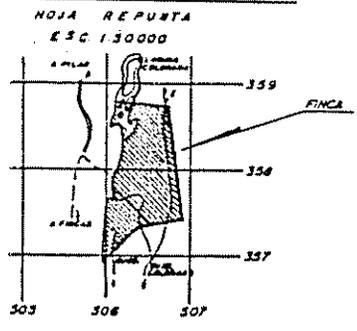
- Limite de bloques anuales para tratamiento
- ▭ Area de evaluación de daños 1991
- ▨ Area de implementación del tratamiento de mejora 1990-1991
- Parcelas permanentes 1988

MANEJO DE BOSQUE NATURAL SECUNDARIO PEREZ ZELEDON, AREA LA SANDIA PLANO BASE DE CAMPO	SITUACION PILAR
	DISTRITO DE CAJON
	CAMPO 19 PEREZ ZELEDON
FECHA: JULIO, 1989	
POR WANG SANCHEZ Y J. JOSE	

N



LOCALIZACION



- Area de implementación de tratamiento de mejaras 1990 - 1994
- Parcelas de inventario 1989
- Limite de bloques anuales para tratamiento

MANEJO DE BOSQUE NATURAL SECUNDARIO PEREZ ZELEDON, AREA LA LAGUNA PLANO BASE DE CAMPO	SITUACION: PILAR	FECHA: JULIO, 1989
	DISTRITO: OCAJON	
	CANTON: IS PEREZ ZELEDON	
	PROVINCIA DE SAN JOSE	

ANEXO 4

Formularios de campo usados para la evaluación de fustales, muestreo diagnóstico y conteos de regeneración, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

