

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y
ENSEÑANZA (CATIE)
PROGRAMA DE ENSEÑANZA
ÁREA DE POSGRADO**

**ANÁLISIS DEL EFECTO INICIAL DE UN
TRATAMIENTO DE LIBERACIÓN, SOBRE LA
REGENERACIÓN ESTABLECIDA EN UN BOSQUE
HÚMEDO TROPICAL APROVECHADO EN RÍO SAN
JUAN, NICARAGUA**

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

Magister Scientiae

por


ALEJANDRO CESAR MEJIA CASCO

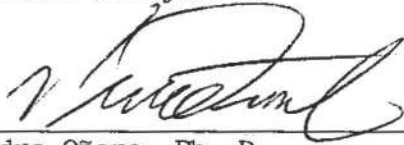
**Turrialba, Costa Rica
1994**

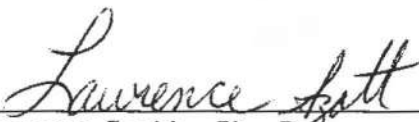
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

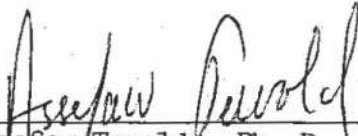
MAGISTER SCIENTIAE

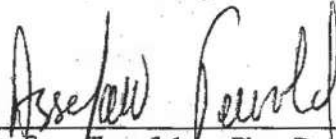
FIRMANTES:



César Sabogal, Ph. D.
Profesor Consejero


Pedro Oñoro, Ph. D.
Miembro Comité Asesor


Lawrence Szott, Ph. D.
Miembro Comité Asesor


Assefaw Tewolde, Ph. D.
Jefe, Area de Postgrado


Assefaw Tewolde, Ph. D.
Director, Programa de Enseñanza


Alejandro César Mejía Casco
Candidato

DEDICATORIA

A mi querido padre Alejandro (*in memoriam*), que en los momentos difíciles siempre me repetía un verso muy conocido, que dice "*El ave canta aunque la rama cruja porque sabe lo que son sus alas*". A mi adorada madre Herlinda, con amor, admiración y eterna gratitud, por haberme brindado, con su abnegación, la oportunidad de tener un futuro mejor.

A Maria Angeles, con mucho amor por su comprensión, paciencia y apoyo en momentos difíciles de mi vida.

A mis hijos Yasmina Alexandra, Alejandro César y Rubén Alberto, con un incommensurable amor, porque son el mejor resultado que la vida me ha dado.

A mis ocho hermanos, de quienes he aprendido mucho y le han dado alegría a mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este trabajo de investigación, especialmente al Dr. César Sabogal, mi profesor consejero, ejemplo de férreo empeño, entusiasmo y dedicación; al Dr. Pedro Oñoro, por su enorme apoyo brindado como asesor en estadística y como amigo; al Ph.D Laurence Szott, asesor en Ecología Forestal y amigo, y al M.Sc. Romeo Solano Líder del Proyecto CATIE/AFN/SAREC, quien no dudó un momento en brindarme su apoyo y amistad.

A la Agencia Sueca para el Desarrollo de la Investigación en Países en vías de Desarrollo (SAREC), quien a través del Proyecto Trópico Húmedo de la UCA/NICARAGUA, financió mis estudios de Maestría.

Al Proyecto Trópico Húmedo/UCA por su apoyo técnico y a todo su personal técnico, en especial a Armando Castañeda por sus consejos, amistad y desinteresada colaboración; al M.Sc. Carlos Ruiz por su colaboración y apoyo y al Lic. Alfonso Castillo por su apoyo. Deseo hacer una mención especial a los obreros de campo "mudos protagonistas" de los proyectos que operan en el sitio, en especial a Cristóbal Góngora (vaqueano), Francisco Guido (medidor), Alberto Arguello (vaqueano) y Abraham Marín. todos ellos colaboraron en la recolección de los datos de campo

A IRENA/SI-A-PAZ Regional, por su contribución logística, mereciendo un reconocimiento especial el Ing. Leonel Ubau y el Ing. Renato Padilla, por su incondicional apoyo.

Al Proyecto CATIE/AFN/SAREC, por su apoyo brindado en todo momento, agradezco la colaboración de todo su personal, en especial a Javier Brenes que en momentos que laboró para el proyecto me ayudó mucho en los servicios de fotocopiado y de cómputo.

Al Proyecto CATIE/RENARM/Producción de Bosques Naturales, por su apoyo técnico y económico, a todo su personal por su colaboración y amistad, especialmente al Programador Hugo Brenes, quien estructuró mi base de datos e hizo los análisis preliminares de la información. A Martín Artavia, asistente del Proyecto CATIE/COSUDE/Silvicultura de Bosques Naturales, quien hizo la identificación botánica de las especies encontradas en el estudio.

A mis compañeros de promoción, por todos los esfuerzos conjuntos realizados, para que nuestra estadía en CATIE, fuera más fructífera

BIOGRAFIA

El autor nació en 1958, Jinotega, Nicaragua. Hijo de Alejandro Mejía Alfaro (in memoriam) y Herlinda Casco. Realizó estudios de primaria y secundaria en el Colegio La Salle y el Instituto Nacional Benjamín Zeledón. del Departamento de Jinotega.

Ingresó a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Centroamericana (UCA), en 1979, donde se graduó como Licenciado en Ecología y Recursos Naturales con mención en Cuencas Hidrográficas y Bosques.

De 1981 a 1982 trabajó como asistente investigador en los Proyectos Leña del Instituto Nacional de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA).

Durante 1983 trabajó como miembro del equipo planificador de la Dirección de Servicios de Parques Nacionales del IRENA.

A partir de 1984 trabaja para la Universidad Centroamericana, como profesor de Estadísticas aplicadas, Mensuración e Inventario Forestal y Ecología, asumiendo a la vez diferentes responsabilidades. En 1987, asume la Dirección del Departamento de Cuencas Hidrográficas y bosques de la UCA. En 1989, es nombrado Coordinador del componente forestal del Proyecto Trópico Húmedo UCA/CATIE/SAREC.

En 1991, ingresa al Programa de Maestría del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), obteniendo el grado de Magister Scientiae en el área de Sistemas de Producción Agropecuaria Sostenible con énfasis en Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales en 1994.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xv
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Hipótesis	2
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Aprovechamiento forestal en bosque húmedo tropical y sus efectos en el bosque residual.....	3
2.2 Técnicas silviculturales en bosque húmedo tropical y sus efectos	4
2.2.1 Definición y tipos de técnicas silviculturales	4
2.2.2 Casos en la aplicación de algunas técnicas silviculturales.....	6
2.2.2.1 El sistema silvicultural CELOS en Surinam	6
2.2.2.2 Silvicultura y manejo forestal para producir madera en Pérez Zeledón, Costa Rica.....	7
2.3 Descripción y análisis de cambios en la vegetación.....	7
2.3.1 Composición florística.....	8
2.3.2 La estructura horizontal.....	8
2.3.3 Crecimiento	11
2.3.4 Mortalidad y reclutamiento.....	12
3 MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Ubicación y características del sitio	13
3.2 Actividades preliminares.....	17
3.2.1 Objetivo del ensayo	17
3.3 Descripción del diseño experimental del ensayo	17
3.3.1 Aplicación del tratamiento silvicultural.....	18

3.4	Mediciones realizadas y variables medidas.....	19
3.5	Metodología de evaluación.....	20
3.5.1	Recolección de datos.....	20
3.5.2	Evaluación.....	23
3.5.2.1	Parámetros dasométricos de organización horizontal del total y por grupo de especies.....	23
3.5.2.2	Estado silvicultural	25
3.5.2.3	Determinación de incrementos de diámetro, del área basal y cambios en la clase de iluminación y forma de copa.....	26
3.6	Análisis de datos.....	26
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
4.1	Características de la población de árboles (dap 10 cm) del bosque primario aprovechado.....	28
4.1.1	Composición florística.....	28
4.1.2	Estructura horizontal.....	31
4.1.3	Reclutamiento y mortalidad.....	34
4.1.4	Crecimiento diamétrico y de área basal de todas las especies.....	36
4.1.5	Crecimiento diamétrico y área basal de especies comerciales.....	38
4.1.5.1	Parcelas testigo y parcelas tratadas	38
4.1.5.2	Comparación entre tratamientos	41
4.1.5.3	Relación entre los incrementos anuales de especies comerciales y variables independientes.....	42
4.1.6	Cambios en la clase de iluminación y forma de copa.....	44
4.1.7	Arboles tratados silviculturalmente.....	49
4.1.8	Discusión.....	50
4.1.8.1	Variabilidad florística y organización horizontal.....	50
4.1.8.2	Incrementos diamétricos y cambios en la iluminación y forma de copa	51
4.1.8.3	Aspectos silviculturales.....	53

4.2	Caracterización de la población de regeneración de especies comerciales.....	53
4.2.1	Comparación florística y densidad de especies comerciales.....	54
4.2.1.1	Parcelas testigo	54
4.2.1.2	Parcelas tratadas	57
4.2.1.3	Comparación entre tratamientos	61
4.2.1.4	Discusión.....	63
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
6.	BIBLIOGRAFIA REVISADA.....	66
	ANEXOS.....	69

LISTA DE CUADROS

1.	Distribución diamétrica de todos los árboles (N, 1 ha ⁻¹), por grupo comercial y por grupo ecológico en un bosque primario aprovechado en La Lupe, Río San Juan.....	29
2.	Número de especies (sp), número de árboles (N, 1 ha ⁻¹) y área basal (G, m ² ha ⁻¹) en los tres períodos de medición.....	29
3.	Distribución del número promedio de árboles (N, 1 ha ⁻¹) y área basal (G, m ² ha ⁻¹) por clase de diámetro (1 a 6), de las especies más abundantes. (Datos de seis parcelas permanentes de 1 ha cada una).....	30
4.	Especies comerciales y potenciales encontradas en las parcelas de medición permanente (PMP)	31
5.	Distribución del total de árboles por tratamiento y por parcela, en los tres años de medición.....	32
6.	Distribución del número de árboles (N, 1 ha ⁻¹) por clases de diámetro, grupo comercial y tratamiento al final de las mediciones	33
7.	Distribución del área basal (m ²) por tratamiento y por parcelas en los 3 años de medición.....	34
8.	Distribución de la mortalidad de árboles (N, 1 ha ⁻¹) por categorías diamétricas, por tratamiento y diferentes períodos de medición.....	35
9a.	Crecimiento diamétrico medio anual por especies comerciales y categorías diamétricas en parcelas tratadas.....	40
9b.	Crecimiento diamétrico medio anual por especies comerciales y categorías diamétricas en parcelas testigo	40

10.	Resumen de datos de correlación entre el crecimiento diamétrico, área basal y las variables independientes en estudio, por grupo ecológico antes y después del tratamiento.....	43
11.	Incrementos del área basal (m ²) según la clase de diámetro, por parcelas de tratamiento y grupos ecológicos en el período de 1991/1992.....	43
12.	Incrementos del área basal (m ²) por clase de iluminación de copa, por parcelas de tratamiento y grupos ecológicos en el período 1992/1993	44
13.	Incrementos del área basal (m ²) por forma de copa, por parcelas de tratamiento y grupos ecológicos, entre el período de 1992/1993.....	44

LISTA DE FIGURAS

1.	Desarrollo proyectado del área basal de todas las especies comerciales bajo el sistema silvicultural celos propuesto para la región de Mapane, Surinam	11
2.	Localización de la Región Sur Este de Nicaragua.....	14
3.	Estaciones pluviométricas e isoyetas de precipitación total anual (en milímetros), (MAG, 1978).....	15
4.	Distribución del número de árboles por clases diamétricas y por tratamiento en los diferentes años de medición en un bosque primario intervenido en La Lupe, Río San Juan.....	32
5.	Comparación del incremento del diámetro para todas las especies entre tratamientos por períodos de medición (a), y entre períodos de medición por tratamiento	37
6.	Comparación del incremento medio anual (1991/1993) de todas las especies entre clases diamétricas y por tratamientos.....	38
7.	Incrementos diamétricos por períodos de medición, por tratamiento y por clase de diámetro para especies comerciales.....	41
8.	Comparación de los cambios de iluminación de copa de los árboles, antes y después de la aplicación del tratamiento (1991/1993) y por parcelas de tratamiento en el	45
9a.	Comparación de la clase de iluminación de los árboles por clases diamétricas, antes de aplicado el tratamiento (1991).....	46
9b.	Comparación de la clase de iluminación de los árboles por clases diamétricas, después de aplicado el tratamiento (1993)	46
10.	Cambios de la forma de copa de los árboles de especies comerciales, antes y después de la aplicación del tratamiento (1991/1993)	47
11a.	Comparación de la forma de copa de los árboles por clase diamétrica, antes del tratamiento (1991) y por tratamiento	48

11b.	Comparación de la forma de copa de los árboles por clases de diámetro y por tratamiento después de aplicado el tratamiento (1993).....	49
12.	Distribución porcentual de árboles afectados por anillamiento y envenenamiento en parcelas tratadas.....	50
13.	Número de individuos ha ⁻¹ de brinzales y latizales de especies de interés comercial actual en los tres períodos de medición.....	54
14.	Cambios en las clases de iluminación de la regeneración (latizales y brinzales) de especies de interés comercial actual en el tiempo.....	55
15.	Comparación de los cambios de clases de iluminación, antes y después de aplicado el tratamiento (1991/1993), de las especies de latizales más importantes	56
16.	Comparación de los cambios de iluminación antes y después de aplicado el tratamiento (1991/1993) de las especies de brinzales más importantes	57
17.	Número de individuos ha ⁻¹ de brinzales y latizales de especies de interés comercial actual,, en los tres períodos de medición (1991/1993).....	58
18.	Cambios en las clases de iluminación de la regeneración (latizales y brinzales) de especies de interés comercial actual, antes y después del tratamiento (1991/1993).....	59
19.	Comparación antes y después de la aplicación del tratamiento 1991/1993 de los cambios de clases de iluminación de las especies de latizales más importantes	60
20.	Comparación de los cambios de iluminación antes y después de aplicado el tratamiento (1991/1993), de las especies de brinzales más importantes	61

MEJIA, A. C. 1994. Análisis del efecto inicial de un tratamiento de liberación, sobre la regeneración establecida en un bosque húmedo tropical aprovechado en Río San Juan, Nicaragua.

RESUMEN

PALABRAS CLAVES: TRATAMIENTO SILVICULTURAL DE LIBERACION, CRECIMIENTO DIAMETRICO, REGENERACION, BOSQUE TROPICAL HUMEDO, NICARAGUA

El trabajo presenta la evaluación inicial del tratamiento silvicultural de liberación aplicado a un bosque primario aprovechado 8 años atrás, en el sitio conocido como "La Lupe", Río San Juan, al sureste de Nicaragua.

El ensayo se instaló en 1991 sobre una superficie de 15 ha. En 1992 se aplicó un tratamiento silvicultural dirigido a liberar los árboles con características de "deseable sobresaliente". Para determinar el efecto del tratamiento sobre el crecimiento diamétrico y del área basal de los árboles de interés comercial actual, se comparó únicamente los árboles que fueron liberados con los árboles de las mismas especies, agrupados por grupos ecológicos y clases diamétricas, Para el resto de variables analizadas, se hizo una comparación, en base a inventarios de la vegetación, utilizando para ello parcelas de tamaño variable.

En el bosque estudiado predomina la esciófita parcial *Pentaclethra maculosa* (Mimosaceae) y entre las especies de interés comercial actual *Carapa guianensis* (Meliaceae), tanto en la población de árboles como en la regeneración.

Aunque no se detectó efecto del tratamiento silvicultural sobre el crecimiento diamétrico de los árboles de especies comerciales, sí hay efectos en los cambios de iluminación de las copas. Los cambios que se podrían ejercer sobre el crecimiento a través del tratamiento, a un año de su aplicación, son imperceptibles.

El crecimiento promedio (incremento en 3 años) en diámetro de especies comerciales, oscila entre los 0.20 y 0.85 cm/año, siendo la especie con mayor crecimiento la esciófita parcial *Tetragastris panamensis*, con un promedio de 0.67 cm/año, seguida de *Virola koschnyi*, otra esciófita parcial. En las parcelas tratadas, la clase de diámetro 30-39.9 cm dap muestra el mayor incremento diamétrico de 0.6 cm/año.

Los factores clase de iluminación de la copa, forma de la copa y el diámetro inicial de los árboles, son los que más están influyendo sobre el crecimiento diamétrico de los árboles.

En parcelas tratadas, los latizales más abundantes, *Carapa guianensis* y *Virola koschnyi* (Myristicaceae), representan el 68 %, (44 individuos ha⁻¹) del total de latizales comerciales. En 1991, el número de brinzales de estas especies era de 947 individuos ha⁻¹, para 1993, esta cantidad ascendió a 1273 individuos ha⁻¹, un incremento del 36 %. En parcelas testigo, estas mismas especies significan el 52 %, (25 individuos ha⁻¹). Una tendencia similar muestran los brinzales de estas dos especies, que son también las más abundantes en las parcelas testigo.

Los brinzales de las parcelas de tratamiento muestran una respuesta positiva en términos de cambios de iluminación. El 42 % del total de los brinzales ha⁻¹ tienen buenas condiciones de iluminación, mientras que en las parcelas testigo, únicamente el 26 % del total de brinzales ha⁻¹ tienen buenas condiciones de iluminación, lo que no ocurre con los latizales.

En base a los resultados, se puede observar que el bosque aprovechado tiene un considerable potencial en la regeneración de especies de interés comercial actual y, si tomamos en cuenta las considerables existencias de la regeneración de especies con potencial comercial, especialmente *Dipteryx panamensis* (Caesalpinaceae) y *Dialium guianensis* (Caesalpiniaceae) el valor del bosque aumenta considerablemente. Esta situación justificaría la necesidad de aplicar un tratamiento silvicultural con énfasis a favorecer a la población de regeneración, lo que a su vez permite asegurar y aumentar la productividad para cosechas futuras rentables y sostenibles.

Los resultados de la evaluación nos indican que, en términos del crecimiento en diámetro de las especies con interés comercial el tratamiento silvicultural no ha ejercido ningún efecto significativo, principalmente porque el tiempo transcurrido después de aplicado el tratamiento es relativamente corto y el nivel de intervención a causa del tratamiento mismo es muy bajo.

MEJIA, A.C. 1994. Analysis of the initial effect of a liberation treatment on existing tree regeneration in a previously exploited humid tropical forest, Río San Juan, Nicaragua.

SUMMARY

KEY WORDS: LIBERATION SILVICULTURAL TREATMENT, DIAMETER GROWTH, REGENERATION, HUMID TROPICAL FOREST, NICARAGUA.

This study represents the initial evaluation of the effect of a liberation silvicultural treatment applied 8 years after the selective exploitation of a primary forest ("La Lupe"), located in Río San Juan in southeastern Nicaragua.

The trial was installed in 1991 in an area of 15 ha. In 1992, a silvicultural treatment, whose purpose was to liberate commercially desirable trees, was applied. The effect of the liberation treatment was measured by comparing the diameter growth and changes in basal area of trees of the same species, grouped by diameter class and ecological classification, that were either liberated or untreated. Changes in populations of seedlings (dbh < 5 cm and height > 1.5 m) and saplings (5.0 - 9.9 dbh) were also compared via the use of periodic inventories based on smaller plots.

Pentaclethra maculosa (Mimosaceae), a partially shade tolerant species, and *Carapa guianensis* (Meliaceae), a commercially important species, dominated the adult tree population as well as the smaller regeneration.

Canopy illumination increased after the application of the liberation treatment, but had no significant effect upon the diameter growth of the commercial species. Changes in tree growth, one year after treatment application, were imperceptible.

Average diameter growth of commercial species in the control treatment during three years ranged from 0.20 to 0.85 cm y⁻¹; *Tetragastris panamensis* had the highest growth rate (0.67 cm y⁻¹), followed by *Virola koschnyi*, both partially shade tolerant species. In the liberation treatment, trees in the 30 to 39.9 cm dbh diameter class grew the quickest (0.60 cm y⁻¹).

Factors such as the canopy illumination class, canopy form, and initial diameter appear to have the greatest influence upon tree diameter growth.

In the liberation treatment, saplings of the most abundant species, *Carapa guianensis* and *Virola koschnyi*, accounted for 68% (44 individuals ha⁻¹) of the total population of saplings of commercial species. In 1991, before liberation, there were 947 seedlings ha⁻¹; in 1993, there were 1273 seedlings ha⁻¹, an increase of 36%. In the control treatment, the same species accounted for 52% (25 individuals ha⁻¹) of the total sapling population; they also dominated the seedling population.

Changes in illumination of the seedling population in the liberation treatment occurred. Forty-two percent of the seedlings in the liberation treatment were well-illuminated compared to 26% of the seedlings in the control. This effect was not observed in the sapling size class.

These results suggest that the regeneration of commercial species in a previously selectively exploited forest is potentially large and economically valuable, especially if potential commercial species such as *Dipteryx panamensis* (Caesalpinaceae) and *Dialium guianensis* (Caesalpinaceae) are taken into account. This justifies the application of silvicultural treatments to favor natural regeneration, in order to assure and increase forest productivity and sustainable and profitable timber harvests in the future.

This evaluation shows that the liberation treatment did not have a significant effect on the diameter growth of large, commercially important species, chiefly due to the low level of liberation applied and the short period of time following liberation during which its effects were evaluated.

1. INTRODUCCION

En épocas históricas muy recientes los bosques húmedos tropicales cubrían casi el 10 por ciento de la superficie terrestre (Baur, 1964). En la actualidad, a nivel mundial todos los días el mundo pierde aproximadamente 15,000 hectáreas de bosques húmedos (Marcos, 1984 citado por Hutchinson, 1987) y en la región centroamericana sólo nos queda el 30 por ciento de los bosques, que en la década de los cincuenta las tres cuartas partes estaban cubiertas de áreas forestales (Eco-Reports 2, 1993). No obstante la acelerada deforestación de los bosques tropicales, las existencias son aún considerables y permitirían una afluencia sostenida de bienes y servicios, si las estrategias y políticas de desarrollo económico y social prevalecientes cambiasen.

En Nicaragua, la deforestación después de 1990, aumentó a 150,000 hectáreas por año (ECOT-PAF/IRENA, 1993). De los 7 millones de hectáreas que existían en 1950 (FAO, 1952 citado por ECOT-PAF/IRENA, 1993), en la actualidad quedan 4.3 millones de hectáreas, de las cuales se estima que unos 2.6 millones serían aprovechables. Hoy no se aprovechan más que un 15-20 por ciento de su potencial (Interforest/Swedforest, 1985).

Continuar con las tasas de deforestación actuales y no aprovechar el gran potencial forestal que tienen el país en una forma racional e integrada, significaría el agotamiento de los recursos forestales en muy poco tiempo, con graves consecuencias sociales y económicas, así como graves e irreversibles daños ecológicos para el país.

El presente estudio se circunscribe dentro de los objetivos y metas generales de los proyectos de investigación que, sobre los recursos forestales, se desarrollan en Nicaragua desde hace tres años, por instituciones como la Universidad Centroamericana (UCA), la Universidad Nacional Agraria (UNA) y el Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), con el apoyo financiero de la Agencia Sueca para la Investigación (SAREC) y con la asesoría técnica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Estos tienen el propósito de responder a la demanda cada vez mayor, de información relevante que ayude a conciliar políticas y acciones concretas para el uso y manejo adecuado de los recursos forestales de nuestro país.

La investigación en el componente forestal que lleva a cabo la UCA en la zona de Río San Juan, en cuyas acciones se inserta este estudio, tiene como meta desarrollar prácticas apropiadas de aprovechamiento y silvicultura para el manejo sostenible del recurso forestal en la zona de Río San Juan (UCA/CATIE, 1990).

Es importante mencionar que en esta zona operó la empresa extractora de madera COREXSA; los ensayos de investigación se encuentran ubicados en áreas intervenidas por dicha empresa.

1.1 Objetivos

Objetivo general

Determinar la respuesta inicial sobre la población de árboles y la regeneración natural comercial, a la aplicación de un tratamiento silvicultural de liberación en un bosque húmedo tropical (BHT) aprovechado selectivamente.

Objetivos específicos:

1. Analizar la variabilidad de la vegetación arbórea en las parcelas tratadas y no tratadas silviculturalmente, en términos de su composición florística y organización horizontal.
2. Determinar y comparar, en la población de árboles, los incrementos de área basal y los cambios en la clase de iluminación, forma de copa y otros efectos iniciales del tratamiento aplicado.
3. Analizar los cambios ocurridos en la regeneración natural, en términos de su composición y densidad de especies comerciales.

1.2 Hipótesis

No hay un efecto inicial producto de la aplicación del tratamiento de liberación, sobre el crecimiento, composición, y densidad de especies y cambios en la condición silvicultural de la población de árboles y de la regeneración natural comercial.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Aprovechamiento forestal en el bosque húmedo tropical (BHT) y sus efectos en el bosque residual

El aprovechamiento tradicional, que impera en casi todos los países del mundo con bosques tropicales, tiene la característica de ser poco eficiente y muy destructivo. La poca o ninguna planificación ocasiona una baja utilización de bienes, con costos muy altos y con daños severos a la vegetación remanente, dejando muy pocas posibilidades a su reproducción y manejo natural (Carrera, 1993).