PROYECTO COSUDE. CODIGOS PARA FORMULARIO 1: VEGETACION NATURAL SECUNDARIA

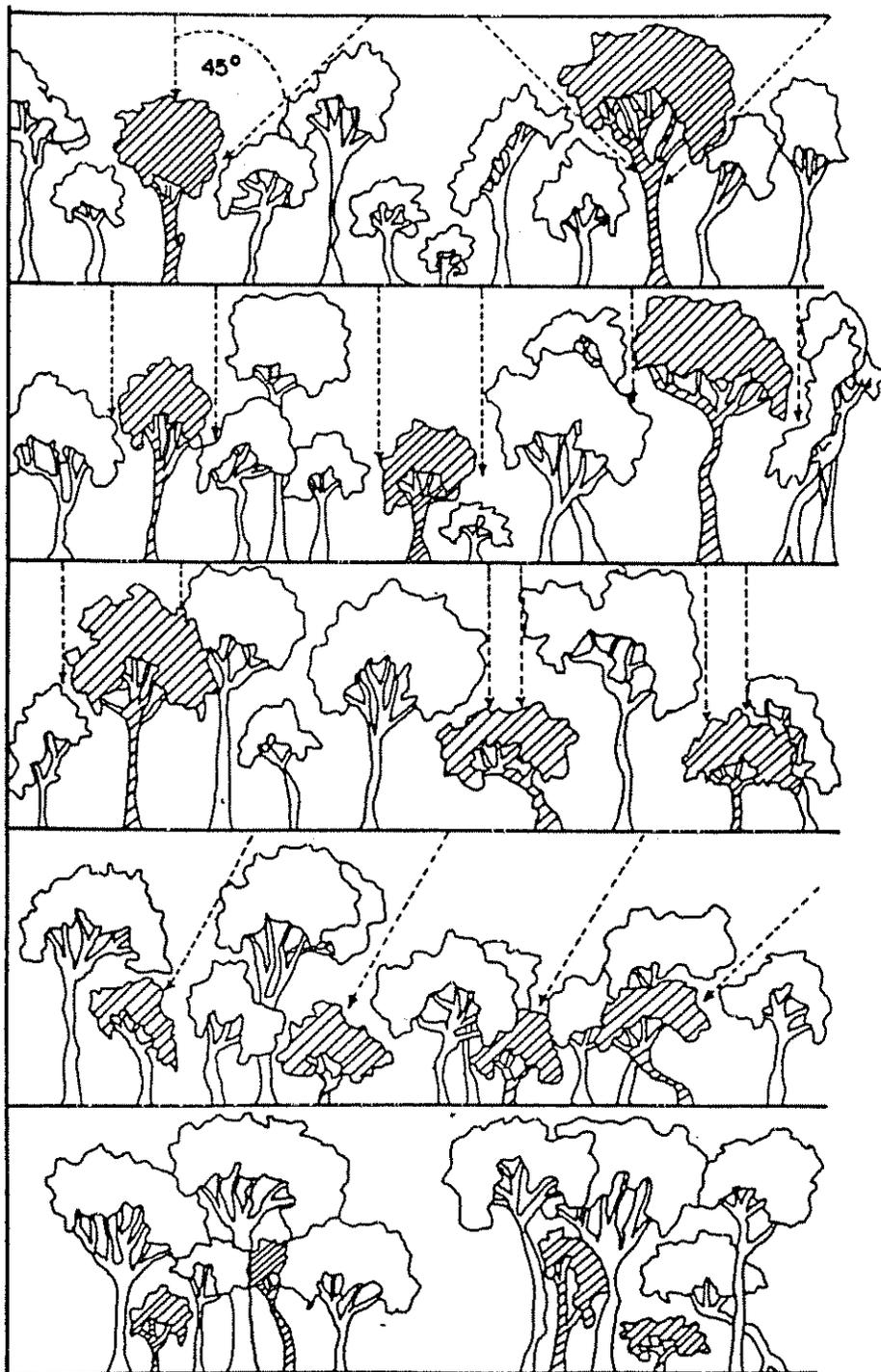
1. NIVEL DE ESTUDIO		2. DESEABLE SOBRESALIENTE		3. ILLUMINACION DE COPA		4. CLASE DE IDENTIDAD		Fuste		Tocon		No Encon trado	
NO. CODIGO	NO. CODIGO	NO. CODIGO	NO. CODIGO	NO. CODIGO	NO. CODIGO	NO. CODIGO	NO. CODIGO	Comp leto	Queb rado	Queb rado	Cort ado	NO. CODIGO	NO. CODIGO
10 x 10 m Arboles	1	Arbol 10-39 cm dap	1	Emergente	1	ARBOL: (10+cm dapcc) Subparcelas 10x10 m	111	112	113	114	119		
5 x 5 m Latizales	2	Latizal 5-9 cm dap	2	Plena Ilum Superior	2	Arb. Vivo en pie	121	122			129		
2 x 2 m Brinzales	3	Brinzal -4 cm dap	3	Alguna Ilum Superior	3	Arb. Vivo inclin. -29gr.	131	132			139		
1 x 1 m Plantulas	4	Parc. no contiene	9	Princ. Luz Oblicua	4	Arb. Vivo inclin. 30+gr.	141	142			149		
				Sin Ilum. Directa	5	Fuste curvado	151	152	153	164	159		
						Arb. muerto caido	161	162	163	164	169		
						Arb. muerto caido	171	172	173		179		
						REBROTOS: (10+cm dapcc)							
						Reb. Vivo en pie	211	212	213	214	219		
						Reb. Vivo inclin. -29gr.	221	222			229		
						Reb. Vivo inclin. 30+gr.	231	232			239		
						Reb. Vivo caido	241	242	243		249		
						Reb. muerto en pie	251	252	253	254	259		
						Reb. muerto caido	261	262	263		269		
						FUSTE: altura total mayor que 4 metros							
						TOCON: altura total menor que 4 metros							
						PALMAS: (altura hasta el punto final del fuste leñoso)							
						2m a.t. vivo en pie	511	512	513	514	519		
						2m a.t. vivo caido	521	522	523		529		
						2m a.t. muerto	531	532	533	534	539		
						0.30-1.99m. vivo e.p.	551	552	553	554	-		
						0.30-1.99m. vivo caido	561	562	563		-		
						5. CL. CALIDAD NO. DE FUSTE CODIGO							
						Act. Comercial	1						
						Comerc. en Futuro	2						
						Deformado	3						
						Dañado	4						
						Podrido	5						
						6. FORMA DE COPA COD.							
						Circ. completo	1						
						Circ. irregular	2						
						Medio circulo	3						
						Menos que 1/2 circ.	4						
						Pocas ramas	5						
						Princip. rebrotes	6						
						Vivo sin copa	7						
						7. TREPADORAS LEÑOSAS CODIGO							
						A. Ninguno visible en el fuste:							
						a) No visibles en copa	1						
						b) exist. en copa	2						
						c) cubr. 50+% copa	3						
						B. Sueltos en fuste:							
						a) No visibles en copa	4						
						b) exist. en copa	5						
						c) cubr. 50+% copa	6						
						C. Apretando fuste:							
						a) No visibles en copa	7						
						b) exist. en copa	8						
						c) cubr. 50+% copa	9						

ANEXO 5

Normas para evaluación de la iluminación y forma de copa de los árboles, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

ILUMINACION DE LA COPA

Adaptado por I. Hutchinson de: Uganda Silvicultural Research Plan 1959 - 63, App. 14, pág. 2.

1. Copa completamente libre

recibe luz directa vertical y horizontal, p.e.:

- emergente
- árbol pequeño en un claro

2. Copa completamente libre hacia arriba

recibe luz directa vertical no más, p.e.:

- árbol del dosel
- árbol pequeño en un claro mediano

3. Copa parcialmente libre hacia arriba

recibe poca luz directa vertical, p.e.:

- árbol del subdosel
- árbol pequeño en un claro pequeño

4. Copa parcialmente cubierta

recibe luz directa oblicua no más, p.e.:

- árbol del estrato arbóreo inferior cerca de un claro

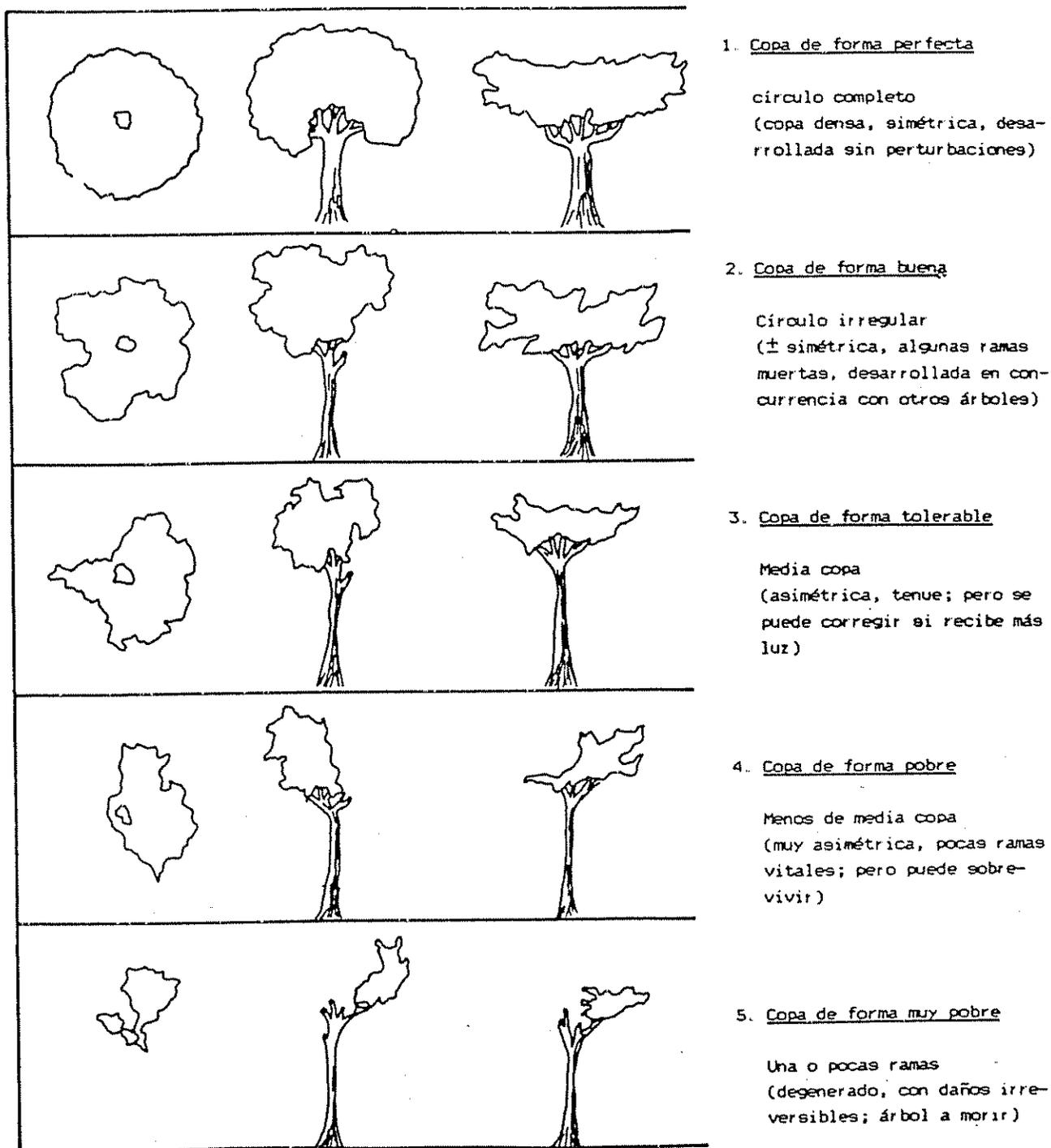
5. Copa completamente cubierta

no recibe luz directa, p.e.:

- árbol del estrato arbóreo inferior

FORMA DE LA COPA

Adaptado por I. Hutchinson de: Uganda Silvicultural Research Plan 1959 - 63, App. 14, pág. 3.



ANEXO 6

Metodología para selección de un deseable sobresaliente durante el muestreo diagnóstico.

Pasos a seguir*

El muestreo diagnóstico se realiza en unidades de 10 x 10 m, sobre transectos lineales de 10 m de ancho y longitud variable.

1. Cuando la parcela contiene un árbol que cumple los requisitos de un deseable sobresaliente:

El árbol a seleccionar tiene que ser el mejor ejemplar presente de las especies arbóreas de aceptación comercial, con las siguientes características:

- DAP de 10 cm o mayor, pero menor que el diámetro mínimo de corta.
- Fuste único, recto, sano, de buena forma, sin defectos mayores en la porción potencialmente comercializable.
- El fuste debe tener o indicar que tendrá una longitud de por lo menos cuatro metros libre de defectos y deformaciones.
- Copa bien formada y vigorosa.

2. Cuando la parcela no contiene fustal deseable, pero abarca un latizal que cumple con los requisitos:

Si en la parcela no hay un fustal adecuado para deseable sobresaliente, será necesario escoger uno entre los mejores latizales, que deberá tener las siguientes características:

- Especie de aceptación comercial.
- Dap entre 5,0 y 9,9 cm, fuste único, recto, sano, libre de defectos y deformaciones.
- Copa bien formada y vigorosa.