El manejo del bosque para fines de producción no cambia el clima, ni marcadamente las condiciones edáficas, pero cambia de forma drástica el régimen de perturbaciones naturales. Este cambio debe efectuar, a la vez, cambios a largo plazo en la estructura y la composición del bosque (Finegan, 1992).

El aprovechamiento consiste en la tala de árboles y su extracción, ambas constituyendo una perturbación (Finegan, 1992). Cada árbol escogido para ser talado tiene el potencial de formar un claro en la cubierta forestal. El impacto total de la tala es la suma del área basal talada y del área basal dañada, que puede expresarse como el porcentaje del área basal original de la masa (Hendrison y De Graaf, 1986).

La apertura del dosel permite la regeneración de especies heliófitas y estimula el crecimiento de la regeneración establecida de esciófitas; el tamaño de la apertura determina cuáles especies heliófitas pueden regenerarse (Finegan, 1992).

En bosques húmedos tropicales americanos, el aprovechamiento selectivo es usualmente de 5 a 10 árboles grandes por hectárea (Jonkers, 1987 citado por Finegan, 1992).

Asumiendo un dap promedio de 70 cm, 5 a 10 árboles talados suman un área basal de 2-4 m²ha⁻¹. Si el tamaño promedio del claro que abre un árbol de 70 cm de DAP es de 200 m² (Dawkins, 1958 citado por Finegan, 1992), la tala selectiva de 2-10 árboles por hectárea formará una superficie de claros de 0.1 a 0.2 hectáreas, o sea, de 10 a 20% de la biomasa vegetal. Esto significa una perturbación de 10 a 20 veces más extensa que la perturbación natural esperada en el año del aprovechamiento, que es de aproximadamente 1% de la superficie de un determinado bosque por año (Finegan, 1992).

A esta superficie perturbada se debe agregar la superficie de los caminos hechos para la extracción de la madera. En Surinam, Jonkers (1987) (citado por Finegan, 1992) estimó que para una intensidad máxima de tala de solo 4 m², la superficie abierta en claros fue de más de 40% y la superficie total, incluyendo los caminos ascendió a un 50%.

La observación de los efectos de la explotación maderera en Malasia y otras zonas indican que los daños los producen principalmente las actividades de corta, extracción y construcción de caminos (Yeom, 1984).

Marn y Jonkers (1982) (citado por Yeom, 1984) determinaron el efecto de la explotación maderera sobre los árboles residuales en un bosque de dipterocarpaceas en Sarawak, aseveran que se extraen unos 13 árboles ha⁻¹, o sea, 53 m³ha⁻¹. El 50% de los árboles residuales resultó dañado.

En la actualidad, el punto principal de incidencias para una posible entrada hacia el manejo silvícola son las perturbaciones que crea en la masa forestal el proceso de extracción (Stoger y Galletti, 1987).

2.2 Técnicas silviculturales en el BHT y sus efectos

Los métodos silviculturales han tenido por objetivo aumentar la cantidad y el crecimiento de plántulas de especies valiosas, pero las técnicas seguidas para estimular la regeneración de determinadas especies generalmente no han dado buenos resultados. Se ha tenido más éxito con operaciones que tienden a aumentar la supervivencia y a veces el ritmo de crecimiento de los árboles jóvenes de especies valiosas existentes, reduciendo la competencia producida por otros indeseables (Synnott y Kemp, 1976).

Es seguro que no es posible mantener la misma cantidad y mezcla de especies y tamaños de los individuos a través del tiempo si el bosque primario es manejado, pero mediante la aplicación de técnicas silviculturales adecuadas puede mantenerse una cantidad igual de bienes y servicios, incluyendo la biodiversidad (Fontaine, 1986).

2.2.1 Definición y tipos de técnicas silviculturales

Un programa para el tratamiento silvícola consiste siempre de una serie de operaciones individuales que contribuyen al propósito del tratamiento. (Hutchinson. 1992).

Al iniciarse el manejo de un bosque en base a la regeneración natural, el primer objetivo de la silvicultura es modificar la estructura del bosque, para reducir la intensidad de la competencia que afecta a los árboles valiosos (Manta, 1988).

Baur (1964), indica que a través de la apertura del dosel se logra este objetivo, que a la vez se consigue mediante una combinación de ciertas operaciones.

Hutchinson, (1991) clasifica las operaciones silviculturales de la siguiente forma:

- 1) Tratamientos del suelo;
- 2) Apertura del dosel;
- 3) Regeneración artificial;
- 4) Limpieza del sotobosque;
- 5) Liberación;
- 6) Refinamiento;
- 7) Muestreo diagnóstico;

Las operaciones para abrir el dosel son las más comunes en el tratamiento silvícola del BHT. Para abrir dicho dosel se recomiendan cuatro operaciones:

- Corta de lianas
- Aprovechamiento
- Eliminación del dosel inferior
- Eliminación del dosel superior

Los tratamientos de mejora consisten en "operaciones de saneamiento aplicados antes de emplear un sistema silvícola verdadero, con la finalidad de permitir un crecimiento máximo a los fustes de las especies comercialmente deseables, al proporcionarles espacio suficiente, y se logra a través de la eliminación de los fustes sobremaduros, defectuosos y sin valor" (Hutchinson, 1992).

En resumen, la finalidad de eliminar el dosel superior es para:

- reducir el área basal del bosque a un nivel más dinámico;
- liberar las copas de los árboles mayores deseables sobrevivientes;
- aumentar la intensidad de la iluminación sólo para beneficiar los fustes pequeños deseables.

Dawkins (1958) (citado por Manta, 1988) señala que en bosques húmedos tropicales los tratamientos intermedios más importantes son el raleo de liberación y el refinamiento.

El tratamiento de liberación consiste en eliminar aquellos árboles no comerciales que compiten por luz con aquellos árboles que son de interés comercial. En cambio, el tratamiento de refinamiento consiste en eliminar todos aquellos árboles que no tienen ningún uso comercial, sin tomar en cuenta la presencia o ausencia de árboles comerciales (Manta, 1988).

Para la eliminación de los árboles indeseables, que generalmente no son comerciales, tradicionalmente se talaban con costos muy altos. Actualmente se cortan con machete o hacha únicamente los árboles pequeños. Con la introducción de los arboricidas los árboles grandes son anillados y envenenados desintegrándose en pie. Los costos de operación disminuyen considerablemente (Lamprecht, 1990).

2.2.2 Casos en la aplicación de algunas técnicas silviculturales

Los sistemas y técnicas silviculturales a aplicarse en un sitio determinado deben sujetarse y adecuarse a las condiciones naturales y socioeconómicas prevalecientes que lo caracterizan (Hutchinson, 1992). Con la descripción de determinados estudios de casos, muy conocidos por los resultados positivos obtenidos y porque han sido aplicados en condiciones similares a las nuestras, se pretende mostrar globalmente la conceptualización y aplicación de las técnicas silviculturales más importantes, así como algunas desventajas en su aplicación.

2.2.2.1 El sistema silvicultural CELOS en Surinam

En Surinam se efectuaron operaciones de refinamiento en la etapa experimental del sistema CELOS. Los tratamientos son refinamientos relativamente sencillos y uniformes. Perseguían la promoción del incremento de volumen de las especies deseables, así como la regeneración de especies deseables y de otras especies.

El refinamiento o eliminación de árboles indeseables y lianas se hizo con arboricida, para disminuir la destrucción de la vegetación forestal restante.

Este refinamiento es aplicado tres veces durante un ciclo de unos 20 años. En base a la experiencia, se establecieron los límites del refinamiento en 8-10 m² por hectárea

(mínimo) y 20-22 m² (máximo). El refinamiento comienza por los árboles más grandes, ya que estos compiten más y causan los mayores daños cuando se caen.

En los resultados se reporta que el incremento anual se ha elevado de 0.2 m³ha⁻¹ a 2 m³ha⁻¹ (Hendrison, de Graaf, 1986). Sin embargo, de Graaf (1986) (citado por Manta, 1988) concluye que el eliminar árboles indiscriminadamente tiene a veces la consecuencia de abrir el bosque a la invasión de especies no deseables en sitios donde no hay árboles valiosos para favorecer. Por tanto, el raleo de liberación parece ser el tratamiento intermedio más apropiado.

2.2.2.2 Silvicultura y manejo forestal para producir madera en Pérez Zeledón, Costa Rica

Partiendo de un muestreo del bosque (bosque secundario de unos 40 años de edad) y una definición de los objetivos de manejo, se aplicó el tratamiento consistente en aprovechar todos los árboles mayores a 50 cm dap; los no comerciales se rajan para la venta de leña.

Entre las especies de valor comercial, se liberaron los individuos que se seleccionan conforme a criterios de calidad de fuste y de vigor. Se visualiza dicho tratamiento como un paso ineludible antes de iniciar cualquier manejo forestal de un bosque intervenido y en el cual nunca se ha implementado ningún manejo (Hutchinson, 1992).

Para cada árbol seleccionado se entresacó un promedio de 1.16 árboles (de un total de 578 árboles mayores de 10 cm dap). Para cada metro cuadrado de área basal seleccionado se entresacó un promedio de 1.42 m² (de un total de 19.00 m²), resultando en una intensidad moderada de entresaca (Hutchinson, 1992).

La liberación enfocada sobre árboles seleccionados tiene un efecto dramático sobre la tasa de crecimiento, aumentándola hasta casi el doble de la tasa de árboles que no han sido liberados. La iluminación plena para toda la población arbórea pasó de un 4% antes del tratamiento a un 8% después del tratamiento (Hutchinson, 1992).

2.3 Descripción y análisis de cambios en la vegetación

Los bosques tropicales densos pueden estudiarse desde el punto de vista de su organización, es decir, de la forma en que están contruidos, de su arquitectura y de las estructuras subyacentes tras la mezcla, aparentemente desordenada, de los árboles y de las especies (UNESCO/PNUMA/FAO, 1980).

2.3.1 Composición florística

El número de especies en un bosque húmedo tropical es alto, sin embargo, hay que considerar que el 40-50% del total de los árboles existentes en una superficie determinada corresponden solo al 10 o 15% del total de las especies locales (Lamprecht, 1990); desde el punto de vista silvicultural, esta situación se complica. Finegan (1993), afirma que los bosques tropicales húmedos son las comunidades vegetales más ricas de la tierra, no obstante hay muy poca información que demuestre este hecho, agrega que la perturbación puede contribuir al mantenimiento de la diversidad de una comunidad dada la diferenciación de nichos de regeneración de las especies (Denslow, 1987 citado por Finegan 1993).

En el extremo de cortar toda la masa vegetal en fajas, como es el caso del proyecto Pichis-Palcazú, (Perú) se observa una regeneración natural de especies arbóreas impresionante. En un inventario completo de la regeneración en la primera faja, 15 meses después de la explotación, se encontró aproximadamente 1500 individuos (> 50 cm de alto), representando a 132 especies arbóreas. A los 27 meses, había 155 especies. Esta riqueza en especies es más del doble del número de especies arbóreas explotadas en la misma faja (0.15 ha) (Hartshorn, 1990). Una vez que los árboles han formado una masa cerrada, el equilibrio competitivo se regula para favorecer a las especies particularmente deseables o eliminar especies indeseables.

2.3.2 Estructura horizontal

"Las estructuras en el plano horizontal son, simplemente, las distribuciones matemáticas que presentan las variables cualitativas medidas en el mismo plano principalmente, el diámetro de los árboles a la altura del pecho (dap) y el área basal" (Finegan, 1992).

El área basal es un indicador útil del potencial productivo de un bosque. En la zona atlántica de Costa Rica, el valor de área basal (árboles $\text{dap} \geq 10$ cm) parece oscilar alrededor de un promedio de unos $28 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ (Finegan, 1991). Según Rollet (1972) (citado por UNESCO, 1980) los BHT de tierra baja de Venezuela tienen un área basal de $23.1 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$.

Como el área basal es proporcional a la biomasa total de la vegetación, su magnitud puede ser interpretada como indicadora del grado de competencia dentro del rodal y que la competencia es mayor cuando el área basal alcanza el valor del bosque primario

(Dawkins, 1958 citado por Finegan, 1991). Es obvio que para aumentar la productividad de un bosque hay que ralearlo.

Dawkins (1958) también afirma que el área basal representa una medida general del grado de raleo necesario en un bosque.

En un bosque aprovechado, el tratamiento silvicultural efectúa una reducción adicional del área basal; sin embargo, los cambios son lentos, porque en general los árboles son envenenados y mueren paulatinamente (Finegan, 1993).

Los efectos de las operaciones de aprovechamiento y tratamiento silvicultural sobre el área basal de un BHT de Surinam puede ser apreciado en la Figura 1 (tomado de Hendrison y de Graaf, 1986, citado por Finegan, 1991).

El nivel reducido de área basal consiste en gran medida en árboles de diámetros intermedios y pequeños, pues los grandes son aprovechados y los no comerciales son eliminados por el tratamiento.

Se puede caracterizar una población vegetal en términos de la distribución del número de individuos por clase de tamaño. En el caso de los BHT, el tamaño es representado por el DAP.

En términos generales, se encuentran en los BHT dos tipos de distribuciones diamétricas para árboles de $dap \geq 10 \text{ cm}$ o 20 cm . Una tiene la forma de una "J" invertida, donde el número de árboles disminuye conforme aumenta el diámetro. La otra es aproximadamente una recta, donde el número de árboles se mantiene más o menos constante, excepto en las clases diamétricas mayores, en las que este disminuye.

Se ha encontrado en un sinnúmero de casos que la "J" invertida es característica de las especies esciófitas y la recta, de las heliófitas (Rollet, 1980 citado por Finegan, 1991). Esto puede interpretarse como dos procesos distintos de regeneración, de dos gremios distintos: las esciófitas, es decir especies capaces de establecerse, crecer y desarrollarse en la sombra y las heliófitas que son especies que requieren un alto grado de iluminación para sobrevivir, crecer y desarrollarse (Finegan y Sabogal, 1988).

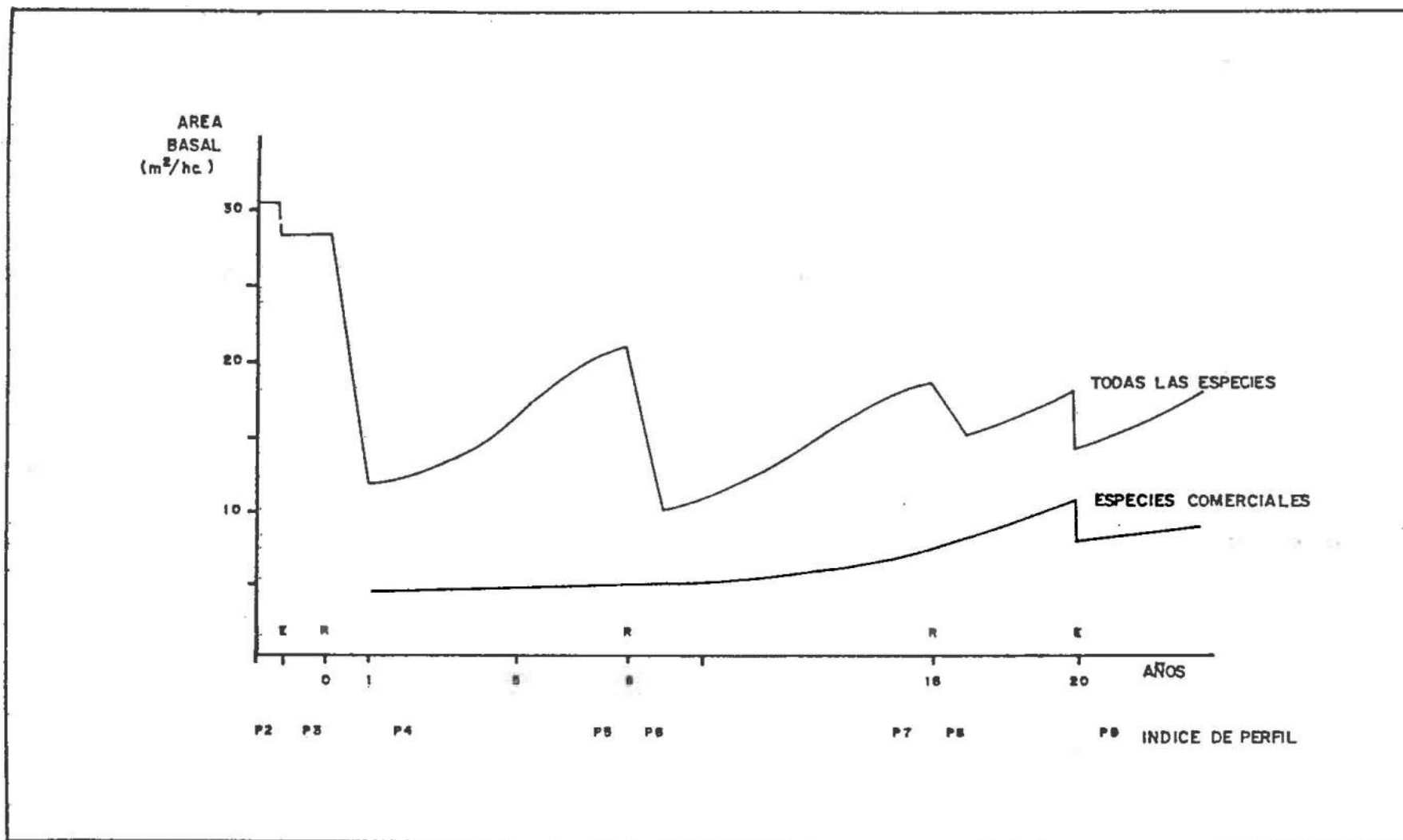


FIGURA 1. DESARROLLO PROYECTADO DEL AREA BASAL DE TODAS LAS ESPECIES Y DE LAS ESPECIES COMERCIALES BAJO EL SISTEMA SILVICULTURAL CELOS PROPUESTO PARA LA REGION DE MAPANE.
 (E= PERIODO DE APROVECHAMIENTO, R= REFINAMIENTO, P2 A P9 CORRESPONDEN A LOS PERFILES DE BOSQUE GRAFICADOS
 FUENTE: HENDRISON; DE GRAAF, 1986.

Esto puede decirse de otra forma, si de cualquier inventario forestal que incluya un muestreo de las clases menores se puede elaborar distribuciones del número de árboles por clases diamétricas para las especies más abundantes. La forma de dicha distribución indica si una especie es esciófita o heliófita (UNESCO, 1980 citado por Finegan y Sabogal, 1988).

Con las condiciones ambientales creadas por los tratamientos del bosque, deben considerarse aptas para la colonización las especies heliófitas durables y, en menor grado, las especies heliófitas efímeras, siendo evidente que la abundancia de las especies de estos gremios debe aumentar en el bosque manejado. De tal manera que el número de árboles por clase de diámetro es un indicador del estado de la regeneración comercial, determinante para conocer la respuesta de la regeneración comercial a la intervención silvicultural (Finegan, 1992).

2.3.3 Crecimiento

Determinar la tasa de crecimiento, así como la biomasa de un bosque, es importante para el silvicultor a fin de determinar los efectos de los tratamientos silvícolas y evaluar los volúmenes de madera comercializable (UNESCO/PNUMA/FAO, 1980).

Henderson y de Graaf (1986) indican que aún después de una explotación bien controlada, el incremento del volumen de madera comercial es muy bajo. En Surinam, se estima alrededor de 0.2 m³ anuales cuando no se aplica ningún tratamiento silvicultural. Un refinamiento repetido en un bosque explotado ayuda mucho en este aspecto y aumentará la producción a más de 2 m³ anualmente, lo que representa 10 veces el incremento sin este tratamiento. Con el sistema CELOS, se reduce el área basal a unos 15 m²ha⁻¹, lográndose incrementos diamétricos anuales de 9 a 10 mm. En las superficies sin tratamiento, el incremento en diámetro es de 4 mm por año.

Baur, (1964 citado por Hutchinson, 1992) hace una sinopsis del aumento en crecimiento esperado en un bosque natural como resultado de tratamientos silvícolas. En Malasia, por ejemplo, a través de apeos comerciales para un turno de 70 años, se estima un primer aprovechamiento de 60 m³ha⁻¹ y un aprovechamiento futuro de 150-290 m³ha⁻¹. En Trinidad, mediante el establecimiento de un bosque protector, se logran hasta 350 m³ha⁻¹ en un aprovechamiento futuro y con un turno de 60 años, contra 90 m³ha⁻¹ logrado en el primer aprovechamiento (Baur, 1992).

2.3.4 Mortalidad y reclutamiento

Conocer el comportamiento de los patrones de mortalidad y reclutamiento de la vegetación en general, es necesario para determinar cuál es el grado de respuesta de las especies valiosas ante intervenciones silviculturales y de aprovechamiento.

En un estudio realizado en La Selva, Costa Rica (Peralta *et al.*, 1987), se anota que de los 5623 árboles y lianas ($dap \geq 10$ cm) presentes en el inventario de 1969/70, 1302 (23.2%) murieron en los siguientes 13 años y 84 tallos más se descalificaron por estar caídos. Así, la pérdida total fue de 1386 tallos (24.7%). Durante ese mismo período, 1293 tallos ingresaron a la categoría $dap \geq 10$ cm, produciéndose al final un cambio neto de -1.65%. La mortalidad promedio anual se calcula en 2.03%. El riesgo de mortalidad en el grupo de árboles con $DAP \geq 10$ cm fue independiente del tamaño de los individuos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y características del sitio

El ensayo silvicultural está ubicado en la zona del Río San Juan, al sureste de Nicaragua, a unos 60 km al este del poblado de San Carlos y a 360 km de la ciudad de Managua (ver Figuras 2 y 3).

De acuerdo al mapa de isoyetas de la región, se estima para el área del ensayo una precipitación anual aproximada de 3000 mm y una temperatura media de 25.6 °C, clasificándose como un Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (Holdridge, 1978).

Los suelos son en su mayoría del orden Ultisoles, de fertilidad baja y bien drenados (MAG, 1978).

El terreno tiene partes relativamente planas y partes muy accidentadas, donde se registran pendientes mayores del 75% en trechos relativamente cortos (Castillo, 1993).

3.2 Actividades preliminares

El tratamiento silvicultural fue aplicado mediante un ensayo formal a un bosque explotado selectivamente en 1985/1986 por la empresa COREXSA, en el sitio conocido como "La Lupe". En dicho sitio, la vegetación presentaba una alta incidencia de regeneración de latizales, particularmente de las especies de Cedro Macho (*Carapa guianensis*) y Cebo (*Virola koschnyii*). (UCA/CATIE, 1991).

Como actividades que inicialmente se efectuaron en el sitio La Lupe, se tienen las siguientes (UCA/CATIE, 1991):



FIGURA 2. Localización de la Región Sureste de Nicaragua.
(MAG, 1978). MAPA 1.

"LA LUPE"

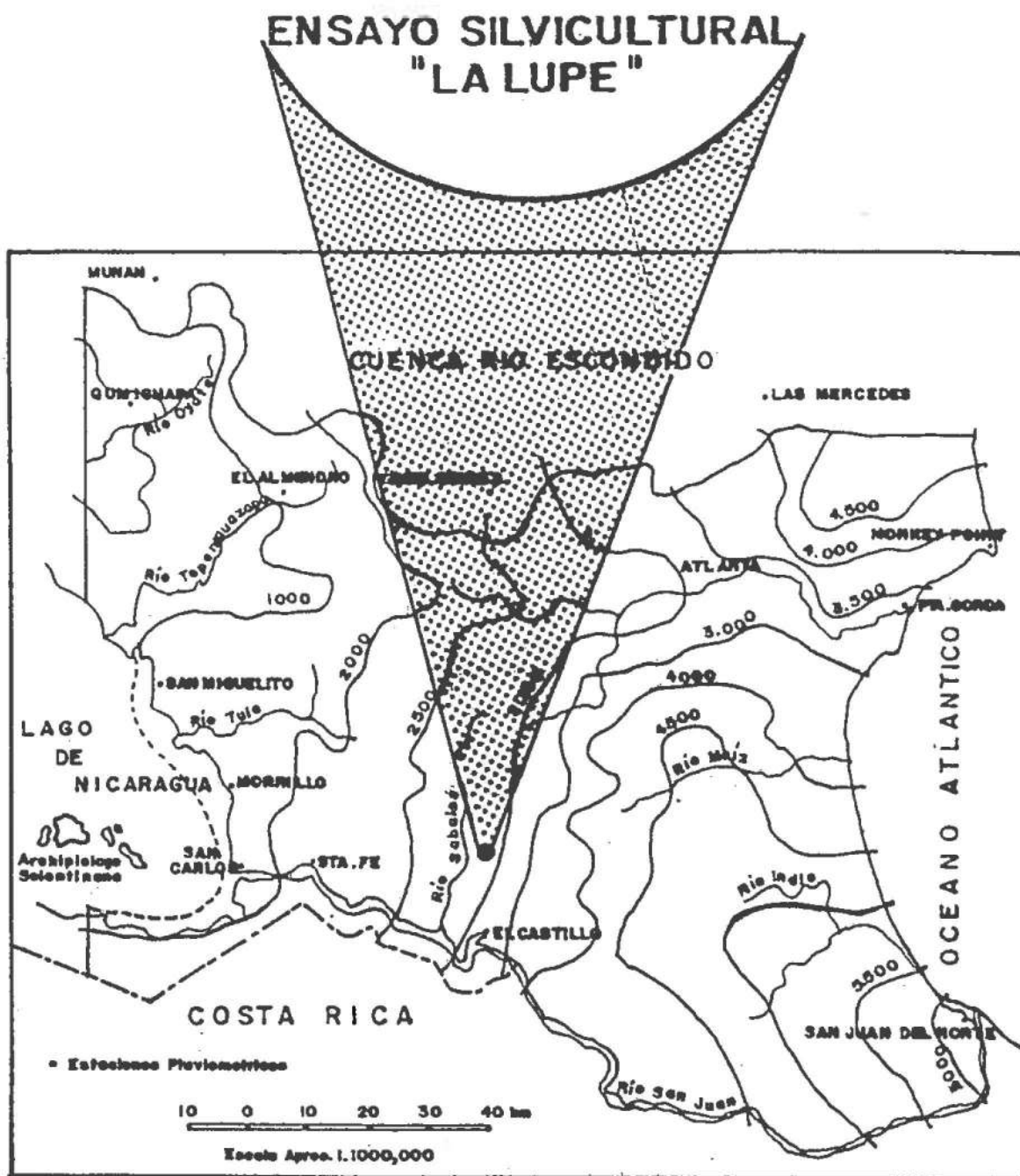


FIGURA 3. Estaciones Pluviométricas e Isoyetas de Precipitación Total Anual (en milímetros) MAPA 6 (MAG, 1978)

1. Un inventario de la masa aprovechable efectuado mediante un muestreo irrestricto sistemático, con una intensidad de muestreo del 10 por ciento. Para ello, se utilizaron 8 fajas de 10 m de ancho y longitud variables (hasta 700 m), distanciadas cada 100 m.

La masa aprovechable fue definida para el conjunto de árboles a partir de 30 cm dap. Se inventarió en unidades de registro continuas de 10 x 50 m, esto es, subdividiendo la faja cada 50 m.

2. Un muestreo diagnóstico de la regeneración natural, aprovechando las mismas líneas del inventario. Se muestreo en parcelas continuas de 10 x 10 m cada una, eligiendo en cada parcela un individuo de una especie comercial que reúna las condiciones de "deseable sobresaliente", según metodología propuesta por I.D.Hutchinson (Hutchinson, 1989).
3. Las líneas de inventario se aprovecharon también para efectuar un reconocimiento de las condiciones de sitio dentro del área. Se anotaron observaciones sobre la fisiografía y la red hidrográfica cada 20 m a lo largo de las líneas.

A partir de la muestra de 2,95 ha inventariadas, se estimó en promedio una densidad de 68 árboles ha^{-1} , un área basal de 15.0 m^2ha^{-1} y un volumen neto aprovechable con corteza de 74.7 m^3ha^{-1} . El 26% del número total de árboles (18 árboles ha^{-1}) eran de especies actualmente comerciales, representando el 26% del área basal total (3.8 m^2ha^{-1}). En cuanto al volumen aprovechable (a partir de 40 cm dap), el grupo de especies comerciales representa un 42% (13.2 m^3ha^{-1}) del volumen total aprovechable (Sabogal *et al.*, 1992).

Los resultados del muestreo diagnóstico indicaban que aproximadamente el 90% de los 300 cuadrados de 10x10 m muestreados, estaban ocupados por al menos un individuo deseable sobresaliente (DS). Las condiciones de iluminación de la copa era buena (clases 1 y 2) para más de la mitad de los DS, particularmente en las clases diamétricas entre 30 y 60 cm dap. Un tratamiento silvicultural estaría indicado básicamente para los DS fustales de las clase diamétricas entre 10 y 30 cm dap, beneficiándose indirectamente todo los latizales y brinzales de especies deseables (Sabogal *et al.*, 1992). Estos resultados indicaron la conveniencia de aplicar un tratamiento silvicultural en dicho bosque.

A principios de octubre de 1991, se inició la aplicación del tratamiento, con un equipo de campo conformado por tres técnicos y tres obreros.

3.2.1 Objetivos del ensayo

1. Probar la aplicación de un tratamiento silvicultural, en un bosque aprovechado comercialmente 6 años atrás, dirigido a aumentar el crecimiento de especies maderables comerciales.
2. Mostrar las actividades preliminares de manejo silvicultural en un área de fácil acceso.

3.3 Descripción del diseño experimental del ensayo

El diseño utilizado para la aplicación del tratamiento silvicultural se ajusta a un diseño completamente al azar, con 2 tratamientos y 3 repeticiones (ver Anexo 1).

Las parcelas o unidades experimentales son cuadrados de 160 x 160 m (2.56 ha). El total de las 6 parcelas del ensayo abarca una superficie de 15.36 ha. Al interior de cada parcela de tratamiento se encuentra una parcela central de 100 x 100 (1 ha), que sirve para la evaluación y control del desarrollo del bosque en respuesta al tratamiento, es decir, que para cada parcela central se dispone de 30 m como área o faja de aislamiento para evitar el efecto de borde provocado por el tratamiento vecino.

Los tratamientos fueron:

To = Testigo, esto es, el bosque se deja sin intervención silvicultural, desarrollándose bajo condiciones naturales

T1 = Liberación de árboles seleccionados de especies comerciales

Las tres parcelas elegidas al azar para el tratamiento silvicultural (T1) resultaron las enumeradas como 1, 3 y 6 (Anexo 1). Las parcelas de medición para los diferentes tipos de vegetación se describen a continuación:

1. Parcelas para medición de la población de árboles

Cada parcela de muestreo permanente (PMP) de 1 ha, fue dividida en cuadrados de 20 x 20 m, para el registro de información de árboles a partir de 10 cm dap (UCA-CATIE, 1991).

2. Parcelas para medición de la regeneración

Las parcelas son de tamaño variable. De los 25 cuadrados de 20 x 20 m, se eligieron al azar 5 cuadros para el registro de datos de regeneración natural, cuyas dimensiones estén entre 5 y 9.9 cm dap. Estos cinco cuadros se subdividieron a la vez en 4 parcelas de 10 x 10 m y se eligió uno al azar, para registrar información de la regeneración cuyos individuos tuvieran dimensiones entre 1.5 m de altura como mínimo, y alcancen diámetros a la altura del pecho de 4.9 cm (UCA/CATIE, 1991)(Ver Anexo 2).

Las plantas registradas en estas parcelas de regeneración fueron debidamente identificadas con placas de aluminio y cintas de color.

3.3.1 Aplicación del tratamiento silvicultural

La aplicación del tratamiento silvicultural en las parcelas elegidas al azar en las tres repeticiones, incluyó los siguientes pasos (UCA/CATIE, 1991):

- Selección y marcación de árboles que reunieron las condiciones de "deseable sobresaliente" (DS) entre las clases diamétricas de 10 a 40-60 cm dap, dependiendo de la especie. Se procedió también a la selección, marcación y ubicación de árboles semilleros dentro del área en estudio.
- Corta de lianas gruesas que estaban afectando a los individuos DS y los árboles semilleros.
- Alrededor del árbol seleccionado para futura cosecha, se identificaron los árboles y palmas que, por la competencia que ejercían o iban a ejercer en un futuro inmediato, deberían eliminarse. Como referencia, se consideró para corta aquellos árboles con dap < 30 cm, mientras que los mayores a este diámetro deberían anillarse y envenenarse. La selección de árboles de futura cosecha se hizo en base a la lista de especies maderables prioritarias preparada para la zona.

Los árboles seleccionados como "deseables sobresalientes" se marcaron con pintura celeste (se trazó una "S" en dos partes del tronco). Además, se marcaron con una "Z" y con pintura de color amarillo los árboles de más de 60 cm dap, que debieron extraerse en la cosecha anterior.

Los árboles a eliminar se marcaron con pintura de color amarillo: una "C" en el caso de corta y una "T" en caso de tratamiento de anillamiento y envenenamiento.

Para el envenenamiento se utilizó 2-4-D, de nombre comercial Tordón "101", herbicida soluble en agua. La concentración empleada fue al 2.5% en combustible diesel, a razón de 5 lt de solución por hectárea.

Se registró un promedio de 34 árboles/ha como árboles seleccionados para futura cosecha, incluyendo los marcados para una zafra inmediata. No obstante, producto del tratamiento fueron liberados únicamente 57 individuos en total (19 árboles ha⁻¹). Se eliminaron (cortados y envenenados) 2.75 m² ha⁻¹. Los 3 árboles ha⁻¹ seleccionados para cosecha inmediata, finalmente no fueron extraídos.

3.4 Mediciones realizadas y variables medidas

En enero de 1991 se hizo la primera medición en las 6 parcelas del ensayo. Entre diciembre de 1991 y febrero de 1992, se ejecutó la segunda medición. Entre enero y marzo de 1993, se realizó el tercer levantamiento de campo en las 6 PMP, esta vez después de la aplicación del tratamiento silvicultural.

Variables registradas:

- Número correlativo de cada individuo dentro del cuadrado.
- Especie, según el nombre común del lugar, dado por un "baqueano" (conocedor empírico de árboles).
- Diámetro normal, definido como el diámetro a la altura del pecho (dap) o diámetro por encima de gambas o defectos.
- Calificación de la clase de fuste, según Hutchinson (1987) (Ver Anexo 3).
- Clase de forma de la copa, según Synnott (1979) (Ver Anexo 4).
- Clasificación de la iluminación de la copa, según Dawkins (1958) (Ver Anexo 5).
- Grado de infestación por lianas, adaptado de Hutchinson (1987) (Ver Anexo 6).

Para el levantamiento de la información se utilizaron los formularios elaborados por el CATIE para el estudio de bosques naturales.

La información se encuentra almacenada en una base de datos utilizando el programa dBase IV.

Es importante indicar que el tratamiento de liberación no fue aplicado en su totalidad, por razones que escaparon a las posibilidades del ensayo. Es decir, la cantidad de árboles liberados es relativamente pequeña como para encontrar efectos del tratamiento a nivel de parcela, el efecto probable es muy localizado. Esto determinó que el enfoque metodológico para desarrollar el análisis se concentrara en los árboles liberados y su comparación con árboles de las mismas especies de las parcelas que no recibieron tratamiento.

3.5 Metodología de evaluación

3.5.1 Recolección de datos

Para desarrollar la evaluación del tratamiento, se previó incluir en el análisis los datos de campo de la tercera medición, a un año de haberse aplicado dicho tratamiento. Para efecto del presente estudio, esta fue la única medición posible de hacer después del tratamiento.

En julio del mismo año se hizo la identificación botánica de todos los árboles con dap > 10 cm en las 6 parcelas del ensayo, contando con la colaboración de un especialista del CATIE.

El trabajo de recolección de datos se dividió en dos fases: de gabinete y de campo.

Fase de gabinete

- 1) Revisión de la base de datos con información de la población de árboles y de la regeneración natural.
- 2) Preparación de las hojas de registro a utilizar. En la recolección de los datos de campo se utilizaron los formularios que emplea el proyecto CATIE/RENARM-PBN.

Son tres los tipos de formularios que se utilizaron (Ver Anexo 7):

Formulario No.1: Descripción del árbol individual

Formulario No.2: Descripción de la regeneración natural

Formulario No.3: Descripción de daños

Para la incorporación de los datos de campo de 1993 y la estandarización de la información ya existente, se empleó el Sistema de Entrada de Datos (SED-DBASE) del proyecto CATIE/RENARM-Producción de Bosques Naturales (PBN). Los cálculos de área basal y número de árboles por hectárea para cada grupo comercial, grupo ecológico y clases diamétricas, se hicieron mediante programas elaborados con el manejador de base de datos dbase IV.

Fase de campo

En la fase de campo se trabajó con un equipo formado por: un "baqueano", un ayudante y el autor. Las actividades ejecutadas fueron:

- 1) Medición de todos los árboles y palmas con dap mayor a 10 cm, en las 6 parcelas del ensayo. El registro se realizó por subparcelas de 20 x 20 m. Las variables medidas son las mismas que se detallaron anteriormente y son las siguientes:
 - Nombre común de la especies
 - Diámetro del fuste en centímetros con aproximación al mm
 - Clase de iluminación
 - Forma de copa
 - Existencias de lianas
 - Clase de forma de fuste
 - Clase de identidad del árbol
 - Posición e intensidad de daños

Todos los árboles de nuevo ingreso al dap \geq 10 cm fueron registrados e identificados, pintándoles en el fuste (en color rojo) el número correlativo correspondiente.

- 2) Medición de la regeneración. Las parcelas de medición de tamaño variable son las mismas que se utilizaron en las mediciones anteriores, cuyo detalle ya fue mencionado.

Sobre las cinco parcelas de 20 x 20 m de cada PMP ya delimitadas, se registró la regeneración con dimensiones entre 5.0 y 9.9 cm dap (latizales). y entre las 5 subparcelas

de 10 x 10 m elegidas al azar en cada PMP, se registró la vegetación con dimensiones entre 1.5 m de altura y 4.9 cm dap (brinzales).

Las cinco parcelas muestreadas por PMP para los latizales significan que la intensidad de muestreo empleada fue del 20% del bosque primario aprovechado en La Lupe y para la medición de brinzales la intensidad de muestreo empleada fue del 5%, intensidades que se ajustan bastante a las empleadas por Manta (1988) en su estudio hecho en el bosque húmedo de La Tirimbina, Costa Rica y que tienen un soporte teórico basado en Barnard (1950) (citado por Manta, 1958).

Las variables registradas son las siguientes:

- Especies comerciales. La regeneración de especies comerciales fue la única registrada. Se utilizó para ello el listado de especies comerciales preparado por el proyecto UCA-CATIE.
- Diámetro y altura. El diámetro se midió con cinta diamétrica, en centímetros, a 1.30 m sobre el nivel del suelo y la altura en metros, utilizando una vara telescópica.
- Iluminación. Todo brinzal y latizal registrado fue acompañado de una valoración del grado de iluminación en que se encontraba. Para los latizales, la valoración fue hecha por individuo y para los brinzales por subparcela, es decir, la iluminación que recibían todos los brinzales de esa subparcela era la misma.

3) Observaciones realizadas para individuos tratados silviculturalmente

Además de las mediciones de variables mencionadas anteriormente, se hicieron algunas observaciones cualitativas en las tres parcelas de tratamiento T1, referidas únicamente a:

- Observaciones sobre árboles anillados y envenenados, utilizando los siguientes criterios de clasificación sugeridos por Sabogal (1993), con algunas modificaciones:
 1. Árboles muertos por el anillamiento y envenenamiento. Fuste inferior podrido y 100 por ciento de copa muerta.

2. Árboles fuertemente afectados por el tratamiento. Fuste inferior no podrido y 70 por ciento de la copa se encuentra muerta.
3. Árboles ligeramente afectados por el tratamiento. Fuste inferior no podrido y 30 por ciento de la copa muerta.
4. Árboles sin evidencia de haber sido afectados. Fuste inferior no podrido y copa completa.

3.5.2 Evaluación

La evaluación del tratamiento silvicultural y su efecto inicial sobre la vegetación, se realizó mediante el análisis comparativo de los parámetros dasométricos de la estructura horizontal del bosque, el estado silvicultural y sus cambios en el crecimiento y mortalidad, entre los diferentes períodos de medición y entre parcelas tratadas y no tratadas.

3.5.2.1 Parámetros dasométricos de organización horizontal del total de especies y por grupos

Las estimaciones dasométricas se realizaron por grupos de especies, según su condición ecológica y por su valor comercial, así como para el total de especies, es decir, sin distinción de grupos. No obstante, se dio un mayor énfasis al grupo de especies comerciales, al cual el tratamiento silvicultural busca favorecer.

La clasificación por grupos ecológicos se basó en criterios desarrollados por Finegan y Sabogal (1988), ajustando el total de especies encontradas en La Lupe (Artavia, 1992), en base a contribuciones de Siteo (1992) y consultas en CATIE (Sabogal y Finegan) (Ver Anexo 8).

Por el número bastante reducido de individuos seleccionados para el análisis, cada gremio ecológico tendría una cantidad no representativa de individuos, se decidió por ello formar los siguientes grupos:

Especies heliófitas = (heliófitas efímeras y durables)

Especies esciófitas = (esciófitas parciales y totales)

Virola koschnyi (Cebo). De las especies con potencial comercial sobresale, en ambos tratamientos *Pentaclethra macroloba*.

No obstante la similaridad florística el número de latizales de Cedro macho y Cebo en las parcelas tratadas es de 44 individuos ha⁻¹ (68% del total de latizales comerciales) y en las parcelas testigo suman 25 individuos ha⁻¹ (52% de los latizales comerciales). Con los brinzales ocurre algo similar. En las parcelas sin tratamiento silvicultural, las dos especies más abundantes suman 713 individuos ha⁻¹ (56% del total de brinzales de especies comerciales), en tanto que en las parcelas tratadas el número de individuos de las especies más abundantes asciende a 820 brinzales ha⁻¹ (64% del total de brinzales de especies comerciales).

En general, el total de latizales de especies comerciales es mayor en las parcelas tratadas que en las parcelas sin tratamiento. El número de latizales de especies comerciales es de 65 individuos ha⁻¹ en parcelas tratadas y de 48 individuos ha⁻¹ en las parcelas testigo. Lo contrario ocurre en los brinzales, pero a una escala mucho menor: se registran 1280 individuos ha⁻¹ en parcelas testigo y 1273 individuos ha⁻¹ en parcelas tratadas.

En relación a los cambios en las clases de iluminación de la regeneración, se puede apreciar en las Figuras 14 y 18, que en las parcelas tratadas hay una ligera tendencia mostrando mejores condiciones de iluminación de los latizales y brinzales, en relación a las testigo, aún cuando que la proporción de individuos con condición de iluminación alguna iluminación superior e iluminación lateral disminuyó en el tiempo. Sin embargo, una prueba chi-cuadrado aplicada a las diferentes condiciones de iluminación entre tratamientos indican que no hay diferencias significativas ($P > 0.291$) en 1993.

El número de brinzales ha⁻¹ en parcelas tratadas que tienen una condición de iluminación relativamente regular (alguna iluminación superior iluminación lateral) es de 540 individuos, o sea, el 42% contra 340 brinzales ha⁻¹, el 26%, con las mismas condiciones de iluminación en las parcelas testigo, en los brinzales sí se encontró diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.0001$).

A nivel de las especies comerciales más abundantes, los latizales de *Carapa guianensis* tienen mejores condiciones de iluminación en parcelas tratadas que en parcelas testigo. En las clases de alguna iluminación superior e iluminación lateral, se registraron 18 individuos ha⁻¹ (86% de los latizales de esta especie) en parcelas tratadas y 10 individuos ha⁻¹ (75% de los latizales de esta especie) en parcelas no tratadas. En *Virola*

La clasificación de especies por valor comercial fue adaptada de las clasificaciones desarrolladas por Finegan y Sabogal (1988) y consideran las condiciones de mercado particulares de Nicaragua. Los grupos definidos fueron:

Especies actualmente comerciales

Especies no comerciales, con alto potencial

Especies no comerciales o desconocidas

Las unidades evaluativas están constituidas por la vegetación según su dimensión, es decir:

Componente arbóreo: corresponde al conjunto de individuos con $DAP \geq 10$ cm.

Latizales: Corresponde al conjunto de individuos con $5.0 \text{ cm} \leq DAP < 10$ cm.

Brinzales: Corresponde al conjunto de individuos entre 1.5 m de altura y 4.9 cm de DAP.

a) Número de árboles por hectárea

La densidad de la vegetación en términos del número de árboles por hectárea se calculó para cada grupo de especies y por unidad de evaluación. De igual forma, se determinó la proporción de individuos por grupo de especies.

En la medición de árboles se registraron los árboles muertos y los reclutas o nuevos ingresos.

b) Área basal por hectárea

El área basal por árbol y por hectárea se calculó para el total y para cada grupo de especies, así como el porcentaje de área basal por grupo de especies.

c) Distribución diamétrica

De acuerdo a recomendaciones internacionales sobre normalización (Rollet, 1974 citado por Cárdenas, 1986), y con la finalidad de realizar comparaciones con resultados de otros levantamientos, se fijó en este estudio un intervalo de clase igual a 10 cm. Se establecieron seis clases de diámetro: 10-19.9; 20-29.9; 30-39.9 40-49.9 50-59.9 y > 60 cm.

Se determinó para cada clase diamétrica y por grupo de especies, el número de individuos existentes, en términos absolutos y relativos, y el área basal por parcela y por hectárea.

Para determinar el número de árboles y el área basal para los diferentes criterios de clasificación mencionados anteriormente, se utilizaron los programas (en d-base-IV) elaborados por el Proyecto CATIE/RENARM-PBN.

En la unidad de evaluación conformada por latizales y brinzales únicamente se tomaron en consideración el número de individuos en los diferentes tipos de iluminación y sus cambios en la proporción de individuos de una determinada condición de iluminación, antes y después de aplicado el tratamiento.

3.5.2.2 Estado silvicultural

El estado o condición silvicultural de la vegetación se analizó de acuerdo a distribuciones por clases diamétricas, grupos ecológicos y grupos comerciales.

Los parámetros que determinan el estado o condición silvicultural del bosque y que fueron considerados en el análisis son:

- a) **Clase de iluminación**
- b) **Clase de forma de la copa**

Para clases de iluminación y formas de copa se utilizaron los criterios y códigos ya mencionados anteriormente. Se determinaron en la evaluación los cambios que están teniendo los grupos de especies antes y después de la aplicación del tratamiento y entre tratamientos, en términos del grado de iluminación recibida y el tipo de copa adoptada.

- c) **Clase de identidad del árbol**

A todos los árboles con $d_{ap} \geq 10$ cm se les asignó un código numérico de tres dígitos para indicar cómo es la condición o estado actual del árbol: si está vivo en pie, vivo inclinado, muerto en pie, muerto caído, tocón etc. En los formularios 1 y 3 utilizados (Anexo 7) se detallan todas las posibilidades. De igual forma que en los dos casos anteriores, se evaluó el cambio en el estado de los árboles.

d) Exposición y causa de daños recientes

Los daños recientes ocasionados a los árboles y su probable causa fue evaluado. En esta información se registró daños por causas naturales (vientos, insectos etc) o por eventos provocados por el hombre (aprovechamiento y tratamiento silvicultural) y también se determinó la parte del árbol en que es afectado (fuste inferior o superior, en la copa) (Ver formulario No.3 en el Anexo 7)

Es importante aclarar que las variables identidad del árbol y daños no se aplicaron sino hasta en la última medición (1993), por lo que no puede evaluarse los cambios de estas variables en el tiempo.

3.5.2.3 Determinación de incrementos del diámetro y cambios en la clase de iluminación y forma de copa para especies comerciales y el total de especies

Se estimó el incremento del diámetro, los cambios de iluminación, así como la forma de copa para cada grupo de especies, por clase diamétrica y total, entre la primera y la segunda medición, es decir, en un período de un año; y entre la primera y la tercera medición, es decir, en un período de dos años.

Se estableció la comparación en el tiempo entre parcelas tratadas y no tratadas silviculturalmente, en términos de la proporción de individuos por grupo de especie que tienen una determinada condición de iluminación y de forma de copa.

3.6 Análisis de datos

Toda la base de datos recolectada y que fue evaluada, tuvo que ser inicialmente estandarizada en su estructura, para la simplificación y eficiencia en los análisis. El formato de la estructura de base de datos para los diferentes tipos de vegetación es similar a la utilizada por el Proyecto CATIE/RENARM-PBN.

Con los programas (SED-dBase), se elaboraron tablas de frecuencias por clases de diámetro, grupos ecológicos y comerciales para las diferentes variables: dap, área basal, iluminación, forma de copa, tipo de fuste, lianas, clase de identidad y daños. Para la regeneración, se tabularon porcentajes de brinzales y latizales con los diferentes tipos de iluminación. Todo lo anterior por parcelas de tratamiento y año de medición.

Para determinar el incremento diamétrico y de área basal de la población de árboles $dap \geq 10$ cm, para todas las especies y especies comerciales, se utilizaron programas elaborados con el manejador estadístico SAS.

El análisis aplicado a los incrementos de diámetro y área basal, consistió en comparar los árboles de especies comerciales que fueron liberados (10 especies) con los árboles de las parcelas testigo de las mismas especies comerciales, ajustando por diámetro inicial (d_1), es decir utilizando como covariable el diámetro que tenían los árboles antes de aplicado el tratamiento (1992).

Asimismo, se efectuó un análisis de correlación de Pearson entre los incrementos en diámetro, área basal y la iluminación y forma de copa en los diferentes períodos de medición.