3. Cuando la parcela no contiene árbol ni latizal aceptable, pero sí un brinzal que cumple con los requisitos:

Si la parcela no contiene fustales ni latizales apropiados para deseables sobresalientes, será necesario buscar entre brinzales con la idea de seleccionar un deseable sobresaliente. Un brinzal está comprendido entre 30 cm de altura total y hasta dap de 4,9 cm.

* Tomado de I. Hutchinson. Notas para el curso Sistemas Silviculturales para Bosque Natural Tropical. CATIE, 1990.

Para un deseable sobresaliente, un brinzal debe tener las características siguientes:

- ser de una especie de aceptación comercial.
 - Tener un tallo único, recto, sin defectos visibles.
 - Copa bien formada y vigorosa.
4. Cuando la parcela no contiene árbol, latizal ni brinzal, aceptable como deseable sobresaliente:

Si la parcela no contiene una planta deseable sobresaliente de ninguna clase, se anota el dato. Anotarlo es importante porque ayuda a determinar la proporción del área que sería la más lenta en incorporarse en la producción del bosque.

ANEXO 7

Ejemplo de la lógica para verificación de los datos de campo, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

1. Un árbol con dap igual o mayor a 40 cm, normalmente no tendrá una iluminación de copa pobre, salvo casos en que se haya roto el fuste. Se manda imprimir todos los casos de árboles con $\text{dap} \geq 40$ cm e iluminación de copa mayor o igual a 3.
2. No debe existir un dap menor a 10 cm., así como superior a 70 cm según lo observado durante las mediciones. Se imprimirá los datos de árboles con esos datos.
3. En el bosque estudiado, es poco normal encontrar árboles de 30 cm de dap y formas de copa muy pobres. Se pide la impresión de árboles con $\text{dap} > 30$ cm y forma de copa igual o mayor a 4.
4. Si por error se anotó un código de iluminación que no existe, se manda imprimir los datos de ese registro.
5. Árboles de fuste roto con forma de copa que no les corresponde; por ejemplo un fuste roto con forma de copa de círculo completo no es correcto.
6. Al igual que el caso anterior, para los tocones rotos se puede conocer los que se les ha asignado por error una forma de copa que no corresponde.
7. Árboles con calidad de fuste mal codificado: ejemplo, uno listo para aprovechamiento, con código diferente de 1; se pide imprimir los árboles con $\text{dap} > 50$ cm y calidad de fuste diferente de 1.
8. Árboles cuyo diámetro superior es mayor que el dap, debe imprimirse para analizar el error.
9. Árboles con dap en la medición "n" menor que el que tuvo en la medición "n - 1" se imprime para verificación.

En todos los casos se pide imprimir el registro completo del árbol que corresponde a lo que se verifica. Luego se deberá analizar por separado cada caso.

La instrucción en lenguaje SAS será, por ejemplo:

```
IF DAP GT 30 AND FORMCOPA GT 4;*
PROC PRINT;
```

* dap = diámetro a la altura de pecho
 Formcopa = forma de la copa
 GT = mayor que, del inglés greather than

La salida, solo que en forma horizontal, presentará entre otras variables las siguientes:

Observación:	2
PARCELA:	1
Subparcela:	25
Fecha:	27 - 07 - 89
Número de árbol:	1
Clase de identidad de fuste:	112
Especie:	Anonillo
DAP:	30.3
Calidad de fuste:	2
Iluminación de copa:	1
Forma de la copa:	7

El dap y la forma de copa cumplen los requisitos pedidos, pero en el análisis que el encargado haga; debe notar que se trata de un fuste roto; lo cual se ve en la clase de identidad de fuste. Además, la iluminación de copa deja ver que se trata de un árbol en un claro.

En caso de no encontrarse la explicación en el registro, la observación se anota para su verificación en el campo.

ANEXO 8

Resultados del análisis estadístico realizado para datos de la condición inicial del bosque y los de la última evaluación considerada en el estudio. Dos y medio años para fustales y tres años en el caso de regeneración.

Se trata de parcelas completamente al azar, con dos tratamientos y cuatro repeticiones. En la última evaluación se redujo las repeticiones a tres por daños que causó el viento sobre una repetición en marzo de 1990.

VARIABLE	Condición inicial			condición final		
	Grados de libertad	CM	significancia ¹	Grados de libertad	CM	significancia ¹
No. de árboles	6	6272,00	NS	4	5642,67	NS
Area basal	6	0,00	NS	4	87,71	**
No. de especies	6	3,13	NS	4	3,13	NS
Regeneración total	5	21180385,71	NS	4	992792066,67	NS
Regeneración comercial	5	24235685,71	NS	4	209332266,67	NS
Regeneración otras especies	5	102900,00	NS	4	290371266,67	NS
Plántulas comercializables	5	1190476,19	NS	4	181500000,00	NS
Plántulas otras especies	5	847619,05	NS	4	80666666,67	NS
Brinzales comercializables	5	13761904,76	NS	4	666666,67	NS
Brinzales otras especies	5	6026785,71	NS	4	57041666,67	NS
Latizales comercializables	5	14193,33	NS	4	32666,67	*
Latizales otras especies	5	3733,33	NS	4	256266,67	*

- 1 *: significativo al 95%
 **: significativo al 99%
 NS: no significativo al 95%

La parcela ocho fue establecida tres meses después de las otras siete, por lo que no se incluyó en el análisis de regeneración bajo la condición inicial, de ahí que se tenga cinco grados de libertad.

ANEXO 9

Especies encontradas por grupo comercial, precio de mercado y grupo ecológico a nivel de fustales (≥ 10 cm de dap) en el bosque natural secundario de Coopemadereros en el período 1988-90 en Pérez Zeledón, Costa Rica.

La identificación de las especies a nivel de nombres vernáculos se hizo mediante el apoyo de personal de campo experimentado (vaquianos) y posteriormente con la colaboración del Ing. Nelson Zamora, Dendrólogo.

Los precios por pulgada maderera Tica (pMT), corresponde a lo que se pagó realmente en el aserradero de Coopemadereros. Son precios por pulgada puesta en el patio de la industria.

En cuanto al grupo ecológico, se tomó como referencia antecedentes de Manta (1988) presentados para un bosque secundario de 25 años, ubicado en la zona de Sarapiquí, Costa Rica. Para otras especies la clasificación del grupo ecológico se basó en los apuntes de clase del curso de Bases Ecológicas impartido por el Ecólogo Dr. Bryan Finegan del Programa de Maestría del CATIE y en base a observaciones del autor durante los tres años de trabajo de campo.

Grupo Comercial	Nombre Vernáculor	Precio de mercado ¢/pMT ¹	Nombre Técnico	Familia	Grupo Ecológico ²
COMSILV	Aceituno	12	<u>Simaruba glauca</u>	Simarubaceae	2
	Ajillo	12	<u>Pithecolobium macadendrum</u>	Mimosaceae	3
	Campano	16	<u>Laplacea fruticosa</u>	Theaceae	3
	Cerillo	12	<u>Symphonia globulifera</u>	Guttiferae	4
	Colorado	12	<u>Persea sp.</u>	Lauraceae	3
	Comenegro	12	<u>Lonchocarpus spp.</u>	Papilionaceae	4
	Chasparrio	10	<u>Alchornia latifolia</u>	Euphorbiaceae	3
	Chiricaño	16	<u>Humiriastrum diguense</u>	Humiriaceae	3
	Chumico	10	<u>Pourouma aspera</u>	Moraceae	3
	Fruta dorada	10	<u>Virola kosswilii</u>	Myristicaceae	4
		10	<u>Virola cebifera</u>	Myristicaceae	4
	Guanacaste blanco	10	<u>Enterolobium schomburgkii</u>	Mimosaceae	3
	Ira	14	<u>Nectandra white</u>	Lauraceae	4
	Ira	14	<u>Ocotea sp.</u>	Lauraceae	4
	Ira	14	<u>Ocotea insularis</u>	Lauraceae	4
	Ira	14	<u>Nectandra afim. membranacea</u>	Lauraceae	4
	Ira	14	<u>Nectandra sp.</u>	Lauraceae	4
	Ira carne	10	<u>Hasseltia floribunda</u>	Flacourtiaceae	3
	Lechoso	10	<u>Brosimum utile</u>	Moraceae	3
	Manteco	10	<u>Tapirira guianensis</u>	Meliaceae	3