Para comparar y evaluar los cambios en las proporciones de brinzales y latizales para cada tipo de iluminación por tratamiento y en el tiempo, se ajustó a través de una prueba de Chi-cuadrado y entre tratamientos una prueba de Wilcoxon de estadística no paramétrica.

4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Características de la población de árboles (dap \geq 10 cm)

El análisis general que se realiza de la población de árboles con diámetros mayores o iguales a 10 cm, se basa en un total de 2823 árboles medidos, incluyendo palmas, cuyo promedio es de 470 árboles por ha al final de la tercera medición.

4.1.1 Composición florística

En las 6 parcelas de muestro permanente (PMP) se identificaron un total de 150 especies a partir de dap \geq 10 cm, representadas en 52 familias (Anexo 8).

El 41% de todas las especies encontradas pertenecen al grupo ecológico de las heliófitas y el 45% son especies esciófitas; el restante 14% de especies no fue posible clasificar (Cuadro 1). Del grupo de especies comerciales, el 5% son especies de comportamiento heliófito y el 8% son especies esciófitas.

El grupo de especies actualmente comerciales comprende 23 especies (Cuadro 2); además, se tienen 13 en el grupo de especies potenciales, de importancia para ser considerado en cualquier plan de manejo que se haga en la zona.

Cuadro 1. Distribución diamétrica de todos los árboles (N, 1 ha⁻¹), por grupo comercial y por grupo ecológico en un bosque primario aprovechado de "La Lupe", Río San Juan.

Tratamiento	Grupo comercial	CLASE DIAMETRICA (*)						Total	%	
		1	2	3	4	5	6			
L I B E R A D O	Comercial	HELIOFITAS						23.3	5.1	
		Potencial	14.0	3.3	0.7	1.3	2.3			1.7
		No comerc	1.7	0.3	0.0	0.7	0.3			0.7
	Potencial	ESCIOFITAS						36.7	8.0	
		Comercial	14.6	6.0	5.4	2.7	5.0			3.0
		No comerc	30.7	12.4	4.3	7.3	6.3			7.0
No comerc	ESCIOFITAS						92.0	20.1		
	Comercial	66.6	13.0	7.0	4.0	0.6			0.6	
	No comerc	66.6	13.0	7.0	4.0	0.6			0.6	
No clasif		54.2	12.3	3.6	2.0	1.1	0.7	74.0	16.2	
TOTAL		319.2	63.0	23.7	20.3	15.9	15.7	458.0	100	
T E S T I G O	Comercial	HELIOFITAS						20.3	3.9	
		Potencial	8.3	4.0	2.7	2.7	1.0			1.7
		No comerc	1.0	0.0	0.3	0.0	0.3			0.0
	Potencial	ESCIOFITAS						34.7	6.7	
		Comercial	15.0	9.3	4.7	1.7	1.0			3.0
		No comerc	43.6	14.4	12.4	8.6	8.7			8.3
No comerc	ESCIOFITAS						97.3	19.0		
	Comercial	69.7	15.7	7.0	2.3	1.0			1.6	
	No comerc	69.7	15.7	7.0	2.3	1.0			1.6	
No clasif		66.3	11.3	5.6	2.4	0.3	0.4	86.3	16.8	
TOTAL		357.2	72.7	363.7	19.0	13.0	15.3	514.0	100	

* Las clases diamétricas 1,2,3,4,5 y 6 corresponden a 10-10.9, 20-20.9, 30-39.9, 40-49.9, 50-59.9, +60 cm dap, respectivamente.

Cuadro 2. Número de especies (Sp), número de árboles (N, 1 ha⁻¹) y área basal por ha (G, m²ha⁻¹) en los tres períodos de medición en el bosque primario intervenido de "La Lupe", Río San Juan.

PARCELAS TRATADAS	1991			1992			1993		
	Sp	N	G	Sp	N	G	Sp	N	G
Especies comerciales	23	58	5.755	23	56	5.224	24	60	5.387
Especies potenciales	13	70	7.542	13	67	6.943	13	73	7.869
Especies no comerciales	83	268	8.528	82	271	9.508	86	306	9.835
TOTAL	119	396	21.825	118	394	21.67	123	439	23.09
PARCELAS TESTIGO									
Especies comerciales	20	56	5.494	20	56	5.635	20	57	5.206
Especies potenciales	12	90	10.538	12	89	10.072	13	98	10.458
Especies no comerciales	79	302	8.937	83	307	9.329	87	347	11.051
TOTAL	111	448	24.97	115	452	25.04	120	502	26.71

A nivel individual, la especie más abundante es *Pentaclethra macroloba* (Gavilán), con un promedio por ha de 49 individuos (10% del total). Le sigue la palma *Welfia georgii* (Palma hilera), con 40 individuos por hectárea (8.5%), coincidiendo con otros estudios similares hechos dentro y fuera del país (Castillo, 1993; Finegan y Sabogal, 1988; Peralta y Hartshorn, 1987). En el Cuadro 3 se presentan las 10 especies más abundantes encontradas en las 6 PMP.

Es importante destacar que la especie comercial más frecuente es *Carapa guianensis* (Cedro macho), seguida de *Tetragastris panamensis* (Kerosín), de *Otoba novogranatensis* (Fruta dorada) y *Virola Koschnyi* (Cebo) (Cuadro 4).

La diferencia entre el número de especies comerciales (comerciales actuales y potenciales) antes y después del tratamiento, es mínima (Cuadro 2). No obstante, puede observarse en ambos tratamientos un ligero incremento en el número de individuos del grupo de especies comerciales en la última medición (1993).

Cuadro 3. Distribución del número promedio de árboles (N, 1 ha⁻¹) y área basal (G, m²ha⁻¹) por clase de diámetro (1 a 6), de las especies más abundantes en un bosque primario intervenido en "La Lupe", Río San Juan (datos de seis parcelas permanentes de 1 ha cada una).

NOMBRE CIENTIFICO	CLASES DIAMETRICAS													
	1		2		3		4		5		6		Total	
	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G
<i>Pentaclethra macroloba</i>	23.4	0.36	6.5	0.32	5.2	0.58	4.4	0.68	5.3	1.27	3.8	1.52	48.85	4.68
<i>Welfia georgii</i>	39.4	0.82	0.5	0.02	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	39.85	0.84
<i>Cecropia obtusifolia</i>	30.6	0.48	2.3	0.09	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	33.00	0.57
<i>Trichospermum grewifolium</i>	16.7	0.26	2.3	0.09	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	19.35	0.37
<i>Cecropia insignis</i>	14.2	0.21	1.8	0.08	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	16.00	0.28
<i>Cespedezia macroloba</i>	8.8	0.13	2.1	0.11	1.8	0.17	0.5	0.78	0.3	0.07	0.0	0.00	13.65	0.56
<i>Carapa guianensis</i>	5.0	0.10	2.8	0.14	1.8	0.16	0.8	0.14	0.3	0.07	1.7	0.55	12.50	1.60
<i>Gymnanthes riparia</i>	5.0	0.09	5.1	0.26	1.6	0.15	0.3	0.05	0.0	0.00	0.0	0.00	12.15	0.55
<i>Chimarris sp.</i>	5.7	0.09	2.5	0.11	2.0	0.18	0.8	0.12	0.2	0.03	0.3	0.13	11.50	0.67
<i>Lunania parviflora</i>	9.0	0.14	2.3	0.10	0.1	0.01	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	11.50	0.25
SUBTOTAL	157	2.66	28.2	1.32	12.5	1.27	6.8	1.77	6.9	1.44	5.8	2.19	218.3	10.37
OTRAS ESPECIES	165	2.52	39.6	1.80	17.7	1.60	12.8	1.31	7.6	1.99	9.7	5.10	262.7	14.50
TOTAL	322	5.18	67.8	3.12	30.0	2.86	19.6	3.08	14.5	3.40	15.5	7.26	481.0	24.90

Nota: Las clases diamétricas 1 a 6 corresponden a: 10-19.9/20-19.9/30-39.9/40-49.9/50-59.9/+60 cm dap

Cuadro 4. Especies comerciales y potenciales encontradas en las PMP del bosque primario intervenido de La Lupe, Río San Juan

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	G/ha m ²	%	N/ha
Especies Comerciales					
<i>Aspidosperma cruentum</i>	Areno	Apocynaceae	0.076	1.4	0.3
<i>Calycophyllum</i> sp.	Madroño	Rubiaceae	0.009	0.2	0.3
<i>Carapa guianensis</i>	Cedro macho	Meliaceae	1.179	22.0	12.0
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro real	Meliaceae	0.006	0.1	0.3
<i>Copaifera aromatica</i>	Kamibar	Caesalpinaceae	0.016	0.3	0.7
<i>Cordia</i> sp.	Muñeco	Boraginaceae	0.008	0.2	0.3
<i>Guarea bullata</i>	Pronto alivio	Meliaceae	0.051	0.9	2.0
<i>Guarea</i> sp.	Pavón	Meliaceae	0.112	2.1	1.7
<i>Hymenolobium</i> sp.	Coralillo	Papilionaceae	0.003	0.1	0.3
<i>Lonchocarpus</i> sp.	Coyote	Papilionaceae	0.061	1.1	2.0
<i>Manilkara sapota</i>	Níspero	Sapotaceae	0.005	0.9	0.3
<i>Otoba novogranatensis</i>	Fruta dorada	Myristicaceae	0.585	10.9	7.0
<i>Pterocarpus hayesii</i>	Sangregrado	Papilionaceae	0.762	14.1	8.7
<i>Sacoglottis tricogyna</i>	Rosita	Humiriaceae	0.348	6.5	1.7
<i>Simaruba amara</i>	Aceituno	Simarubaceae	0.004	0.7	0.3
<i>Sterculia recordiana</i>	Panamá	Sterculiaceae	0.029	0.5	2.0
<i>Terminalia bucidiodes</i>	Guayabo de charco	Combretaceae	0.205	3.8	1.3
<i>Tetragastris panamensis</i>	Kerosín	Burseraceae	1.359	25.2	10.3
<i>Virola koschnyi</i>	Cebo	Myristicaceae	0.377	7.0	4.0
<i>Virola multiflora</i>	Conchillo	Myristicaceae	0.037	0.7	1.3
<i>Virola sebifera</i>	Fruta dorada	Myristicaceae	0.131	2.4	2.3
<i>Vochysia ferruginea</i>	Botarrama	Vochysiaceae	0.008	0.2	0.3
<i>Vochysia hondurensis</i>	Palo de agua	Vochysiaceae	0.010	0.2	0.3
<i>Zanthoxylum</i> sp.	Lagarto negro	Rutaceae	0.005	0.9	0.3
Especies potenciales					
<i>Chrysophyllum</i> sp.		Sapotaceae	0.344	4.4	7.0
<i>Dialium guianensis</i>	Tamarindo	Caesalpinaceae	0.508	6.4	6.3
<i>Dipterix panamensis</i>	Almendo	Caesalpinaceae	1.325	16.8	5.3
<i>Dussia macrophyllata</i>	Guantero	Papilionaceae	0.204	2.6	2.0
<i>Laetia procera</i>	Areno cuero de sapo	Flacourtiaceae	0.139	1.8	1.0
<i>Mastichodendron capiri</i>	Tempisque	Sapotaceae	0.016	0.2	0.7
<i>Minquartia guianensis</i>	Manú	Olacaceae	0.022	0.3	0.7
<i>Pentaclethra macroloba</i>	Gavilán	Mimosaceae	4.228	54.0	36.7
<i>Pouteria</i> sp.	Níspero macho	Sapotaceae	0.208	2.6	6.7
<i>Roseodendron-donnell-smithii</i>	Guabiluno	Bignonaceae	0.407	5.2	1.0
<i>Syderoxylum capiri</i>	Tempisque	Sapotaceae	0.005	0.1	0.3
<i>Terminalia</i> sp.	Guayabón	Combretaceae	0.361	4.6	4.3
<i>Vitex cooperi</i>	Bimbayán	Verbenaceae	0.101	1.3	0.7

4.1.2 Estructura horizontal

En el Cuadro 5 puede notarse un incremento del promedio de individuos por ha (454 ha⁻¹), de la medición del 92 al 93, del 11.2% para las parcelas testigo y de un 10.4% para las parcelas tratadas. El número menor de individuos en las parcelas tratadas se explica en parte por la eliminación de árboles no deseables al aplicarse el tratamiento de liberación.

Cuadro 5. Distribución del total de árboles por tratamiento y por parcela, en los tres años de medición en el bosque primario intervenido de "La Lupe", Río San Juan.

TRATAMIENTO	PARCELA	AÑO DE MEDICION			CAMBIO 91-93		CAMBIO 91-92		CAMBIO 92-93	
		1991	1992	1993	N	%	N	%	N	%
TESTIGO	2	428	428	460	32	7.5	-	-	32.0	7.5
	4	486	486	569	83	17.0	-	-	17.0	17.0
	5	470	471	512	42	9.0	1.0	0.2	8.7	8.7
PROMEDIO/ha		461	462	514	53	11.5	1.0	0.2	11.2	11.2
LIBERACION	1	437	437	467	30	6.8	-	-	30.0	6.9
	3	468	468	500	32	6.8	-	-	32.0	6.8
	6	340	340	406	66	19.0	-	-	66.0	19.0
PROMEDIO/ha		415	415	458	43	10.4	-	-	43.0	10.4

La distribución del número de árboles por clase diamétrica, se ajusta a la conocida distribución en forma de "J" invertida, en ambas parcelas de tratamiento (Figura 4).

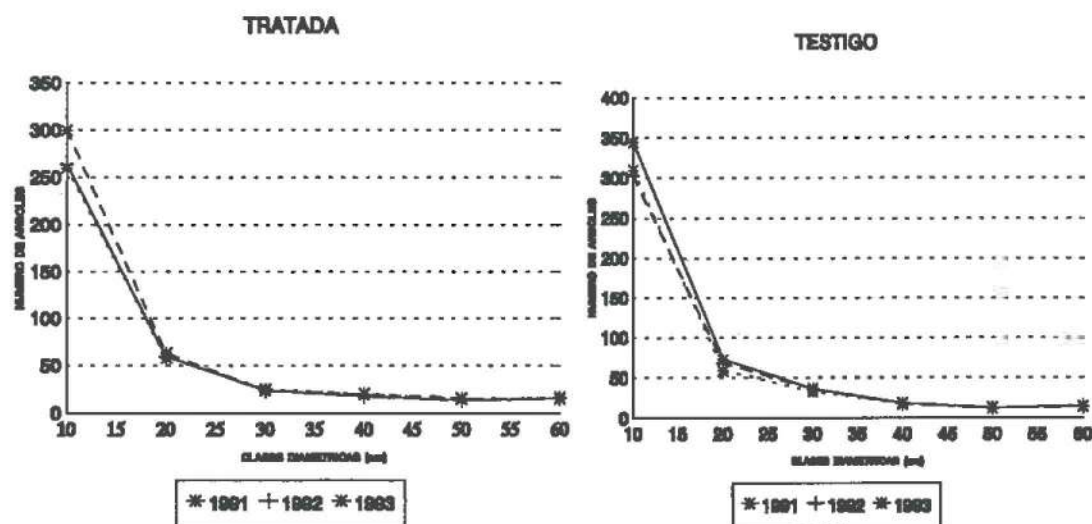


Figura 4. Distribución del número de árboles por clases diamétricas y por tratamiento en los diferentes años de medición en el bosque primario intervenido de La Lupe, Río San Juan.

Del total de árboles por clase de diámetro, puede observarse (Cuadro 6) que en aquellos que están entre 10 y 40 cm dap, el 24% y 26% son especies comerciales (actuales y potenciales) para parcelas testigo y parcelas tratadas, respectivamente. De la misma manera, de los árboles de tamaño aprovechable (dap > 50 cm), el 84 y 82% son especies comerciales, respectivamente.

Cuadro 6. Distribución del número de árboles (N, 1 ha⁻¹) por clase de diámetro, grupo comercial y tratamiento hacia 1993, en un bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

	CLASES DIAMETRICAS						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
GRUPOS COMERCIALES	PARCELAS TRATADAS						
Espec. act. comerciales	29.0	9.3	6.0	4.0	7.3	4.7	60.0
Especies potenciales	32.3	12.7	4.7	8.3	6.7	8.0	73.0
Especies no comerciales	239.0	41.0	13.0	8.0	2.0	3.0	306.0
Total	300.3	63.0	23.7	20.3	16.0	15.7	439.0
	PARCELAS TESTIGO						
Espec. act. comerciales	24.0	13.7	8.0	4.3	2.0	4.7	57.0
Especies potenciales	44.7	14.3	12.7	8.7	9.0	8.3	98.0
Especies no comerciales	276.0	44.7	16.0	6.0	2.0	2.3	347.7
Total	345.7	72.7	36.7	19.0	13.0	15.3	502.7

* Las clases diamétricas 1,2,3,4,5 y 6 corresponden a: 10-19.9/20-29.9/ 30-39.9/40-49.9/50-59.9/ y > 60 cm dap, respectivamente.

El área basal en las parcelas tratadas sufre una disminución promedio entre 1991 y 1992 de aproximadamente el 6.2% (1.4 m²ha⁻¹) y de 1992 a 1993 hay un incremento del área basal del 7.8% (1.7 m²ha⁻¹), lo cual puede explicarse por la aplicación del tratamiento. Sin embargo, esta cantidad es mucho menor que la que se asume fue reducida por corta y anillado del tratamiento (ver sección 3.3.1)

A nivel de parcelas, el efecto en la disminución del área basal por la aplicación del tratamiento es más drástico (Cuadro 7). En la PMP-6 por ejemplo, la disminución del área basal es de un 17%, o sea 3.94 m².

Cuadro 7. Distribución del área basal ($G\ m^2ha^{-1}$) y sus cambios en el tiempo, por tratamiento y por parcelas en los tres años de medición de un bosque primario intervenido en "La Lupe", Río San Juan.

TRATAMIENTO	PARCELA	AÑO DE MEDICION			CAMBIO 91-93		CAMBIO 91-92		CAMBIO 92-93	
		1991	1992	1993	inc G	%	inc G	%	inc G	%
TESTIGO	2	28.51	27.15	27.35	-1.16	4.1	-1.3	4.8	0.2	0.7
	4	21.39	22.54	25.84	4.4	20.8	1.1	5.4	3.3	14.6
	5	24.99	25.42	26.95	1.9	7.8	0.4	1.7	4.5	17.7
PROMEDIO/ha		24.96	25.04	26.71	1.75	7.0	0.1	0.32	2.6	10.8
LIBERACION	1	21.04	20.50	20.89	-0.1	0.7	-0.5	2.4	0.39	1.9
	3	24.60	24.82	25.70	1.1	4.5	0.2	0.8	0.88	3.5
	6	22.85	18.91	22.69	-0.2	0.7	-3.9	17.0	4.60	24.6
PROMEDIO/ha		22.83	21.41	23.09	0.26	1.1	-1.4	6.0	1.68	7.8

El cambio promedio del área basal hacia 1993 es de 1.1% en las parcelas tratadas y de 7.0% en las parcelas testigo.

4.1.3 Reclutamiento y mortalidad

El número de árboles de nuevo ingreso o reclutas en 1992 es de $13ha^{-1}$ en las parcelas testigo y de $19.3ha^{-1}$ en las parcelas tratadas. Para 1993, se registran 52 nuevos individuos ha^{-1} para parcelas testigo y $99\ ha^{-1}$ en parcelas tratadas. Estas cantidades dan un promedio de 32.5 individuos de nuevo ingreso por hectárea por año para parcelas testigo y 59.2 ingresos por hectárea por año para parcelas tratadas, es decir, la cantidad anual de individuos de nuevo ingreso es mayor en un 82% en las parcelas tratadas, evidenciando una clara diferencia entre tratamientos, aunque sin saber si es a causa del tratamiento mismo.

La especie con más individuos de nuevo ingreso es *Trichospermum grewifolium* (Capulín) representando, el 13.3% entre las 65 especies registradas como de nuevo ingreso. Le siguen *Cecropia obtusifolia* (Guarumo) con 13.3%, *Croton killipianus* con 11.4% y *Cecropia insignis* (Guarumo) con 8.0%. Se observa que todas estas especies son consideradas como heliófitas efímeras.

Le sigue *Pentaclethra maculosa* (Gavilán), que representa el 7.7% como especie de comportamiento esciófito. Entre las especies de interés comercial únicamente *Virola sebifera* aparece con algo más del 1% de individuos de nuevo ingreso.

Con respecto a la mortalidad de árboles con $dap \geq 10$ cm, se consideraron los individuos no encontrados, los truncados y sin evidencias de regeneración, los muertos propiamente, los caídos por viento y los afectados por la aplicación del tratamiento de liberación.

En promedio, el número de árboles muertos por año es de 21 ha^{-1} o sea, el 4.75% del total de árboles por hectárea para parcelas tratadas. En 1/3 de los árboles muertos se considera como causa el tratamiento aplicado. Sin embargo, los datos del Cuadro 8 nos muestran una mayor mortalidad natural en el segundo período de medición, comparado con el primero, y esto puede explicarse por el efecto indirecto que están teniendo los árboles anillados, que ya están muriendo, sobre parte de la vegetación con categorías diamétricas menores, que es donde se observa una mayor mortalidad.

Cuadro 8. Distribución de la mortalidad ($N, 1 \text{ ha}^{-1}$) por categorías diamétricas, por tratamiento y diferentes períodos de medición en un bosque primario aprovechado en "La Lupe", Río San Juan

Tratamiento	Mortalidad	CLASE DIAMETRICA						Total	* %
		1	2	3	4	5	6		
LIBERADO	Por trmto	1991-1992						8.7	2.09
		Natural	5.2	2.3	0.9	0.3	0.0		
	Subtotal	2.1	1.0	1.3	0.3	0.0	0.0	4.7	1.13
		7.3	3.3	2.2	0.6	0.0	0.0	13.4	3.23
	Por trmto	1992-1993						5.5	1.20
		Natural	0.0	1.3	1.3	1.6	0.3		
Subtotal	11.7	5.7	1.7	0.4	1.7	2.0	23.2	5.07	
	11.7	7.0	3.0	2.0	2.0	3.0	28.7	6.28	
TESTIGO	Natural	1991-1992						9.7	2.1
		7.0	0.10	0.7	1.0	0.3	0.7		
	Subtotal	7.0	0.10	0.7	1.0	0.3	0.7	9.7	2.1
		Natural	1992-1993						16.7
12.7	1.0		1.0	1.7	0.0	0.3			
Subtotal	12.7	1.0	1.0	1.7	0.0	0.3	16.7	3.25	

* Se refiere al porcentaje del total de árboles por hectárea

Clases diamétricas 1,2,3,4,5 y 6 corresponden a 10-19.9/20-29.9/30-39.9/40-49.9/50-59.9/>60 cm dap, respectivamente.

En las parcelas testigo, la mortalidad media anual es del 2.7% o 13.2 árboles por ha. En el segundo período también hay una mayor mortalidad natural que en el primero, pero la diferencia no es tan evidente como en las parcelas tratadas.

Estos resultados de nuevos ingresos y mortalidad para ambas parcelas de tratamiento indican obviamente que la población de árboles está creciendo de forma muy dinámica.

4.1.4 Crecimiento diamétrico y del área basal de todas las especies

Para el análisis del crecimiento diamétrico y de área basal se utilizó un total de 2210 árboles con $dap \geq 10$ cm, que fueron medidos en los tres períodos.

En las parcelas tratadas, el incremento anual del diámetro tiene un mínimo que es -0.40 cm y un máximo de 4.9 cm por año. Para el área basal el incremento está entre -0.0054 y 0.0361 m². El incremento medio anual del diámetro está entre 0.23 cm y 0.69 cm y para el área basal el crecimiento medio se encuentra entre 0.00101 y 0.047 m². Para determinar el crecimiento diamétrico y del área basal, se eliminaron los árboles con medidas consideradas como dudosas que estuvieran fuera del intervalo $-0.5 < \text{incremento anual} < 5$ cm, intervalo que es similar al utilizado por Siteo (1992) siendo una referencia útil para fines comparativos.

En las parcelas testigo, el incremento diamétrico medio anual se encuentra entre 0.29 cm y 0.69 cm y el área basal entre 0.00101 y 0.0047 m² en las parcelas testigo. En las parcelas tratadas, el diámetro tiene incrementos medios entre 0.23 y 0.54 cm por año y el área basal entre 0.00104 y 0.030 m². Aparentemente, los incrementos de ambas variables son ligeramente mayores en las parcelas testigo.

En la Figura 5a puede notarse que las parcelas testigo tienen un incremento diamétrico ligeramente mayor que las parcelas tratadas en la mayoría de las clases de diámetro, entre 1991 y 1992, es decir, antes del tratamiento. Después de la aplicación del tratamiento, los datos muestran una mayor pero ligera tendencia del crecimiento diamétrico en las parcelas tratadas. No obstante, el análisis de covarianza (covariable = diámetro inicial) aplicado los datos agrupándolos por grupos ecológicos, muestran que no hay diferencias significativas ($P > 0.9469$) entre tratamientos para los incrementos diamétricos ajustados entre 1992 y 1993. Para el incremento entre 1991 y 1992 sí hay diferencias significativas ($P > 0.003$) entre tratamientos, pero el coeficiente de variación del es muy grande.