Grupo Comercial	Nombre Vernácula	Precio de mercado €/pm ¹	Nombre Técnico	Familia	Grupo Ecológico ²
	Ocora	14	<u>Guarea glabra</u>	Meliaceae	5
	Pilón	17	<u>Hyeronima alchoroioides</u>	Euphorbiaceae	3
	Vainillo	12	<u>Stryphnodendrum exelsum</u>	Mimosaceae	2
COMOTR	Ratón papa	10	<u>Sterculia recordiana</u>	Sterculiaceae	3
	Fosforillo	10	<u>Didimopanax morototani</u>	Araliaceae	2
	Gallinazo	10	<u>Schyzolobium parahyba</u>	Caesalpiniaceae	2
	Guácimo blanco	10	<u>Goetalsia meianta</u>	Tiliaceae	2
	Jacaranda	10	<u>Jacaranda lasiogyme</u>	Bignoniaceae	2
	Mayo colorado	10	<u>Vochysia ferruginea</u>	Vochysiaceae	2
	Mayo colorado	10	<u>Vochysia hondurensis</u>	Vochysiaceae	2
OTRSP	Achiotillo	-	<u>Vismia macrophylla</u>	Guttiferae	2
	Anona de montaña	-	<u>Guateria recurvisepala</u>	Annonaceae	2
	Anolillo	-	<u>Guateria aeruginosa</u>	Annonaceae	9
	Anolillo	-	<u>Rollinia microsepala</u>	Annonaceae	2
	Cafecillo	-	<u>Casearia arborea</u>	Flacourtiaceae	9
	Caimito de montaña	-	<u>Chrysophyllum</u> sp.	Sapotaceae	2
	Canfin	-	<u>Protium</u> spp.	Burseraceae	5
	Camilla de mula	-	<u>Miconia chrysophylla</u>	Melastomataceae	9
	Guaba	-	<u>Inga thibaudiana</u>	Mimosaceae	9
	Guaba	-	<u>Inga</u> spp.	Mimosaceae	3
	Guaba	-	<u>Inga densiflora</u>	Mimosaceae	3
		-	<u>Capiris pittieri</u>	?	9
	Guatil	-	<u>Simira maxonii</u>	Rubiaceae	
	Higuerón	-	<u>Ficus coldasiana</u>	Moraceae	9
	Higuillo	-	<u>Miconia</u> spp.	Melastomataceae	9
	Ilex	-	<u>Pera arborea</u>	Euphorbiaceae	
	Lengua de vaca	-	<u>Miconia</u> sp.	Melastomataceae	9
		-	<u>Lindakeria laurina</u>	Flacourtiaceae	9
	Muñeco	-	<u>Cordia bicolor</u>	Boraginaceae	2
	Palomo	-	<u>Dendropanax arboreum</u>	Araliaceae	3
	Ojochillo	-	<u>Botacarpus</u> sp.	Moraceae	9
	Poste de corral	-	<u>Erythroxylum macrophyllum</u>		9
	Ratón danto	-	<u>Rouphala montana</u>	Proteaceae	9
		-	<u>Bullisia costaricensis</u>		9
		-	<u>Tapirira brenesii</u>		9
		-	<u>Symplocos povedae</u>		9

¹ pmT = pulgada maderera Tica (m³=464 pmT);

² Grupo ecológico:

2= heliófita durable de crecimiento rápido;

3= heliófita durable de crecimiento regular;

4= esciófita parcial

5= esciófita total

9= desconocido

ANEXO 10

Instrucciones para la aplicación del tratamiento de mejora en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Hay dos aspectos que debe definirse previamente, uno es el diámetro mínimo de aprovechamiento (50 cm con corteza en este caso) y la lista de especies a favorecer durante la liberación, serán especies a liberar si tienen valor comercial y pueden ser vendidas fácilmente en el mercado local.

El tratamiento se divide en dos pasos:

1. APROVECHAMIENTO

Se tala todos los árboles con dap al menos de 50 cm con corteza, medido a 1,3 m del suelo. Los comerciales serán llevados al aserradero, los otros se venderán para leña. Es importante cuidar que los árboles talados no caigan sobre los COMSILV de diámetro entre 10 y 49 cm, que son objeto de liberación para las cosechas futuras.

Consideraciones para el aprovechamiento y tala de árboles grandes

Por árboles grandes se define los de dap con corteza superior a 50 cm, bien sea de valor para trozas o leña.

- a. Todos los árboles comercializables de más de 50 cm deben talar, a no ser que haya otra instrucción bien clara. Ver puntos d y c.
- b. Al talar un árbol grande debe hacerse de forma que no dañe a los seleccionados para liberar, o que el daño sea mínimo. Ver punto c.
- c. Si el árbol grande a talar no es comercializable y no hay forma de evitar dañar a los COMSILV, entonces no lo corte y proceda a anillarlo.

Luego de talar un árbol, grande o pequeño, prepare los productos a extraer y picotee bien la ramazón que sobra; así se evita "marañas" que favorecen el desarrollo de bejucos y se acelera el proceso de descomposición de la hojarazca.

2. LIBERACION DE ARBOLES SELECCIONADOS

Liberar un árbol significa quitarle la competencia de los lados y por arriba de la copa.

Se selecciona un árbol para ser liberado si es de, o tiene:

- una especie COMSILV, de fácil venta y aceptación en la zona, vea listado en anexo 8.
- tronco sano, bien formado y entero.
- tronco que puede dar al menos una troza de 4 m.
- copa bien formada y vigorosa.
- posición vertical y estable, que indica que ese árbol puede llegar a ser cosechado.

Elección entre dos árboles deseables que están a menos de dos metros de distancia y del mismo valor comercial.

- a. Entre árboles seleccionados no debe haber menos de dos metros de distancia. Vea punto b.
- b. Al escoger entre dos árboles hay que buscar el de mayor diámetro, si son iguales, elija el de mejor copa; si las copas son iguales, entonces se conserva el de tronco más alto. Vea punto c.
- c. En caso de dos árboles deseables, próximos a alcanzar el diámetro mínimo de cosecha (30 a 49 cm), se conservará ambos.

Consideraciones para la liberación del árbol seleccionado

Los árboles seleccionados y favorecidos durante la liberación, son los que constituyen las cosechas futuras.

- a. Antes de marcar como seleccionado un árbol, asegúrese que su fuste está sano por todo lado, desde el nivel del suelo hasta la base de la copa.
- b. Se debe talar los árboles no seleccionados cuyas copas estén sobre la del que se desea liberar, o que compita lateralmente. Vea puntos c y d.
- c. Cuando el árbol a talar está atado por bejucos a un seleccionado, es preferible anillarlo (descascararlo) a talarlo.
- d. Si al decidir la caída de un árbol, no hay forma de evitar dañar a otros seleccionados, debe optarse por anillar al árbol en lugar de talarlo.
- e. El criterio de dos metros como mínimo entre árboles se aplica para los seleccionados; la cercanía del tronco, sin competencia de copa no es suficiente razón para eliminar a un árbol no seleccionado.

ANEXO 11

Distribución de la regeneración en las evaluaciones 3 y 6, por iluminación de la subparcela y grupo comercial, según tratamiento en las ppm del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Datos separados por plántulas, brinzales y latizales para el período de evaluación diciembre 1989 a junio 1991.

Los datos provienen de las ocho parcelas permanentes, aunque en la evaluación de junio 91 sólo corresponden a tres parcelas por tratamiento, debido a que vientos huracanados en marzo 1990 destruyeron una parcela en cada tratamiento.

Distribución de regeneración a nivel de plántulas por iluminación de la subparcela según valor comercial y medición para el período 1988-91, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica

(plántulas/ha)

TRATAM.	Medición	Valor comerc.	Iluminación de la subparcela					TOTAL	%
			Vert. lat. (2)	Vert. parc. (3)	Pr. lat. (4)	No Dir (5)			
Testigo	3	COMSILV	-	1000	2000	9500	12500	19	
		COMOTR	-	1500	3750	30500	35750	53	
		OTRSP	-	-	7500	11750	19250	28	
	4	COMSILV	-	500	3000	15250	18750	16	
		COMOTR	-	750	6750	65750	73250	64	
		OTRSP	-	750	6250	16500	23500	20	
	5	COMSILV	1750	1000	3250	7000	13000	20	
		COMOTR	1750	3750	8750	13000	27250	41	
		OTRSP	1250	6000	5500	13250	26000	39	
	6	COMSILV	-	1333	3333	1333	5999	12	
		COMOTR	1000	2000	6667	4000	13667	27	
		OTRSP	2667	14333	12000	1333	30333	61	
Tratado	3	COMSILV	-	6000	4000	-	10000	8	
		COMOTR	250	28750	18750	500	48250	39	
		OTRSP	2000	45750	15750	3500	67000	53	
	4	COMSILV	-	6250	2750	5500	14500	8	
		COMOTR	-	54000	16000	21000	91000	46	
		OTRSP	-	37500	17000	29750	84250	44	
	5	COMSILV	-	5750	1000	1750	8500	12	
		COMOTR	-	19750	6500	8750	35000	50	
		OTRSP	-	6500	4000	16500	27000	38	
	6	COMSILV	333	1333	4333	-	5999	9	
		COMOTR	2667	13333	8000	-	24000	35	
		OTRSP	2333	29667	4333	1333	37666	56	

Distribución de regeneración a nivel de brinzales por iluminación de la subparcela según valor comercial y medición para el período 1988-91, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica

(brinzales/ha)

TRATAM.	Medición	Valor comerc.	Iluminación de la subparcela					TOTAL	%
			Vert. lat. (2)	Vert. parc. (3)	Pr. lat. (4)	No Dir (5)			
Testigo	3	COMSILV	-	125	250	4187	4562	39	
		COMOTR	-	63	-	500	563	5	
		OTRSP	-	313	687	5625	6625	56	
	4	COMSILV	-	-	1125	2563	3688	36	
		COMOTR	-	-	125	250	375	4	
		OTRSP	-	-	1063	5188	6251	60	
	5	COMSILV	167	500	1000	3438	5125	47	
		COMOTR	62	63	313	188	626	6	
		OTRSP	125	250	1250	3563	5188	47	
	6	COMSILV	1083	667	1583	1333	4666	32	
		COMOTR	917	333	417	333	2000	14	
		OTRSP	917	1000	4583	1333	7833	54	
Tratado	3	COMSILV	-	2313	1613	187	4313	34	
		COMOTR	63	562	375	-	1000	8	
		OTRSP	1250	4875	2125	125	8375	58	
	4	COMSILV	-	1750	1125	1125	4000	23	
		COMOTR	-	750	375	188	1313	7	
		OTRSP	-	8063	2625	1750	12438	70	
	5	COMSILV	-	2188	1250	1125	4563	23	
		COMOTR	-	1625	188	188	2001	10	
		OTRSP	-	6750	3625	3125	13500	67	
	6	COMSILV	167	3917	1000	417	6501	29	
		COMOTR	583	1000	250	-	1833	8	
		OTRSP	1667	9063	3000	250	14000	63	

Distribución de regeneración a nivel de latizales por iluminación de la subparcela según valor comercial y medición para el período 1988-91, en el bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica

(latizales/ha)