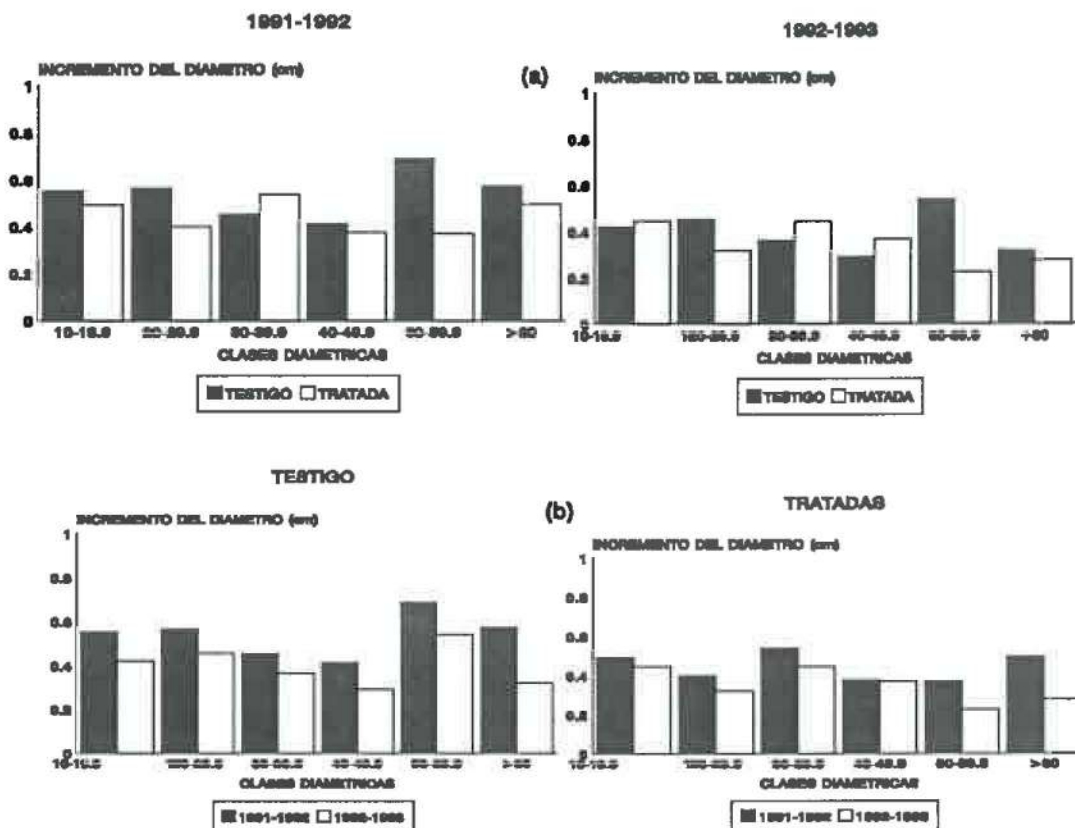


Figura 5. Comparación del incremento del diámetro para todas las especies entre tratamientos por períodos de medición (a) y entre períodos de medición por tratamiento (b) en el bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

Por grupo ecológico, en las parcelas testigo el incremento diamétrico promedio anual es de 0.63 cm para las especies heliófitas y de 0.47 cm para las esciófitas. En las parcelas tratadas, las heliófitas están creciendo 0.50 cm por año y las esciófitas 0.41 cm.

La variabilidad de los incrementos diamétricos de todos los árboles y todas las especies entre clases de diámetro es considerable, principalmente porque en las clases superiores el crecimiento es mayor entre tratamientos (Figura 6). Se esperaría un mayor crecimiento de los árboles en las clases diamétricas intermedias, que es donde el tratamiento va dirigido (Siteo, 1992).

4.1.5 Crecimiento diamétrico y de área basal de especies comerciales

4.1.5.1 Parcelas tratadas y testigo

Para las parcelas testigo, el rango del incremento diamétrico se encuentra entre -0.40 y 2.6 cm por año y el incremento promedio por clase diamétrica entre 0.20 y 0.85 cm por año, valores no muy diferentes a los encontrados por Siteo (1992) para parcelas testigo en el bosque primario aprovechado de la Tirimbina, Costa Rica.

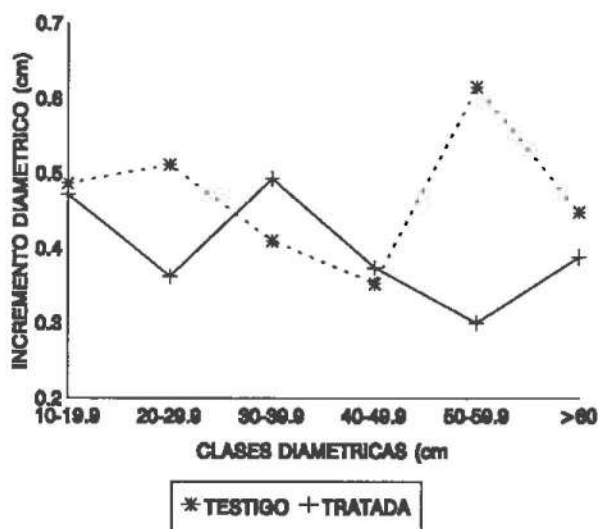


Figura 6. Comparación del incremento medio anual (1991/1993) de todas las especies entre clases diamétricas y por tratamientos en el bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

El incremento diamétrico promedio de las parcelas tratadas entre mediciones oscila entre -0.1 cm a 1.4 cm por año, mientras que el incremento promedio por clase de diámetro está entre 0.12 cm y 0.62 cm por año.

Entre las 10 especies comerciales que fueron incluidas en el análisis para evaluar el crecimiento y que tenían una información más consistente en las parcelas tratadas (Cuadro

9a), la especie con un incremento diamétrico mayor es la esciófita parcial *Tetragastris panamensis* (Kerosín), con 0.67 cm/año, seguida de *Virola koschnyi* (Cebo), también esciófita parcial, con 0.48 cm/año y la heliófita durable *Otoba novogranatensis* (Fruta dorada), con 0.31 cm/año. La especie de menor crecimiento fue *Carapa guianensis* (Cedro macho), con un promedio por clase diamétrica y por año de 0.30 cm.

Un poco diferente es la situación con las parcelas testigo. Utilizando el mismo criterio que en el caso anterior (Cuadro 9b), las especies con mayor crecimiento en diámetro son *Guarea sp.*, con 0.84 cm/año, *Virola koschnyi*, con 0.78 cm/año y *Carapa guianensis*, con 0.48 cm/año, todas del grupo de las esciófitas. Es claro que hay una ligera diferencia entre *Virola koschnyi* y *Carapa guianensis*, favorable a las parcelas testigo, pero no es determinante como para asegurar que el tratamiento no está surtiendo un efecto positivo sobre estas especies. Si las parcelas que quedaron como testigo están en un sitio que fue más aprovechado en la zafra del 85/86 (sufrieron mayor perturbación por caminos y patios), esto implicaría un sitio con mayores condiciones de luz que favoreció el crecimiento diamétrico de los árboles.

La forma como se comporta el incremento en diámetro entre las diferentes categorías diamétricas es bastante similar entre los dos períodos de crecimiento (1991/1992 y 1992/1993) para las parcelas testigo. En ambas mediciones, la tendencia es a aumentar la tasa de crecimiento hacia las clases de diámetro mayores, principalmente en la clase 50-59.9 cm dap (Figura 7). En las parcelas tratadas esto cambia un poco: el crecimiento mayor de los árboles se da en la clase intermedia de 30-39.9 cm dap, para bajar en las clases subsiguientes. Además, en estas parcelas los registros de la medición 1992/1993 indican una tasa de incremento mayor en las primeras categorías, comparada con la medición anterior.

Cuadro 9a. Crecimiento diamétrico medio anual (en cm) por especies comerciales y categorías diamétricas en parcelas tratadas de un bosque primario aprovechado en La Lupe, Río San Juan.

NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIAS DIAMETRICAS *						Media
	1	2	3	4	5	6	
A)Esciófitas							
Carapa guianensis	0.12	0.10	0.45	0.45	0.0	0.37	0.30
Copaífera aromática	0.40	-	-	-	-	-	0.40
Guarea bullata	0.40	-	-	-	-	-	0.40
Guarea sp	-	-	1.15	-	-	-	1.15
Sacoglottis trichogyna	-	-	0.50	-	-	-	0.50
Tetragastris panamensis	-	0.22	0.30	-	0.15	-	0.67
Virola Koschnyi	-	0.50	0.35	-	-	0.60	0.48
Virola sebifera	0.30	-	-	-	-	-	0.30
B)Heliófitas							
Otoba novogranatensis	0.42	-	-	0.20	-	-	0.31
Pterocarpus hayesii	-	-	-	-	-	0.25	0.25

* Categorías diamétricas: 1,2,3,4,5 y 6 corresponden a 10-19.9/20-29.9/30-39.9/40-49.9/50-59.9 y > 60 cm dap, respectivamente

Cuadro 9b. Crecimiento diamétrico medio anual por especies comerciales y categorías diamétricas en parcelas testigo de un bosque primario aprovechado en La Lupe, Río San Juan.

NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIAS DIAMETRICAS						Media
	1	2	3	4	5	6	
A)Esciófitas							
Carapa guianensis	0.18	0.34	0.16	0.37	1.3	0.55	0.48
Copaífera aromática	-	1.50	-	-	-	0.20	0.85
Guarea bullata	0.13	-	0.70	-	-	-	0.42
Guarea sp	0.29	0.56	0.35	-	-	2.15	0.84
Sacoglottis trichogyna	0.90	0.60	-	-	0.55	-	0.70
Tetragastris panamensis	0.27	0.50	0.05	-	-	-	0.27
Virola Koschnyi	0.47	0.70	0.72	-	1.25	-	0.78
Virola sebifera	0.30	0.00	-	-	-	-	0.15
B)Heliófitas							
Otoba novogranatensis	0.22	0.03	0.19	0.50	0.75	-	0.34
Pterocarpus hayesii	0.33	0.37	0.90	0.00	0.40-0.20	-	0.30

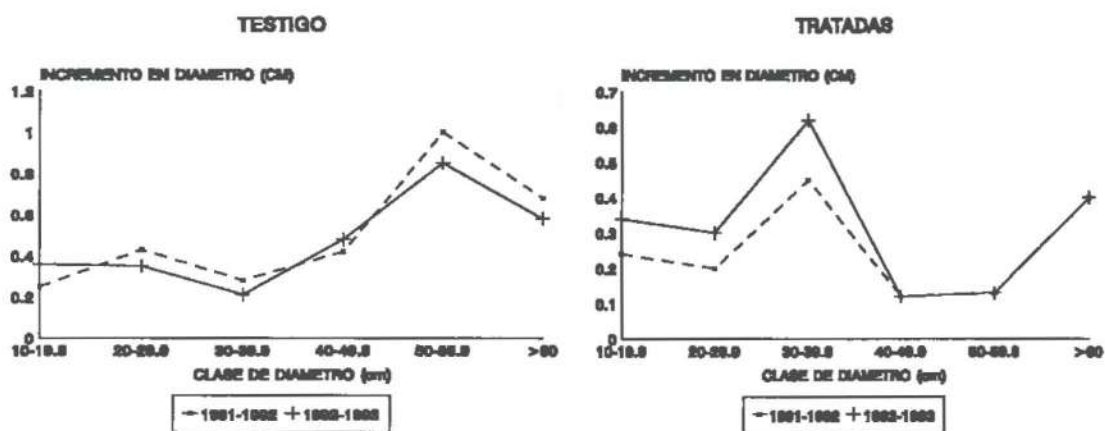


Figura 7. Incrementos diamétricos por períodos de medición, por tratamiento y por clase de diámetro para especies comerciales, en el bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

No obstante las diferencias mencionadas, que en resumen lo que indican es la considerable variabilidad existente entre clases de diámetro, en promedio los incrementos entre tratamientos no difieren.

No se llevó a cabo una valoración del crecimiento en diámetro por grupos ecológicos, por carecer de suficientes datos como para hacer generalizaciones.

4.1.5.2 Comparación entre tratamientos

Los resultados analizados mediante un análisis de covarianza, con diámetro inicial (d_1) como covariable y sin agrupar las especies por grupos ecológicos, nos indican que no hay diferencias significativas en los incrementos de área basal entre parcelas tratadas y no tratadas para el primer y segundo período de medición. Lo mismo ocurre cuando las especies se agruparon por grupos ecológicos.

Sin embargo, se encuentran diferencias significativas en el incremento de área basal según la condición inicial del diámetro ($p > 0.0001$).

Aún cuando se pretenda aislar en lo posible las probables fuentes de variación (grupos ecológicos, d1 etc.), debido a la cantidad insuficiente de árboles posibles de analizar (57 tratados contra 116 árboles no tratados, de las 10 especies comerciales consideradas) y el poco tiempo transcurrido después de aplicado el tratamiento, los resultados no parecen tan sorprendentes.

4.1.5.3 Relación entre los incrementos anuales de especies comerciales y la variables independientes

En el análisis de correlación aplicado a los incrementos, tanto del diámetro como del área basal y las variables que podrían estar surtiendo un efecto sobre el crecimiento de los árboles de las especies comerciales, únicamente muestran una correlación significativa: el tipo o grado de iluminación que reciben los árboles, la forma de la copa que tienen los árboles y el diámetro inicial de la categoría diamétrica en que se encuentra cada árbol analizado. No obstante, no se encuentra una tendencia muy clara de la relación del crecimiento (Cuadro 11) con las variables analizadas.

Para los incrementos analizados entre 1991 y 1992, la clase de iluminación es la variable que presenta mayor correlación con el crecimiento de área basal ($r = -0.58$), indicando una relación inversa entre el incremento del área basal y los grados de iluminación (los códigos de calificación de la iluminación en forma ascendente indican cada vez una iluminación menor).

Le siguen después el diámetro inicial, tanto para esciófitas como para heliófitas, con una correlación positiva, indicándonos que el incremento en área basal es mayor cuando la dimensión de los árboles aumenta. La forma de copa en el grupo de las esciófitas es el tercer factor que influye en el crecimiento basal de los árboles.

Los resultados indican (Cuadro 10) que, después de aplicado el tratamiento (1992-1993), en las parcelas tratadas la forma de copa es el factor predominante en el crecimiento, tanto de diámetro como de área basal, y la iluminación es importante en el grupo de las esciófitas.

El diámetro inicial y su correlación con el incremento diamétrico no mostró diferencias significativas. El hecho que no haya significancia y que en solo un caso exista una correlación negativa, coincide con la aseveración hecha por Siteo (Siteo, 1992), en el sentido de que el ajuste probablemente no sea lineal.

Cuadro 10. Resumen de datos de correlación entre el crecimiento diamétrico, el área basal y las variables independientes en estudio, por grupo ecológico, antes y después del tratamiento en un bosque aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

1991-1992					
INCREMENTO	VARIABLE INDEPENDIENTE	TESTIGO		TRATADAS	
		Heliófitas	Esciófitas	Heliófitas	Esciófitas
Area bas	D1	NS	**	NS	*
Area bas	Ilumin	*	NS	*	**
Area bas	D1	**	NS	NS	NS
Area bas	Forma	NS	NS	NS	*
Diámetro	Ilumin	*	NS	NS	*
Diámetro	Forma	*	NS	NS	
1992-1993					
Area bas	Ilumin	NS	*	NS	*
Area bas	D1	NS	**	NS	NS
Area bas	Forma	NS	NS	**	NS
Diámetro	Ilumin	NS	**	NS	NS
Diámetro	Forma	NS	**	**	**
Diámetro	D1	-*	NS	NS	NS

* Diferencias significativas

**Diferencias muy significativas

NS No significativo

Abreviaciones: Ilumin=Tipo de iluminación/ D1=Diámetro inicial/Forma=Forma de copa

El Cuadro 11 muestra cómo se incrementa el área basal según las categorías diamétricas para el primer período de crecimiento. Únicamente para el grupo de las esciófitas las tasas aumentan cuando el tamaño de los árboles aumenta. En las heliófitas el crecimiento es distinto al de las esciófitas, ya que crecen más en las clases intermedias, donde las condiciones de luz pueden ser mejores, lo cual se corresponde con su estrategia de crecimiento.

Cuadro 11. Incrementos del área basal ($m^2 ha^{-1}$), según la clase de diámetro, por parcelas de tratamiento y grupos ecológicos, en el período de 1991/1992 en el bosque aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

1991-1992				
CLASES DIAMÉTRICAS (CM)	TESTIGO		TRATADAS	
	Heliófitas	Esciófitas	Heliófitas	Esciófitas
10-19.9	0.0005	0.0006	0.0005	0.0007
20-29.9	0.0008	0.0020	0.0004	0.0007
30-39.9	0.0011	0.0011	0.0003	0.0023
40-49.9	0.0010	0.0030	0.0012	0.0065
50-59.9	0.0002	0.0083	0.0001	0.0015
> 60	-0.0023	0.0102	0.0007	0.0038

La forma de copa y la iluminación que reciben influye directamente en el crecimiento de los árboles (Cuadros 12 y 13). En cuanto a la iluminación en ambos tratamientos, a pesar que el análisis de covarianza aplicado indica que no hay diferencias significativas en el crecimiento entre grupos ecológicos por tratamiento, se observa una tendencia de las especies del grupo de las esciófitas a un mayor crecimiento cuando el grado de iluminación es mayor. En las heliófitas, aunque hay algunos casos que desdican lo anterior, hay una ligera tendencia en las parcelas testigo, a mostrar la misma situación.

Cuadro 12. Incrementos del área basal ($m^2 ha^{-1}$) por clase de iluminación de copa, por parcelas de tratamiento y grupos ecológicos, en el período de 1992/1993 del bosque aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

1992-1993				
ILUMINACION DE COPA	TESTIGO		TRATADAS	
	Heliófitas	Esciófitas	Heliófitas	Esciófitas
1	-0.0003	0.0077	0.0013	0.0026
2	0.0011	0.0021	0.0019	0.0013
3	0.0011	0.0008	-	0.0014
4	0.0013	0.0012	0.0021	0.0008
5	0.0009	0.0003	-	-

Tipos de iluminación: 1=Emergente; 2=Plena iluminación superior; 3= Alguna iluminación superior; 4=iluminación lateral; 5= Ninguna iluminación directa

Cuadro 13. Incrementos del área basal en ($m^2 ha^{-1}$) por clase de copa, por parcelas de tratamiento y grupos ecológicos, entre el período de 1992/1993 del bosque aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

1992-1993				
FORMA DE COPA	TESTIGO		TRATADAS	
	Heliófitas	Esciófitas	Heliófitas	Esciófitas
1	0.0011	0.0031	0.0021	0.0022
2	0.0008	0.0020	-	0.0011
3	0.0008	0.0012	0.0009	-0.0010
4	0.0021	0.0005	0.0007	0.0004
5	-0.0006	-0.0002	-	-

Forma de copa: 1=Círculo entero; 2=Círculo irregular; 3=medio círculo; 4=Menos que medio círculo; 5=Solamente pocas ramas

4.1.6 Cambios en la clase de iluminación y forma de copa de especies comerciales.

En general, en las parcelas tratadas, el estado de las especies comerciales antes de la aplicación del tratamiento (1991) mostraban una menor cantidad de individuos con buena iluminación (emergentes, plena iluminación superior y alguna iluminación

superior), en relación con los individuos con buena iluminación para 1993, a un año después del tratamiento (Figura 8). La prueba Chi-cuadrado aplicada indica diferencias significativas en las clases de iluminación en ambas parcelas de tratamiento, entre 1991 y 1993 ($P > 0.0001$), aunque la prueba no paramétrica de Wilcoxon nos muestra que entre tratamientos hacia 1993, no hay diferencias significativas ($P > 0.635$). Dicho de otra manera, después de aplicado el tratamiento, hay una ligera mejoría en la cantidad de luz recibida por los árboles de especies comerciales. Esto es aproximadamente 13.3 árboles comerciales por hectárea (42%) que mejoraron su condición de iluminación. En las parcelas no tratadas, aparentemente está sucediendo algo similar, pero tan sólo en las clases intermedias de iluminación, en las cuales 10 árboles comerciales por hectárea (53%), mejoraron su condición de iluminación (Anexo 5).

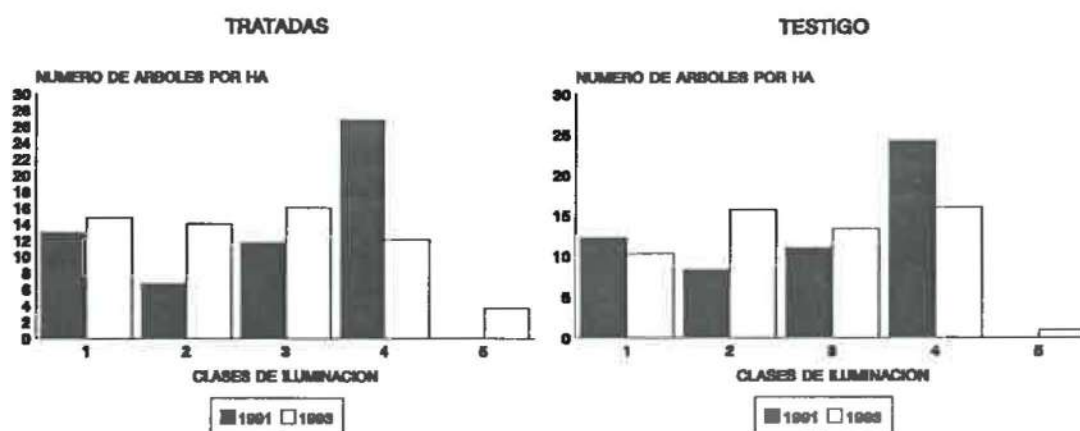


Figura 8. Comparación de los cambios de iluminación de copa de los árboles del grupo de especies comerciales, antes y después de la aplicación del tratamiento (1991/1993) y por parcelas de tratamiento en el bosque primario aprovechado de La Lupe.

En los cambios de la condición de iluminación por clases de diámetro se observa (Figuras 9a y 9b) en ambas parcelas de tratamiento, que antes del tratamiento las clases de iluminación eran malas para la mayoría de los árboles con clases diamétricas menores. La situación cambia en 1993, En casi todas las clases de diámetro, excepto para los árboles entre 10 y 19.9 cm, las condiciones de iluminación mejoraron, (principalmente en la clase emergente) en ambas parcelas de tratamiento, situación que es confirmada por la prueba

Chi-cuadrado, indicándonos diferencias significativas en la iluminación por clases diamétricas ($P > 0.0001$).

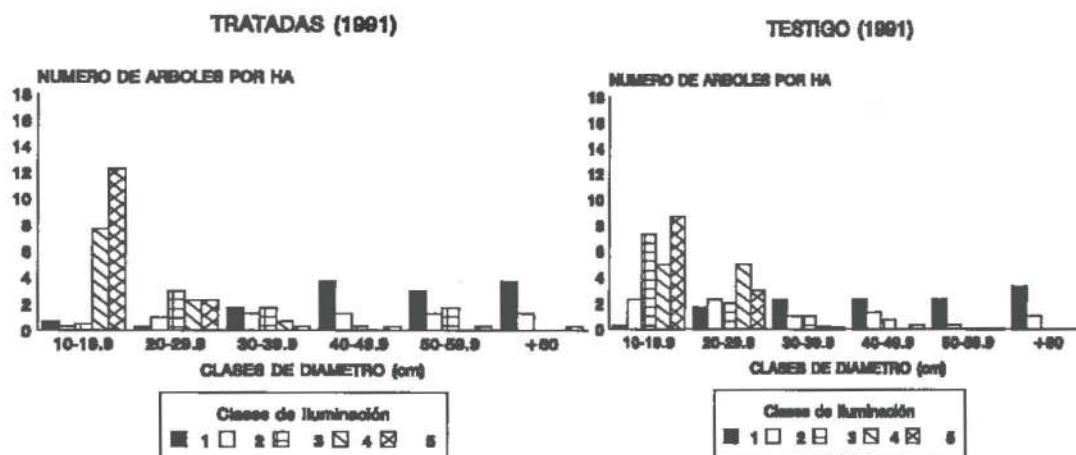


Figura 9a. Comparación de la clase de iluminación de los árboles por clases diamétricas, antes de aplicado el tratamiento (1991), en el bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

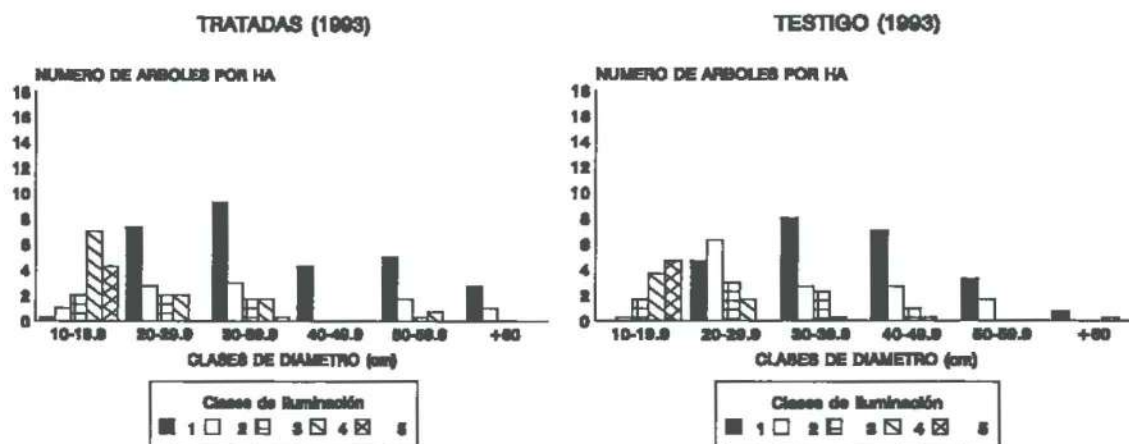


Figura 9b. Comparación de las clases de iluminación de los árboles por clases diamétricas, después de aplicado el tratamiento (1993), en el bosque primario de La Lupe, Río San Juan.

En los árboles de especies comerciales, en ambas parcelas de tratamiento puede apreciarse que el número de árboles con copas de mejor forma o completas es mayor después de aplicado el tratamiento (Figura 10). La prueba Chi-cuadrado indica, en efecto, diferencias significativas ($P > 0.019$) para la forma de copa entre parcelas tratadas y testigo. Después, hay una tendencia clara de encontrarse relativamente pocos árboles con forma de copas incompletas o malas. En este sentido, se observa que en ambas parcelas el número de árboles con mala forma de copa es ligeramente mayor después de aplicado el tratamiento. El ajuste de una prueba Wilcoxon a la forma de copa de los árboles entre tratamientos, indica diferencias significativas únicamente para 1993, o sea, después de aplicado el tratamiento.

No obstante estos cambios favorables a las especies comerciales en su forma de copa, no puede del todo asegurarse que se deba a un efecto directo de la aplicación del tratamiento, por el tiempo muy corto transcurrido desde que fue aplicado el tratamiento.

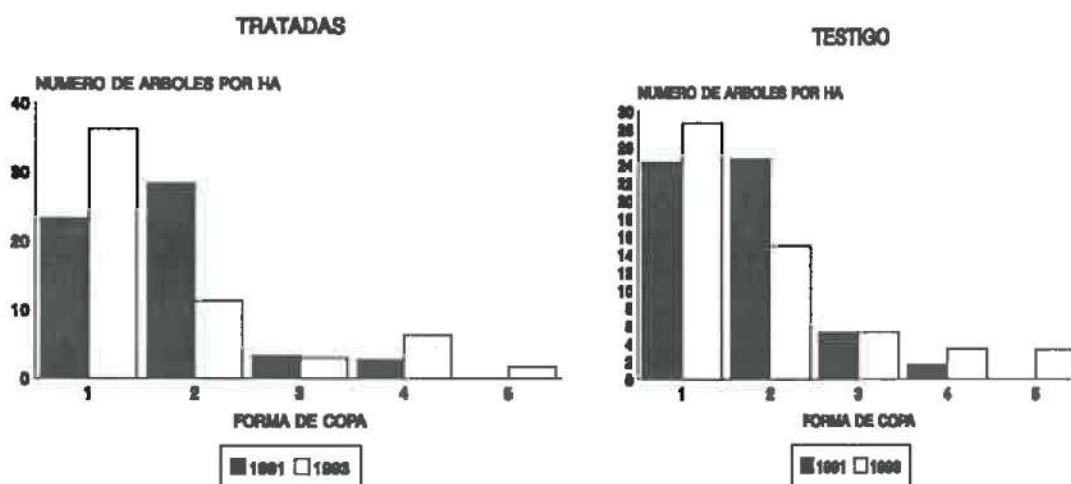


Figura 10. Cambios de la forma de copa de los árboles de especies comerciales, antes y después de la aplicación del tratamiento (1991/1993).

A pesar de no encontrar diferencias significativas mediante la prueba Chi-cuadrado, se observa que las dos primeras clases de forma de copa son las más abundantes, antes y después de aplicado el tratamiento (Figura 11a y 11b). Se aprecia además que, a que a un año de haber aplicado el tratamiento, el número de árboles con copas de buena forma

aumentó, principalmente en la primera clase de diámetro. Esto puede ser, un indicador del efecto del tratamiento, pero no puede ser considerado como un hecho determinante. Algo similar está ocurriendo también con las parcelas testigo solo que a un menor grado.

En la clase de diámetro entre 10 y 20 cm hay especies de interés comercial, como *Otoba novogranatensis*, *Pterocarpus hayesii* y *Sterculia recordiana*, que son heliófitas y podrían estar respondiendo bien, en términos de la forma de su copa, a un eventual cambio de iluminación.

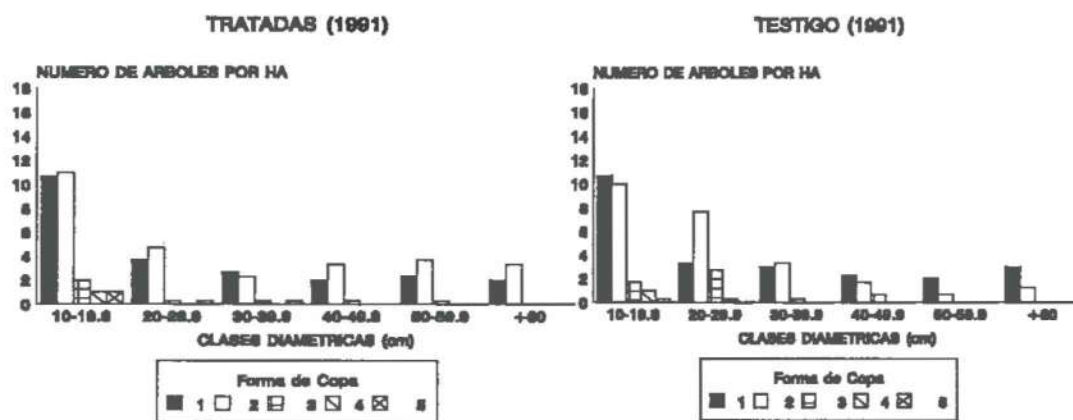


Figura 11a. Comparación de la forma de copa de los árboles por clase diamétrica, antes del tratamiento (1991) y por tratamiento, en el bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

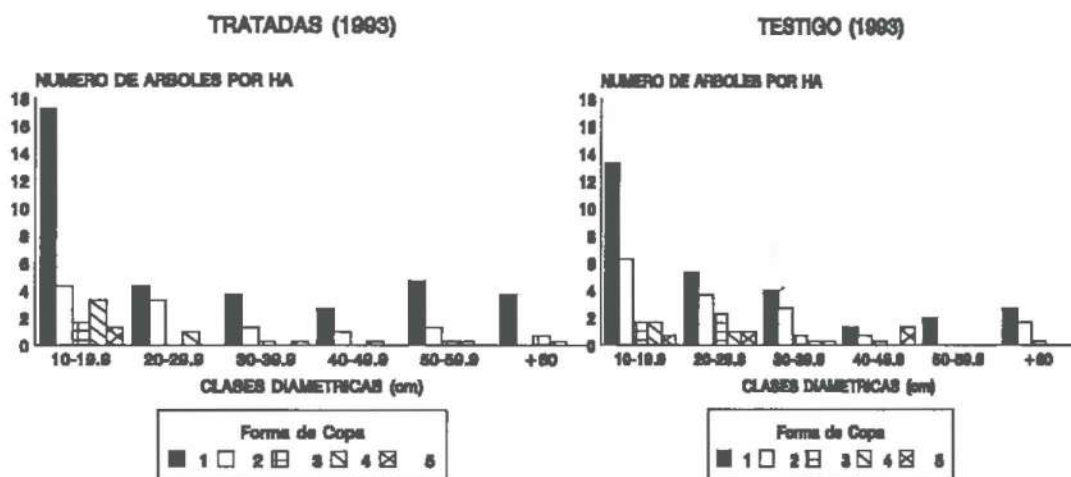


Figura 11b. Comparación de la forma de copa de los árboles, por clases de diámetro y por tratamiento después de aplicado el tratamiento (1993).

4.1.7 Árboles tratados silviculturalmente

El total de árboles que fueron anillados y envenenados en las parcelas de tratamiento del ensayo silvicultural de La Lupe fue de 91 individuos, distribuidos en 19 especies.

Como se muestra en la Figura 12, 67 árboles sucumbieron totalmente, es decir, el 63% de los árboles anillados y envenenados. Su estado, a un año de aplicado el tratamiento, se caracterizaba por la muerte en un 100% de la copa del fuste podrido y en algunos casos los árboles cayeron (4 árboles); 3 árboles (3%) tenían el 70% de la copa muerta, pero el fuste inferior aún tenía señales de vida. El 14%, o 13 árboles, tenían el 30% de la copa muerta y el fuste vivo y únicamente en 8 árboles (9%) el tratamiento no mostró ningún efecto.

El 40% de los árboles muertos totalmente eran de la especie *Pentaclethra macroloba* (Gavilán), seguida de *Dialium guianensis* (Tamarindo), con un 13% de los árboles. Las otras especies que recibieron tratamiento y que sufrieron alta mortalidad son: *Meliosma* sp. (Terciopelo), *Lacmellea panamensis* (Leche de vaca), *Dipteryx panamensis* (Almendro) y *Apeiba membranacea* (Peine de mico).

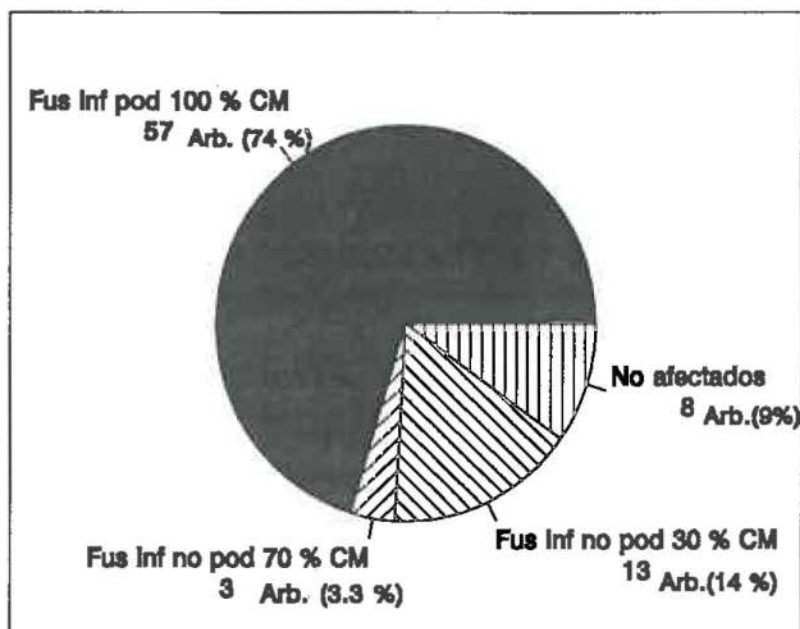


Figura 12. Distribución porcentual de árboles afectados por anillamiento y envenenamiento (clave: fuste inferior podrido, fuste inferior no podrido, copa muerta) en parcelas tratadas en el bosque primario de La Lupe, Río San Juan.

4.1.8 Discusión

4.1.8.1 Variabilidad florística y organización horizontal

En términos de la composición florística de las especies comerciales, se registra en ambas parcelas de tratamiento un predominio de tres especies: *Carapa guianensis*, *Tetragastris panamensis* y *Otoba novogranatensis*. Esta última especie, conocida como Fruta dorada, se la confunde por el reconocedor de árboles con *Virola sebifera* y en algunos casos con *Virola koschnyi* (Cebo). Esto ayuda a explicar el hecho de que en otros estudios realizados anteriormente en el sitio (Sabogal et al, 1992), figure *Virola koschnyi* como una de las tres especies más importantes. No obstante, *V. koschnyi* está entre las cinco especies más abundantes (Cuadro 4).

De todas las especies encontradas, la dominancia muy alta de *Pentaclethra macroloba* que tiene un alto potencial comercial (desde hace algunos años está entre las especies que se comercializan en Costa Rica), probablemente se deba a que es parte de las especies remanentes del bosque aprovechado hace 8 años, coincidiendo con lo dicho por Guillén (1993).

En cuanto a los grupos ecológicos, entre las parcelas de tratamiento, las diferencias no son significativas. El porcentaje de heliófitas en las parcelas tratadas es ligeramente mayor, en un 3%, que las heliófitas de las parcelas testigo. El caso es el mismo en cuanto a la cantidad de individuos por grupos ecológicos, sin embargo en ambas parcelas de tratamiento, se observa una ligera diferencia que favorece al grupo de las esciófitas.

De los resultados del área basal (Cuadro 7), las parcelas tratadas sufrieron en promedio una disminución aproximada del 6% ($1.4 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$) del área basal total por hectárea. Esta disminución está por debajo de lo planificado para el tratamiento que era del 13% del área basal total. A la empresa extractora COREXSA, le correspondía extraer 9 árboles en total, clasificados como aptos para ser aprovechados y que no se hizo (UCA/CATIE/SAREC, 1991).

En el tratamiento de mejora aplicado en el bosque secundario de Pérez Zeledón de aproximadamente 35 años de edad, con un promedio por hectárea de 20.84 m^2 , se extrajeron únicamente como producto de la liberación $2.95 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, con dap entre 10 y 39 cm, de $8.45 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ que se extrajeron en total (incluyendo el aprovechamiento) (Picado, 1991). Comparativamente, estos niveles de intervención están muy por encima de las realizadas en el ensayo silvicultural de La Lupe, que tenía antes de aplicarse el tratamiento un promedio de $23 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ (dap ≥ 10 cm).

En resumen, estas cantidades que reflejan el nivel de intervención silvicultural aplicado al bosque primario aprovechado de La Lupe, están muy por debajo de las recomendaciones hechas por Dawkins (1958) (citado por Finegan, 1993), las que indican que el nivel de intervención, que incluye el aprovechamiento comercial, debe estar entre el 40 y 60% del área basal total por hectárea de un bosque primario.

4.1.8.2 Incrementos diamétricos y cambios en la iluminación y forma de copa

El efecto del tratamiento silvicultural sobre ciertas variables de crecimiento de la población de árboles no es hasta ahora evidente, quizás por dos razones principales.

Primero, el tratamiento de liberación no fue ejecutado en toda su magnitud, como ya fue apuntado anteriormente. Segundo, el tiempo transcurrido entre la aplicación del tratamiento y la última evaluación, que es de un año, es muy corto.

Sitoe (1992), también atribuye a este factor el no haber encontrado efectos del tratamiento sobre el crecimiento en diámetro de los árboles.

Para todas las especies, no se espera que el tratamiento esté ejerciendo algún efecto significativo sobre el crecimiento de los árboles. Por la aplicación muy localizada de la liberación de árboles, el efecto también resulta muy localizado.

Sin embargo, es una referencia muy importante conocer que el crecimiento en diámetro promedio por año se encuentra entre 0.23 y 0.69 cm y el área basal entre 0.001 y 0.047 m²/año.

En el bosque de Pérez Zeledón, mencionado anteriormente, el incremento del área basal, en parcelas que recibieron tratamiento de mejora, oscila entre 0.03-1.02 m² ha⁻¹/año, cálculo hecho en base a 2.5 años después de aplicado el tratamiento. Con sus resultados, también se concluye que se requiere de un período mayor de evaluación (Picado, 1991).

En las especies comerciales, el crecimiento en diámetro de las parcelas testigo es un poco mayor que en las parcelas tratadas, contrario a lo que cabría esperar. Una razón que podría explicar esta diferencia es que probablemente las parcelas testigo tengan condiciones más favorables para su crecimiento. Según las condiciones topográficas que se observan, parecen favorables para las parcelas PMP-5 y PMP-4 (Anexo 1A), estas se encuentran ubicadas en áreas relativamente planas y cerca de la quebrada La Lupe y otros riachuelos.

En el crecimiento diamétrico por clases diamétricas, las parcelas testigo muestran un crecimiento mayor en las clases superiores, donde no se descarta la posibilidad de explicar esto, por algunas mediciones erróneas. En las parcelas tratadas hay un ligero incremento en el crecimiento en diámetro en las clases de diámetro menores, los árboles DS de estas clases probablemente están siendo favorecidas por el tratamiento.

En cuanto a los cambios en la clase de iluminación de la copa de los árboles actualmente comerciales, a pesar de que estadísticamente no muestran una diferencia significativa en los cambios antes y después de aplicado el tratamiento para parcelas tratadas, estas muestran una ligera tendencia de mejora en la condición de iluminación,

tratadas, estas muestran una ligera tendencia de mejora en la condición de iluminación, esto a pesar del efecto localizado del tratamiento, era de esperarse. En las parcelas testigo por la evolución de las etapas sucesionales, los árboles que antes tenían mejores condiciones de luz y que generalmente son esciófitas parciales, no pueden competir con especies de comportamiento más agresivo, disminuyendo su mejor condición de luz con el tiempo. Sin embargo, no puede descartarse la posibilidad de que los resultados sean afectados por la subjetividad a que está sujeta este tipo de variable (categórica).

La forma de copa de los árboles de las especies de interés comercial actual está mejorando en ambas parcelas de tratamiento, pero en las parcelas tratadas el efecto es mayor, sin embargo no queda claro si es a causa del tratamiento, considerando el poco tiempo transcurrido desde que se aplicó.

4.1.8.3 Aspectos silviculturales

En términos de la composición de árboles por grupo comercial, el bosque primario aprovechado de La Lupe cuenta con un promedio de 58 árboles ha^{-1} . De estos, el 81% tienen fustes de buena calidad, pero de dimensiones no aprovechables (fuste clase 2), que son de interés comercial actual. A partir de 60 cm dap hay 4.7 árboles ha^{-1} , de los cuales el 85% son aprovechables ($1.29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) en las parcelas tratadas y el 79% son aprovechables ($1.70 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) en las parcelas testigo, diferencia que no es estadísticamente significativa.

En las especies potencialmente comerciales se encuentran 73 árboles ha^{-1} en las parcelas tratadas y 98 árboles en las parcelas testigo. En este grupo se tienen principalmente a las especies como *Pentaclethra maculosa* (que representa el 54% de las especies potenciales), *Dipterix panamensis*, (16.8%) y *Dialium guianensis* (6.4%) (Cuadro 4). Estos resultados coinciden con los encontrados por Sabogal et al (1992) en un estudio realizado también en La Lupe y realmente representan un buen potencial de recursos que en determinado momento estarán disponibles para su aprovechamiento, de acuerdo a los cambios en el mercado nacional e internacional.

4.2 Caracterización de la población de regeneración de especies comerciales

En promedio, la población de latizales de especies de interés comercial actual (regeneración con diámetros entre $5 \text{ cm} < \text{dap} < 10 \text{ cm}$) es de 48 individuos ha^{-1} , representando el 6% del total de la población de latizales.

La población de brinzales (cuyas dimensiones están entre 1.5 m de altura y 4,9 cm dap) de especies comerciales es de 1280 individuos ha⁻¹.

4.2.1 Composición florística, densidad de especies y cambios en las clases de iluminación

4.2.1.1 Parcelas testigo

Por su abundancia, las especies comerciales más importantes de la regeneración de tamaño latizal, antes y después de aplicado el tratamiento, son: *Carapa guianensis* (Cedro macho), *Virola koschnyi* (Cebo) y *Terminalia bucidiodes* (Guayabo de charco), representando estas tres el 78% del total de individuos comerciales (38 individuos ha⁻¹).

Entre las especies potenciales sobresale *Pentaclethra macroloba* (Gavilán), representando el 76% de la población de latizales comerciales por hectárea.

Para los brinzales de especies actualmente comerciales, las más abundantes son: *Carapa guianensis*, *Virola koschnyi* y *Tetragastris panamensis* (Kerosín), que representan el 71% del total de brinzales comerciales (907 individuos ha⁻¹), hacia 1991. Para 1993, se registra una disminución del 46% en la población de estas tres especies comerciales. No obstante, la población total de especies comerciales aumentó en un 21% (Figura 13).

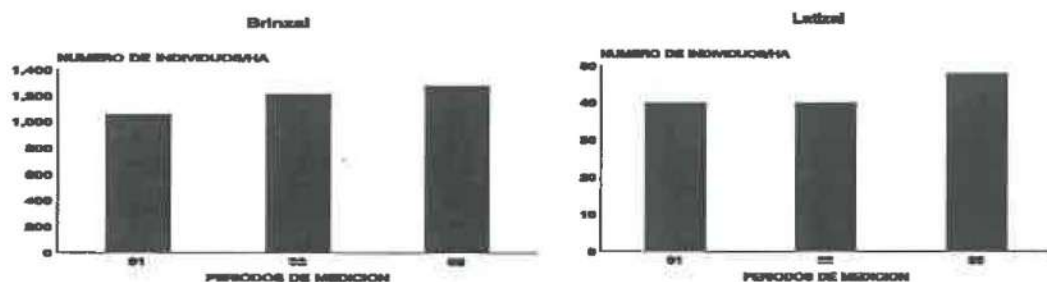


Figura 13. Número de individuos ha⁻¹ de brinzales y latizales de especies de interés comercial actual, en los tres períodos de medición, en un bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

En cuanto a los cambios en las clases de iluminación de la regeneración, antes de la aplicación del tratamiento la mayor cantidad de latizales comerciales se encontraban en las clases de iluminación lateral (un 58%) (Figura 14) y alguna iluminación superior (21%). A un año de aplicado el tratamiento, las condiciones de iluminación no han variado significativamente. La cantidad relativa de latizales con iluminación lateral se mantiene con el 58%, aumentando ligeramente a 24% la cantidad de individuos con alguna iluminación superior. Sin embargo, la prueba Chi-cuadrado aplicada indica que no hay diferencias significativas en los cambios de iluminación de 1991 a 1993.

En los brinzales, los cambios de iluminación se han dado principalmente en la clase de iluminación lateral. Antes del tratamiento, se registró que el 43% de los brinzales comerciales tenían esta condición de iluminación, mientras que después del tratamiento aumentó ligeramente a 51%. La proporción de individuos en las clases de iluminación vertical parcial y nada directa, disminuyó ligeramente hacia 1993, pero, de igual forma que en los latizales, no hay diferencias significativas en los cambios de iluminación.

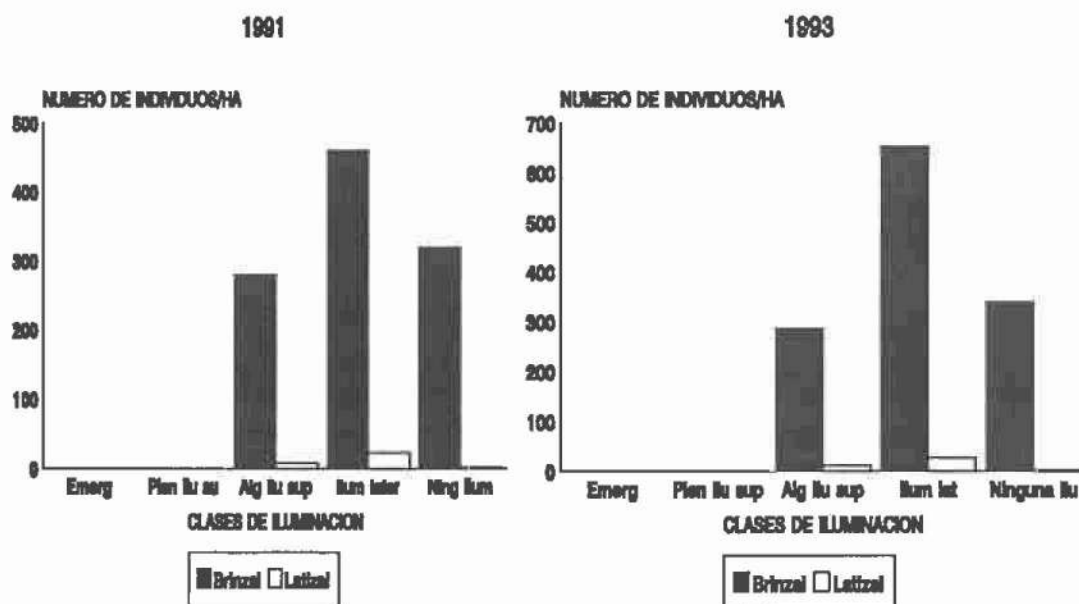


Figura 14.

Cambios en las clases de iluminación de la regeneración (latizales y brinzales) de especies de interés comercial actual, antes y después del tratamiento, en el bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

A pesar de los resultados estadísticos no significativos, pueden notarse algunas tendencias importantes a nivel individual para las especies comerciales más importantes de la regeneración de latizales, como *Carapa guianensis*, *Virola koschnyi* y *Terminalia bucidoides* (Guayabo de Charco), los cambios entre 1991 y 1993 en las clases de iluminación apenas pueden apreciarse (Figura 15).