TRATAM.	Medición	Valor comerc.	Iluminación de la subparcela					TOTAL	%
			Vert. lat. (2)	Vert. parc. (3)	Pr. lat. (4)	No Dir (5)			
Testigo	3	COMSILV	-	-	20	110	130	30	
		COMOTR	-	-	-	10	10	2	
		OTRSP	-	20	10	260	290	68	
	4	COMSILV	-	-	20	110	130	30	
		COMOTR	-	-	-	10	10	2	
		OTRSP	-	-	60	240	300	68	
	5	COMSILV	-	10	30	90	130	32	
		COMOTR	-	-	-	10	10	2	
		OTRSP	40	10	60	160	270	66	
	6	COMSILV	27	40	67	13	147	30	
		COMOTR	-	-	-	-	-	-	
		OTRSP	27	27	107	80	341	70	
Tratado	3	COMSILV	-	70	50	20	140	27	
		COMOTR	-	70	20	-	90	17	
		OTRSP	-	200	80	10	290	56	
	4	COMSILV	-	20	60	50	130	22	
		COMOTR	-	20	40	40	100	17	
		OTRSP	-	110	120	140	370	61	
	5	COMSILV	-	30	50	-	80	13	
		COMOTR	-	50	10	70	130	21	
		OTRSP	-	90	150	160	400	66	
	6	COMSILV	27	107	40	13	187	20	
		COMOTR	13	53	40	-	106	11	
		OTRSP	53	413	173	13	652	69	

ANEXO 12

Distribución de costos e ingresos medios por hectárea en el tratamiento de mejora silvicultural, aplicado al bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Caso 1. Con mercado para leña

Fuente	Detalle	Monto ¢	% del total
Costos			
Fijos	- Aplicar tratam.1/	700	1
	- Vigilancia y Mant. Cam.	1800	3
	- Plan Manejo y Muestreo D.	1600	2
	- Asistencia Técnica	1800	3
	Subtotal	5900	9
Variables	- Impuesto Forestal	1060	2
	- Tala y prep. trozas	3920	6
	- Pica de leña	4022	6
	- Obreros en general	10122	15
	- Pólizas de riesgos	394	-
	- Insumo y operc. motosierra	3237	5
	- Arrastre y carga de trozas	8512	13
	- Transporte trozas	8512	13
	- Transporte leña	19800	30
	Subtotal	59579	91
	Costo Total	65479	
Ingresos			
	- Venta de trozas	52970	47
	- Venta de leña	59400	53
	Ingreso Total	112370	100

1/ Bajo este rubro se ha considerado:
 - depreciación de equipo y herramientas
 - demarcación de bloques y mercado del tratamiento
 - administración

Caso 2: Sin mercado para leña

Fuente	Detalle	Monto ¢	% del total
Costos			
Fijos	- Aplicar tratam.1/	700	2
	- Vigilancia y Mant. Cam.	1800	6
	- Plan Manejo y Muestreo D.	1600	5
	- Asistencia Técnica	1800	6
	Subtotal	5900	19
Variables	- Impuesto Forestal	1060	3
	- Tala y prep. trozas	3920	12
	- Pólizas de riesgos	394	1
	- Insumo y operc. motosierra	3237	10
	- Arrastre y carga de trozas	8512	27
	- Transporte trozas	8512	27
	Subtotal	25635	81
	Costo Total	31535	
Ingresos			
	- Venta de trozas	52970	100

1/ Ver caso anterior

ANEXO 13

Algunos bienes y servicios directos e indirectos del bosque natural secundario de Coopemadereros en Pérez Zeledón, Costa Rica

1. Fuente de empleo para la comunidad, sobretodo en el período de verano; cuando hay subutilización de la mano de obra local.
2. Productos para artesanía o pequeña industria local, como bejuco y madera de pequeñas dimensiones.
3. Abastecimiento de leña y madera rolliza para actividades y obras comunales de la localidad: escuela, turnos, o bien abastecer la leña para consumo familiar local.
4. Estabilidad del caudal de quebradas y aseQUIAS, lo cual favorece la producción agrícola en época seca, así como el abastecimiento de agua de mayor calidad para consumo humano.
5. Reducción en el deterioro del suelo al no propiciarse el cambio de uso.
6. Materia prima que activa una cadena de actividades comerciales, industriales y de la construcción que ocupa a gran número de los trabajadores en la región.
7. Mantiene y garantiza un paisaje más saludable y agradable al común de la población y viajeros de la carretera interamericana.
8. Propicia la biodiversidad florística y faunística al brindar un refugio cuyo manejo sigue la estrategia sucesional natural.
9. Puede servir como barrera viva que reduce la propagación de incendios, plagas y enfermedades, sobretodo en la producción agropecuaria.
10. Puede servir como centro de esparcimiento y recreo para las poblaciones aledañas o los transeuntes.
11. Brinda oportunidad de capacitar y adiestrar a diferentes niveles, sobre ramas muy variadas como biología, ecología, ornitología, dendrología y otros.
12. Funciona como laboratorio vivo para estudios diversos y permite generación de experiencias e información que fortalecen y mejoran el conocimiento acerca del aprovechamiento, manejo y conservación de esos recursos.
13. Centro de abastecimiento de plantas medicinales.