En términos relativos, la proporción de latizales en las diferentes clases de iluminación no varió después de aplicado el tratamiento.

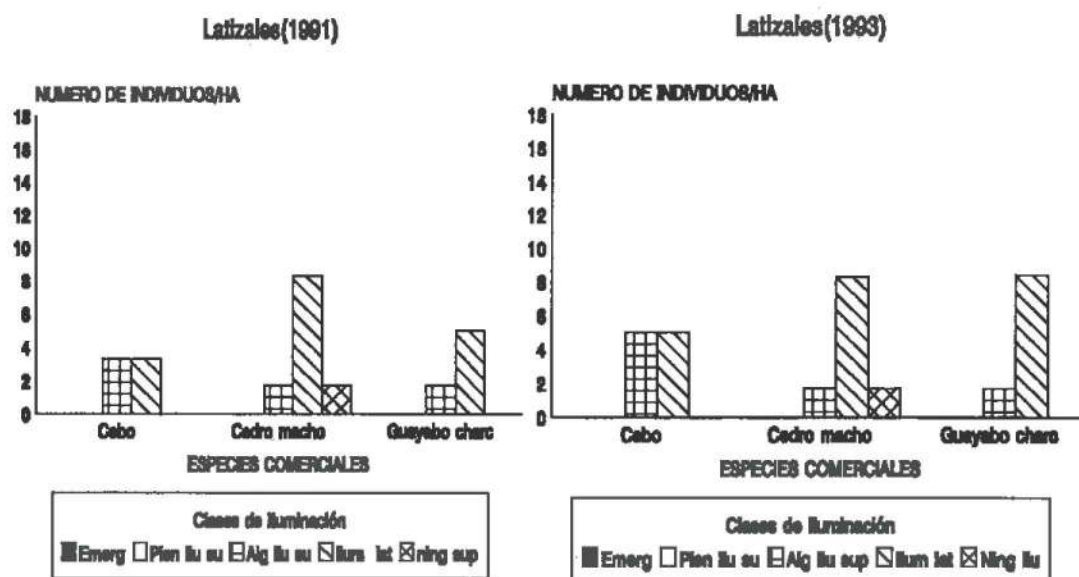


Figura 15. Comparación de los cambios de clases de iluminación, antes y después de aplicado el tratamiento (1991/1993), de las especies de latizales más importantes, en un bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

En los brinzales de las especies comerciales más abundantes, principalmente *Virola koschnyi*, la proporción de individuos con iluminación lateral se mantuvo constante entre 1991 y 1993 (Figura 16). Sin embargo, en términos absolutos hay un incremento en el número de brinzales con esta condición de iluminación. Con *Carapa guianensis* el incremento en la proporción se da en la clase de iluminación lateral, que pasa del 37% en 1991 al 43% en 1993. Las clases alguna iluminación superior y ninguna iluminación superior sufrieron una disminución en la población de brinzales con estas condiciones de iluminación.

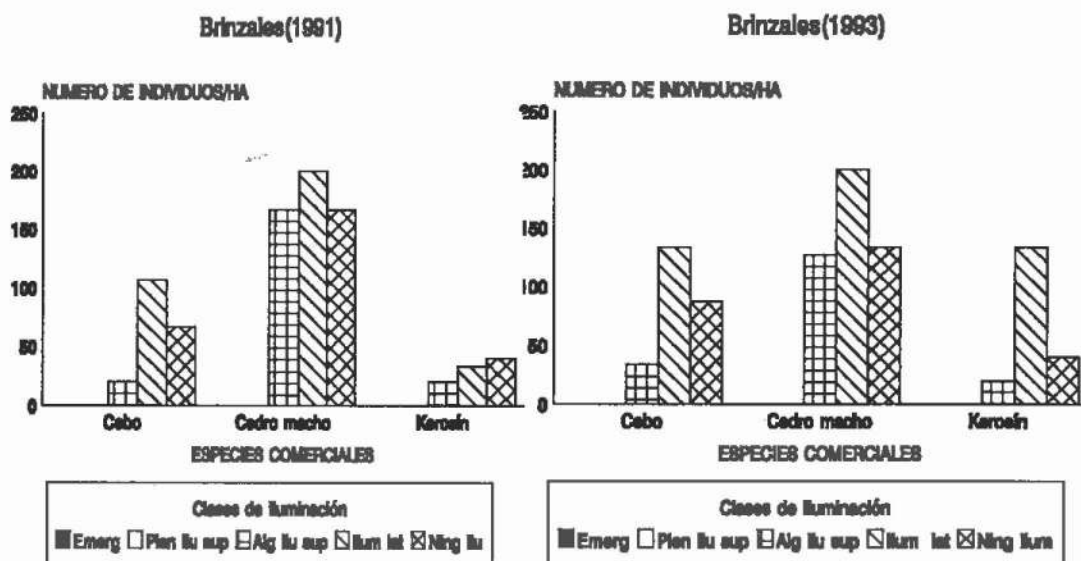


Figura 16. Comparación de los cambios de iluminación antes y después de aplicado el tratamiento (1991/1993) de las especies de brinzales más importantes en un bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan

4.2.1.2 Parcelas tratadas

En los latizales, las especies comerciales más abundantes son: *Carapa guianensis*, *Virola koschnyi* y *Tetragastris panamensis*, representando las tres, en promedio por hectárea hacia 1993, el 74% de todos los individuos que tienen interés comercial actual. En especies que tienen potencial comercial, sobresale *Pentaclethra mocroloba*, con el 71% de los latizales cuyas especies tienen potencial comercial.

El número de latizales comerciales en el período 1991/1993 (antes y después de aplicado el tratamiento) sufre un incremento del 12% (7 latizales ha⁻¹) con respecto a 1991, incremento que se da únicamente en 1993 (Figura 17).

Por otro lado, a nivel de brinzales, las especies comerciales predominantes son: *Carapa guianensis*, *Virola koschnyi* y *Terminalia bucidiodes*, que contienen el 82% de todos los brinzales de interés comercial actual. Siempre *Carapa guianensis* es la especie más abundante, con 447 individuos ha^{-1} (35% del total de brinzales), estimación hecha en base a los datos de 1993.

El número de brinzales hacia 1991 era de 947 individuos ha^{-1} . En 1993, a un año de aplicado el tratamiento, el número de brinzales aumentó a 1273 individuos ha^{-1} , o sea, un aumento del 34%. En la Figura 18 puede observarse que el aumento de brinzales de especies comerciales se registra también para 1992.

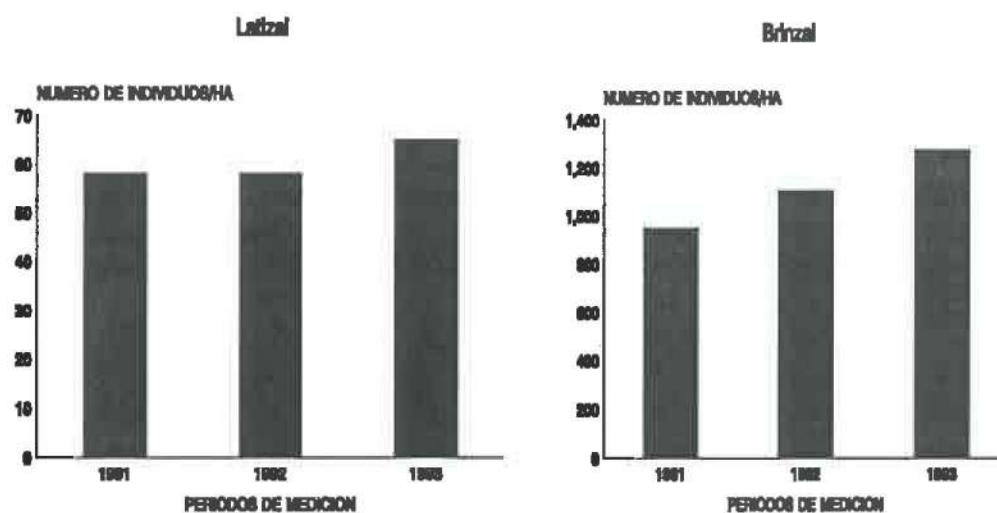


Figura 17. Número de individuos ha^{-1} de brinzales y latizales de especies de interés comercial actual, en los tres períodos de medición (1991/1993), en un bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan

En la Figura 18 se observa que, en términos absolutos, hacia 1993 hay un aumento en el número de latizales en las diferentes clases de iluminación. Sin embargo, en términos porcentuales, los cambios en las clases de iluminación de los individuos ocurren principalmente en la clase de iluminación lateral, aumentando la proporción de latizales con esta condición de un 49% que había en 1991 a un 51% en 1993. Estos cambios no son estadísticamente significativos.

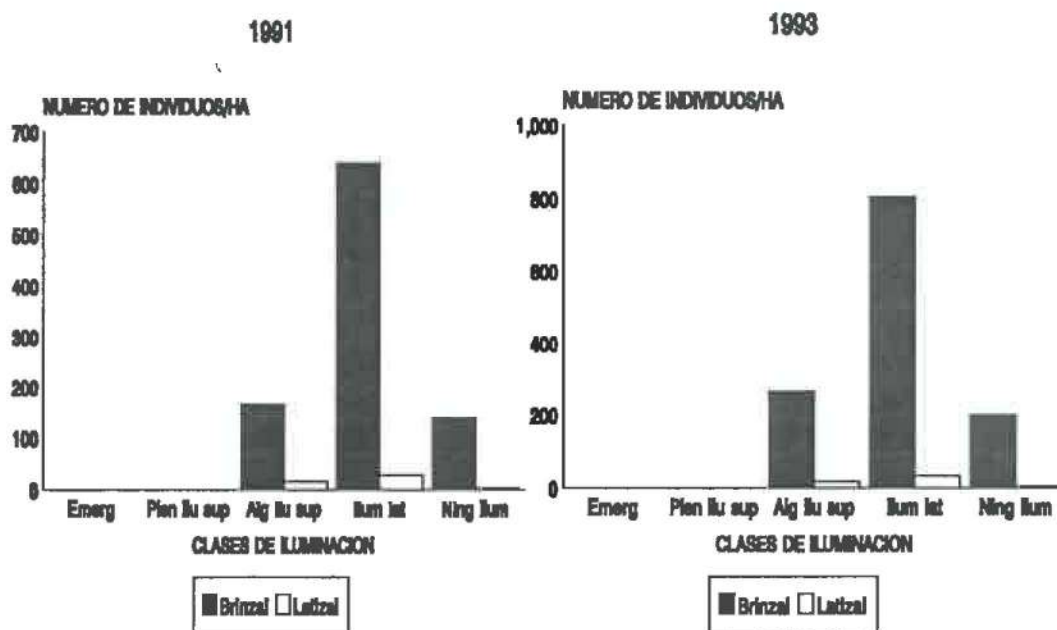


Figura 18. Cambios en las clases de iluminación de la regeneración (latizales y brinzales) de especies de interés comercial actual antes y después del tratamiento (1991/1993) en un bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

En las especies comerciales más importantes de la regeneración, los latizales de *Carapa guianensis*, *Virola koschnyi* y *Tetragastris panamensis*, mantienen entre 1991 y 1993 aproximadamente las mismas cantidades absolutas de individuos en las clases de iluminación: alguna iluminación superior, iluminación lateral y ninguna iluminación superior de (Figura 19). La proporción de latizales en estas condiciones de iluminación disminuyó ligeramente, excepto en la condición de iluminación lateral. Esto probablemente se debe al registro de latizales de nuevo ingreso o reclutas, que antes eran brinzales con condiciones de iluminación pobre.

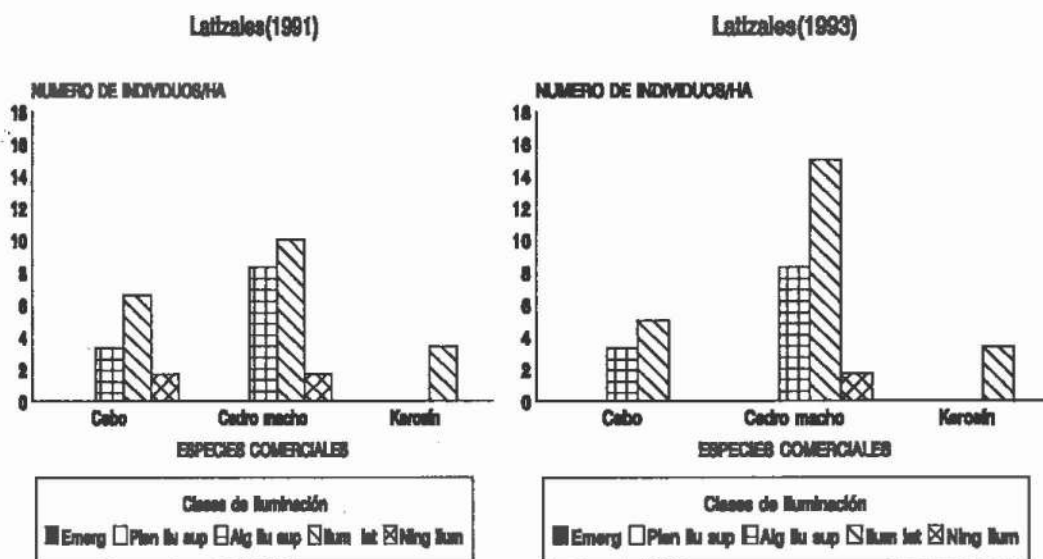


Figura 19. Comparación antes y después de la aplicación del tratamiento (1991-1993), de los cambios de clases de iluminación de las especies de latizales más importantes en un bosque primario aprovechado de La Lupe, Río San Juan.

Con los brinzales de las especies comerciales más importantes, *Virola koschnyi* tuvo ligeros incrementos en la proporción de individuos con clases de iluminación: alguna iluminación superior e iluminación lateral. En cantidades absolutas, los incrementos son considerables (Figura 20). Con alguna iluminación superior, en 1991 habían 13 brinzales ha^{-1} , mientras que para 1993 los brinzales con este tipo de iluminación ascendió a 20 individuos ha^{-1} .

Con *Carapa guianensis* los cambios en las clases de iluminación no son muy apreciables, excepto en la clase alguna iluminación superior, en donde el incremento fue de 13 individuos ha^{-1} . Las condiciones de iluminación mejoraron un poco, si tomamos en cuenta que el Cedro Macho es una especie esciófita parcial, pudiendo responder favorablemente ante un aumento en la iluminación e incrementar su crecimiento (Finegan, 1993).

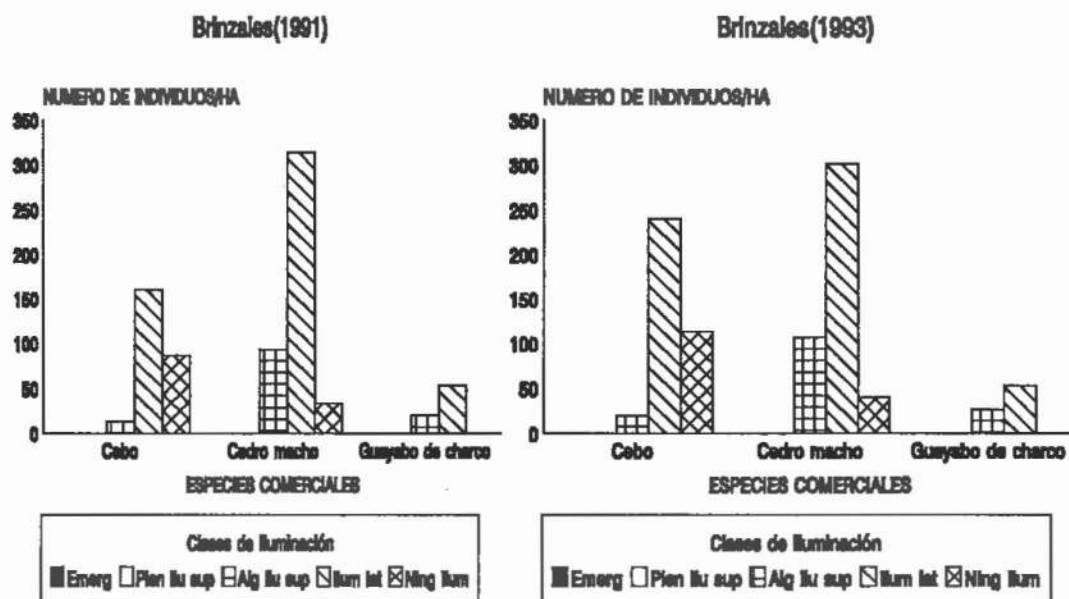


Figura 20. Comparación de los cambios de iluminación antes y después de aplicado el tratamiento (1991/1993) de las especies de brinzales más importantes en el bosque primario de La Lupe.

Los brinzales de *Terminalia bucidoides* una especie heliófitas durable (Anexo 8), también mejoraron ligeramente su condición de iluminación. Antes de la aplicación del tratamiento, el 27% o 20 brinzales ha⁻¹, recibían alguna iluminación superior y el 73% o 53 brinzales ha⁻¹ tenían iluminación lateral.

A un año de aplicado el tratamiento, la proporción de individuos ha⁻¹ con alguna iluminación superior aumentó a 34%, es decir, a 27 individuos ha⁻¹, la proporción de individuos con iluminación lateral disminuyó a 66%.

4.2.1.3 Comparación entre tratamientos

La composición florística principal de las especies de interés comercial actual, es similar en ambas parcelas de tratamiento. En latizales y brinzales, las especies más abundantes en ambas parcelas de tratamiento son: *Carapa guianensis* (Cedro macho) y

Cont. Anexo 8A

No. Reg.	Nombre científico	Familia	Grupo ecol.	Grupo comercial
129	Tetragastris panamensis	Burseraceae	3	1
130	Theobroma sp	Sterculiaceae	4	3
131	Ticorea unifoliolata	Rutaceae	9	3
132	Tounidium decandrum	Sapindaceae	9	3
133	Trema micrantha	Tiliaceae	1	3
134	Trichilia cuadrijuga	Meliaceae	4	3
135	Trichilia montana	Meliaceae	4	3
136	Trichilia sp	Meliaceae	4	3
137	Trichospermum grewifolium	Tiliaceae	1	3
138	Trophis racemosa	Moraceae	9	3
139	Turpinia occidentalis	Sthaphyllaceae	9	3
140	Urera baccifera	Urticaceae	1	3
141	Viola koschnyi	Myristicaceae	3	1
142	Viola multiflora	Myristicaceae	3	1
143	Viola sebifera	Myristicaceae	3	1
144	Vitex cooperi	Verbenaceae	2	2
145	Vochysia ferruginea	Vochysiaceae	2	1
146	Vochysia hondurensis	Vochysiaceae	2	1
147	Welfia georgii	Arecaceae	2	3
148	Xylopiia frutescens	Annonaceae	2	3
149	Zanthoxylum procerum	Rutaceae	2	1
150	Zanthoxylum sp	Rutaceae	2	1

Nota: Los grupos ecológicos fueron revisados por Sabogal y Finegan, 1993.
 Grupos ecológicos: 1=Heliófito efímero/2=Heliófito durable/3=Esciofito parcial/
 4=Esciofito total/9=Comportamiento desconocido
 Grupos comerciales:1=Actualmente comercial/2=Potencialmente comercial/3=Especies no comerciales desconocidas

koschnyi, las condiciones de iluminación son ligeramente favorables a las parcelas testigo, pero inapreciables como para pensar que son diferentes.

En los brinzales, *Carapa guianensis* tiene una notable mayor cantidad de individuos con mejores condiciones de iluminación. Entre las clases de alguna iluminación superior e iluminación lateral hay 407 individuos ha⁻¹ (91% del total de brinzales de *C. guianensis* en parcelas tratadas y 326 individuos ha⁻¹ (71%) en las parcelas testigo. Los brinzales de *Virola koschnyi* tienen una situación similar a la especie anterior. Hay una proporción mayor de brinzales en las clases de iluminación cuyas condiciones de iluminación son mejores (Figura 18).

4.2.1.4 Discusión

Aparentemente, la aplicación del tratamiento nos está indicando un probable efecto sobre la proporción de latizales comerciales, que es mayor en las parcelas tratadas y a nivel de las dos especies comerciales más importantes. Además, las condiciones de iluminación de brinzales y latizales mejoraron en mayor proporción en las parcelas tratadas. Es muy probable que la respuesta de la regeneración de estas dimensiones sea mayor que la de los árboles, aun cuando el tratamiento haya sido muy localizado.

La apertura de un claro podría tener un mayor efecto inmediato sobre la vegetación con dimensiones menores que sobre los árboles, aún cuando los cambios de iluminación provocados por el tratamiento de anillamiento y envenenamiento de los árboles sean progresivos. Sin embargo, no puede descartarse que esta mayor proporción de latizales en las parcelas tratadas se deba a condiciones propias del sitio.

Una parte de las parcelas tratadas están ubicadas en áreas escarpadas y otra en partes planas con condiciones hidromórficas buenas, pues están muy próximas a la quebrada La Lupe, aunque las parcelas testigo tengan una condición bastante similar, excepto que tiene una mayor proporción de su área con topografía relativamente más plana. Estos sitios más planos pudieron haber sido aprovechados como patios de acopio de madera o caminos de extracción. Esto no pudo ser confirmado.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El tratamiento silvicultural de liberación aplicado a un bosque primario aprovechado en el sitio conocido con La Lupe, Río San Juan, un año después no mostró ningún efecto significativo sobre el crecimiento en diámetro y área basal de la población de árboles de dap ≥ 10 cm de especies de interés comercial actual.
2. El tiempo transcurrido desde la aplicación del tratamiento, es muy corto para detectar expresiones consistentes del tratamiento sobre el crecimiento de la vegetación de especies de interés comercial actual y potencial.
3. El nivel de intervención provocado por el tratamiento sobre el total del área basal total por hectárea, que fue menor del 13%, es considerado muy bajo, lo que causa un efecto muy localizado en el bosque y no queda claro si algunas tendencias encontradas en la regeneración sobre patrones de crecimiento y de la dinámica misma del bosque, son por características intrínsecas del sitio o por que el tratamiento podría estar evidenciando un efecto.
4. En la composición florística de las especies comerciales predomina la esciófita parcial *Carapa guianensis*, tanto en la población de árboles, como en la regeneración natural. De todas las especies encontradas en el estudio, predomina la especie *Pentaclethra maculosa*, y entre las especies con un excelente potencial comercial, predominan las especies *Dipteryx panamensis* y *Dialium guianensis*.
5. El crecimiento en diámetro únicamente para los árboles de las 10 especies actualmente comerciales consideradas en el estudio, es muy similar entre parcelas de tratamiento. Este incremento medio anual oscila entre 0.20 y 0.85 cm dap.
6. La especie comercial que tiene un incremento relativamente mayor es la esciófita parcial *Tetragastris panamensis* (Kerosín), cuyo incremento promedio es de 0.67 cm/año, seguida de *Virola koschnyi* (Cebo), otra esciófita parcial con incrementos de 0.48 cm/año. La especie de más lento crecimiento es *Carapa guianensis* (Cedro macho), con 0.30 cm/año.
7. Por clases diamétricas, los incrementos en diámetro no dan diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, las parcelas tratadas, contrario a lo que pasa con las testigo, muestran un incremento mayor en las clases diamétricas intermedias, punto importante para tomarse en cuenta en el manejo silvicultural futuro.

8. Las variables clase de iluminación de la copa, forma de la copa de los árboles y diámetro inicial de los árboles, son las únicas variables estadísticamente correlacionadas con el crecimiento diámetro y del área basal.
9. En ambas parcelas de tratamiento, el número de latizales y brinzales de interés comercial actual es considerable, lo que puede asegurar cosechas futuras. Las parcelas con tratamiento muestran una respuesta positiva en términos de cambios de iluminación.
10. Se recomienda aprovechar los árboles de cosecha y complementar esta intervención con un tratamiento de liberación de aquellos árboles seleccionados que no resultaron favorecidos con el aprovechamiento.
11. Se recomienda realizar estudios de suelos y profundizar un poco más sobre las condiciones topográficas y de micrositos existentes.
12. Es indispensable eliminar, en lo posible los errores sistemáticos que pueden generar la medición de variables categóricas, y realizar una evaluación más estandarizada de las variables de calificación silvicultural.
13. Es imperativo realizar estudios de costos y rendimientos de las intervenciones silviculturales futuras, incluyendo estudios de mercado y la inserción campesina en la gestión técnica y económica que sobre el uso del bosque se haga.
14. Dado que hay algunas discrepancias con algunas especies encontradas en el sitio, se recomienda continuar con los estudios de identificación botánica de las especies y ampliar la identificación hacia la regeneración de interés comercial actual y potencial.
15. Es importante considerar en estudios posteriores la historia del aprovechamiento (1985/1986) y su nivel de afectación en las parcelas del ensayo.

6. BIBLIOGRAFIA REVISADA

- BAUR, G. N. 1964. Tratamiento de los bosques higrofiticos. Revista Unasyva. FAO. 72 (18): 1-28.
- BROWN, N.A. S.F. Eco-Reports 2. The Panos Institute. Washington, P.C. U.S.A. 1-5 p.
- CARRERA, F. L. 1993. Rendimientos y costos de las operaciones iniciales de manejo en un bosque primario de la zona atlántica de Costa Rica. Tesis. Mg. Sc. Turrialba, C.R. Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 91 p.
- CASTILLO, A. 1993. Análisis de la composición, estructura y regeneración de un bosque primario aprovechado en la zona de Río San Juan, Nicaragua. Tesis Lic. Managua, Nic. UCA.
- FINEGAN, B. 1991. Bases ecológicas para la silvicultura y la agroforestería. Apuntes del curso de programa de Maestría, Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- FINEGAN, B. 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. In V Curso Intensivo Internacional de silvicultura y Manejo de bosques naturales Tropicales. Turrialba, C.R. CATIE. 170 p.
- FINEGAN, B; SABOGAL, CESAR. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: un estudio de caso en Costa Rica. El Chasqui. (C.R.) no. 17:3-24.
- FONTAINE, R. G. 1986. La ordenación de los bosques tropicales húmedos. Revista Unasyva. FAO. 38 (154): 16-21.
- GUILLEN, A. L. 1993. Inventario comercial y análisis silvicultural de bosques húmedos secundarios en la región Huetar Norte de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, C.R. 74 p.
- HARTSHORN, G. 1990. Manejo del bosque natural por la cooperativa forestal Yanesha en la amazonía peruana. Fundación natura, ediciones Abya-Yala. 201-216 p.
- HENDRISON, J.; DE GRAAF, R. 1986. Algunas notas sobre el manejo del bosque tropical húmedo en Surinam. ESNACIFOR. Honduras. Documento preparado para el Primer Taller Seminario Internacional sobre Manejo de Bosques. 30 p.
- HUTCHINSON, I. 1978. The Management of Humid tropical Forest to produce Wood. Rotorua, New Zeland. An Institute of tropical Forestry Publication. 121-155 p.
- HUTCHINSON, I. 1992. Silvicultura y manejo para producir madera en un bosque natural tropical. Turrialba, C.R. CATIE. 11 p.
- HUTCHINSON, I. 1991. Las operaciones para el tratamiento silvícola. IV Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. Turrialba C.R. CATIE. 8 p.

- HUTCHINSON, I. 1992. Técnicas silviculturales en bosques tropicales latifoliados. In. V Curso Intensivo Internacional de silvicultura y Manejo de Bosques Naturales. Turrialba, C.R. CATIE. 46 p.
- INTERFOREST-SWEDFOREST. 1985. Plan de desarrollo forestal de Nicaragua. Documento principal y Anexo 1. Nicaragua.
- IRENA/ECOT-PAF. 1993 Estrategia de conservación para el desarrollo sostenible. Documento base. Managua, Nicaragua. 89 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Eschborn, Alemania. GTZ. 335 p.
- MANTA, M. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 150 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1978. Reconocimiento edafológico de la región sureste Ministerio de Agricultura y Ganadería, Depto de Suelos Catastro e Inventario de Recursos Naturales. Nicaragua 279 p.
- PERALTA, R.; HARTSHORN, G. 1987. Reseña de estudios a largo plazo sobre composición florística y dinámica del bosque tropical en La Selva, Costa Rica. Revista Biológica Tropical. 35 (supl 1): 23-39.
- PICADO, W. 1991. Investigación aplicada en manejo de bosque natural secundario, estudio de caso en el sur de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 95 p.
- QUEVEDO, L. 1986. Evaluación del efecto de la tala selectiva sobre la renovación de un bosque húmedo subtropical en Santa Cruz, Bolivia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R.. Programa Universidad de Costa Rica/ CATIE. 221 p.
- RODRIGUEZ, A; GUNNAR, M. 1991. Recursos forestales de Nicaragua 1990. Primer borrador. IRENA/SWEDFOREST CONSULTING AB. Nicaragua. 28 p.
- SABOGAL, C.; MEJIA, A.; CARRERA, F.; CASTILLO, A. 1992 Bases de información para el manejo: Existencias maderables y regeneración natural en el bosque tropical húmedo de la zona del Río San Juan. Un primer análisis. Proyecto UCA/CATIE/SAREC. Documento técnico. Turrialba, C.R. 56 p.
- SITOE, A. 1992. Crecimiento diamétrico de especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo diferentes intensidades de intervención. Tesis Mg. Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 119 p.
- SYNNOTT, T.J; KEMP, R.H. 1976. Elección del mejor sistema silvicultural. Revista Unasylva. FAO. 28 (112/113):74-79.
- UCA/CATIE/SAREC. 1990. Desarrollo de sistemas de manejo sostenible para el aprovechamiento de los bosques húmedos tropicales de Nicaragua. Informe anual 1990. Nicaragua. p.

- UCA/CATIE/SAREC. 1991. Desarrollo de sistemas de manejo sostenible para el aprovechamiento de los bosques húmedos tropicales de Nicaragua. Informe anual 1991. Nicaragua. 138 p.
- UNESCO/PNUMA/FAO. 1980. Ecosistemas de los bosques tropicales. Los tipos de utilización. Informe sobre el estado de los conocimientos. Coedición UNESCO/CIFCA. pag 510.
- YEOM, F. 1984. Cuáles son las posibilidades futuras de las especies arbóreas tropicales poco conocidas. Revista Unasyva. FAO. 36 (145):3-16.

ANEXOS

ANEXO IA

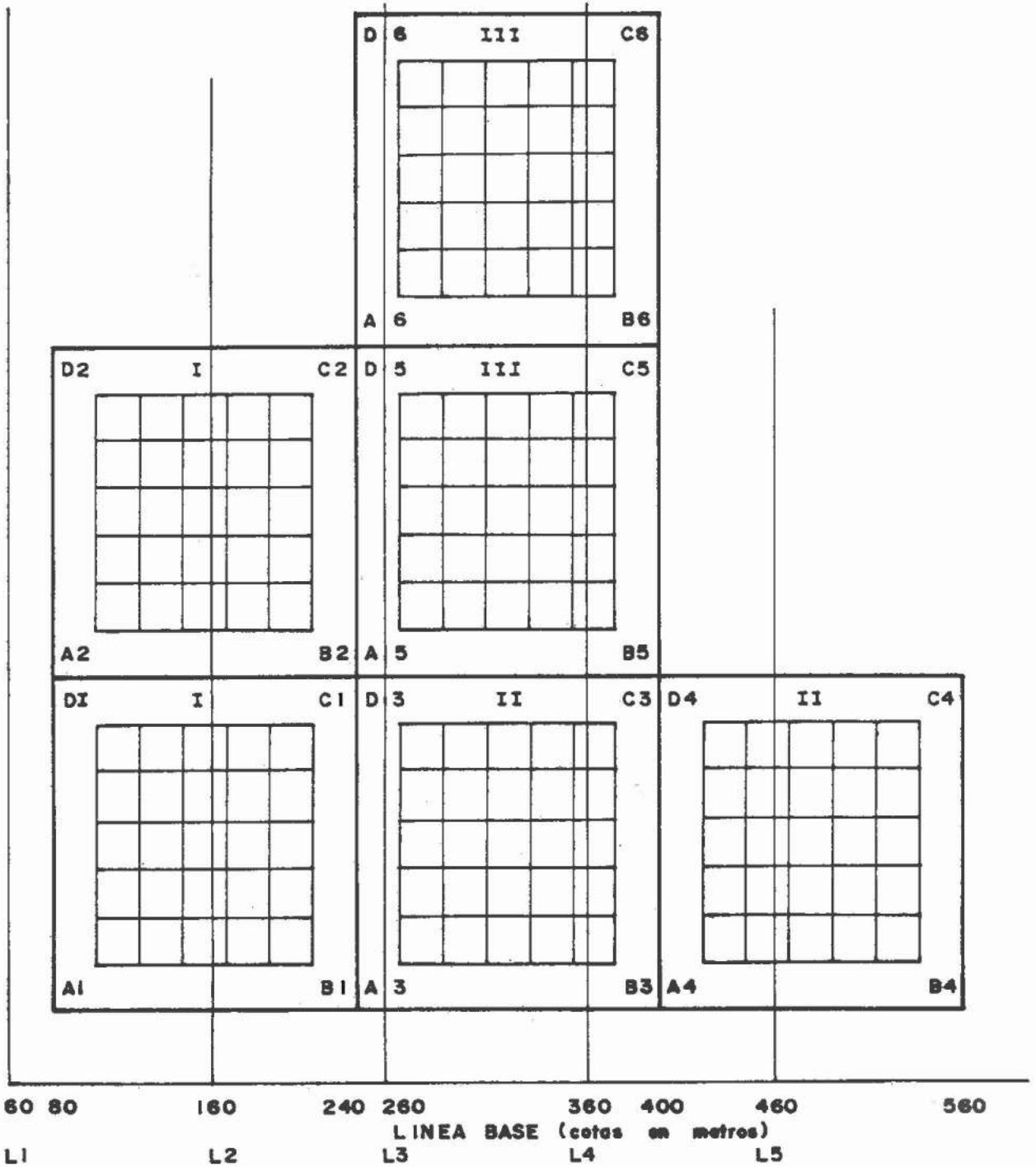


FIGURA NUMERO I

Croquis de las parcelas de muestreo permanente (PMP).
 Ensayo Silvicultural del "SITIO LA LUPE"

ANEXO IA



SITIO DE ESTUDIO "LA LUPE" RIO SAN JUAN

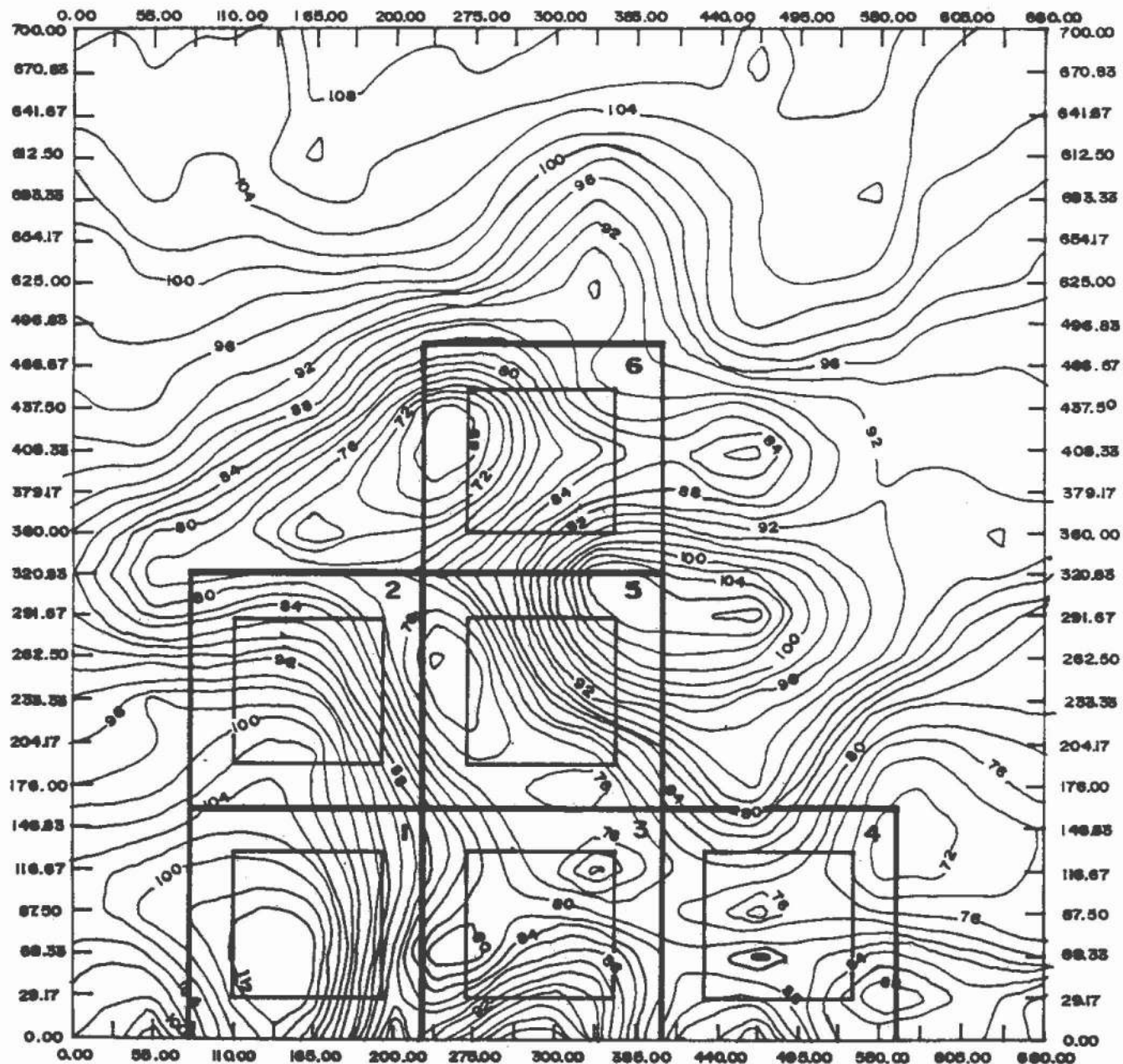


FIGURA 2. Ubicación de las parcelas de muestreo permanente (PMP) del Ensayo Silvicultural de La Lupe, Río San Juan. Adaptado de Castillo (1993).

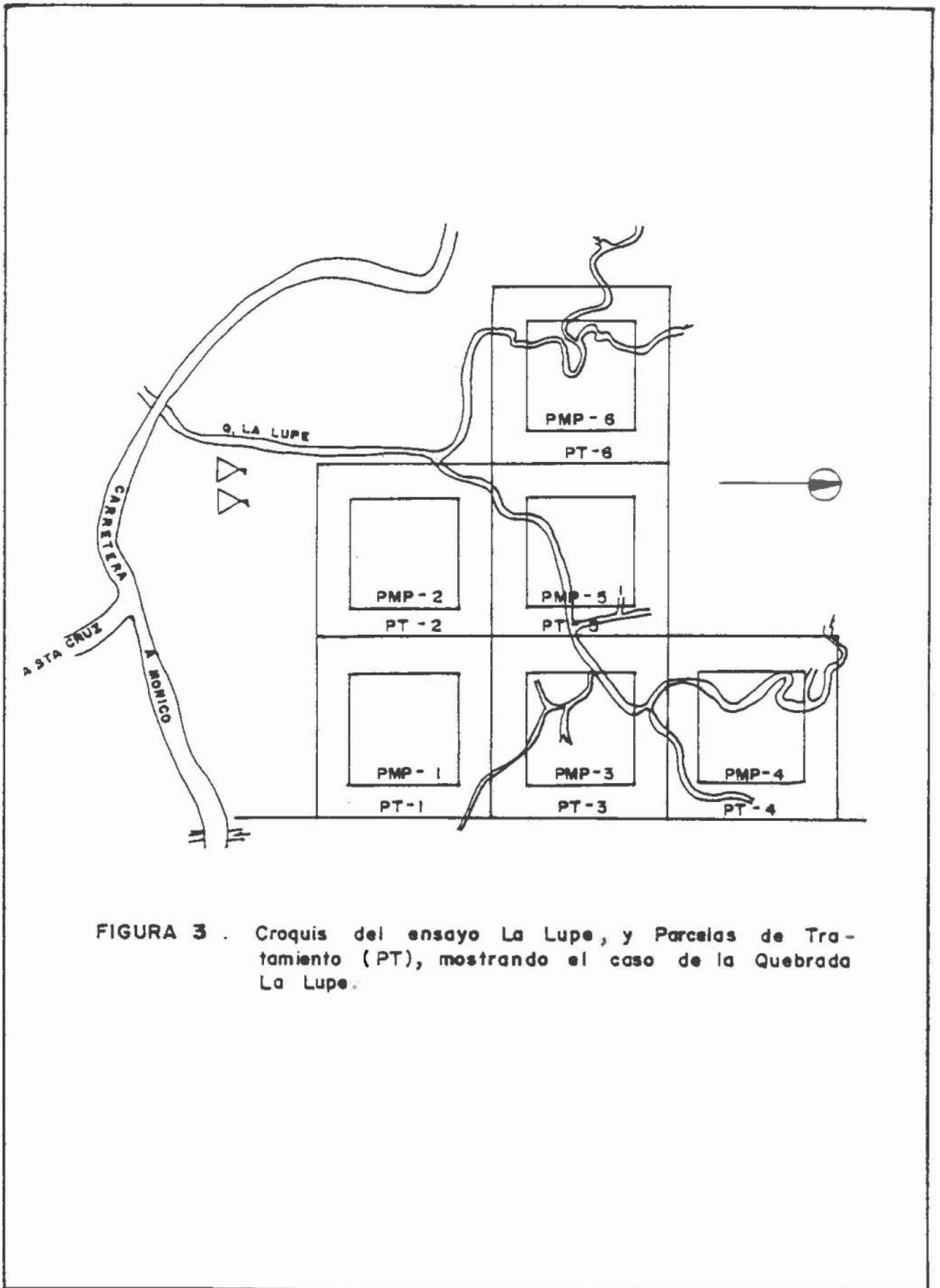
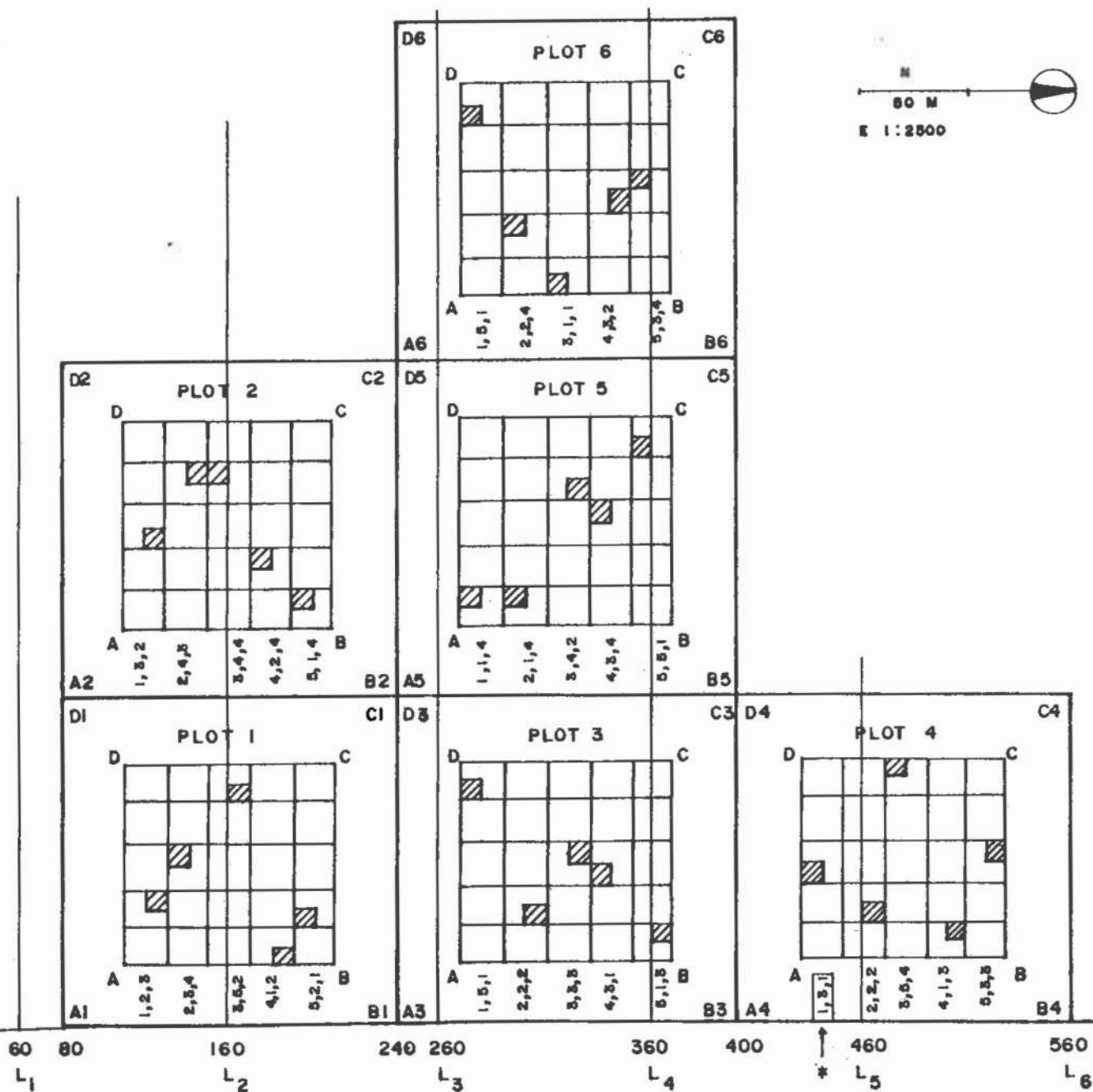


FIGURA 3 . Croquis del ensayo La Lupe, y Parcelas de Tratamiento (PT), mostrando el caso de la Quebrada La Lupe.

ANEXO 2A
FIGURA NUMERO 4

UBICACION DE LAS PARCELAS DE ESTUDIO DE REGENERACION NATURAL DENTRO DE LAS PARCELAS PERMANENTES DE MUESTREO "LA LUPE"

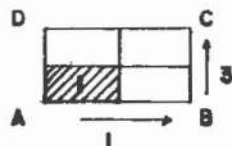


EJEMPLO DE LA DIVISION DE PARCELAS DE 20x20 EN CUADROS DE 10x10 m. DONDE SE TOMARON DE BRINZALES.

PRIMER NUMERO = FILA (A-B)

SEGUNDO NUMERO = COLUMNA (B-C)

TERCER NUMERO = CUADRITO DENTRO DEL CUADRANTE



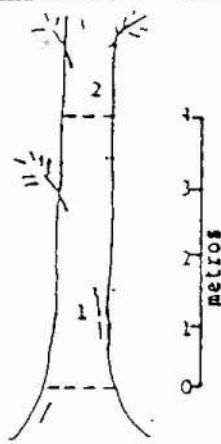
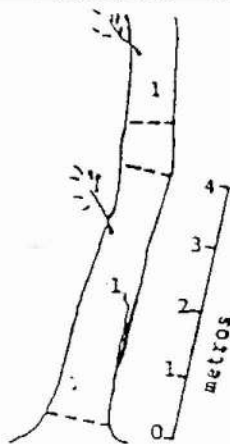
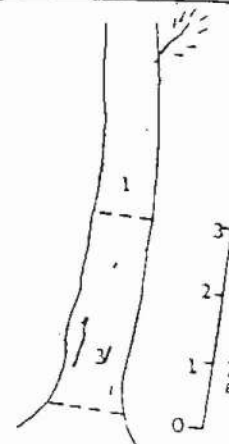
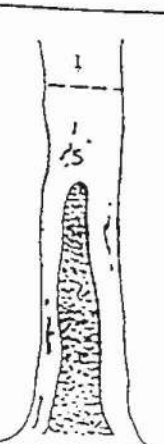
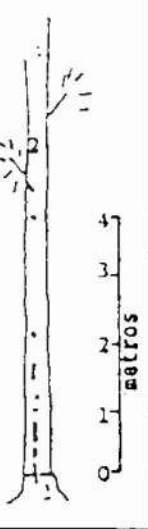

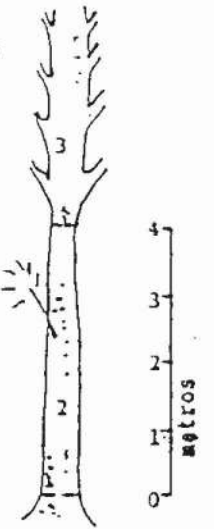
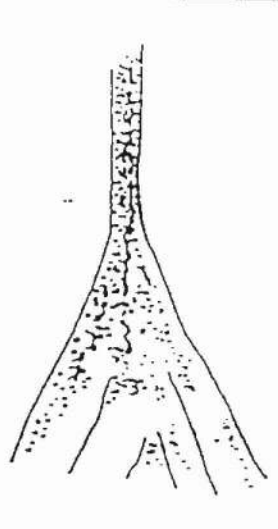
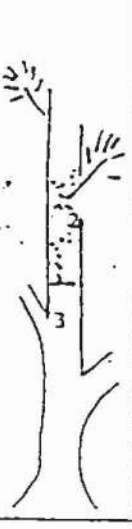

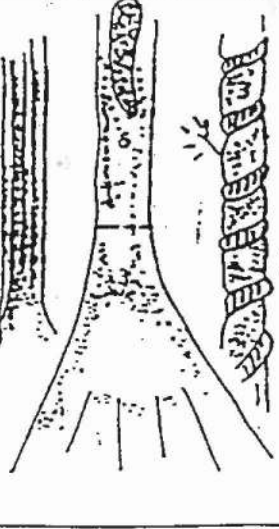

EJEMPLO: CUADRANTE 1.3.1

ANEXO 3A

Clasificación de árboles según la calidad de la mejor troza. Hutchinson (1987b).

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

ANEXO 3A

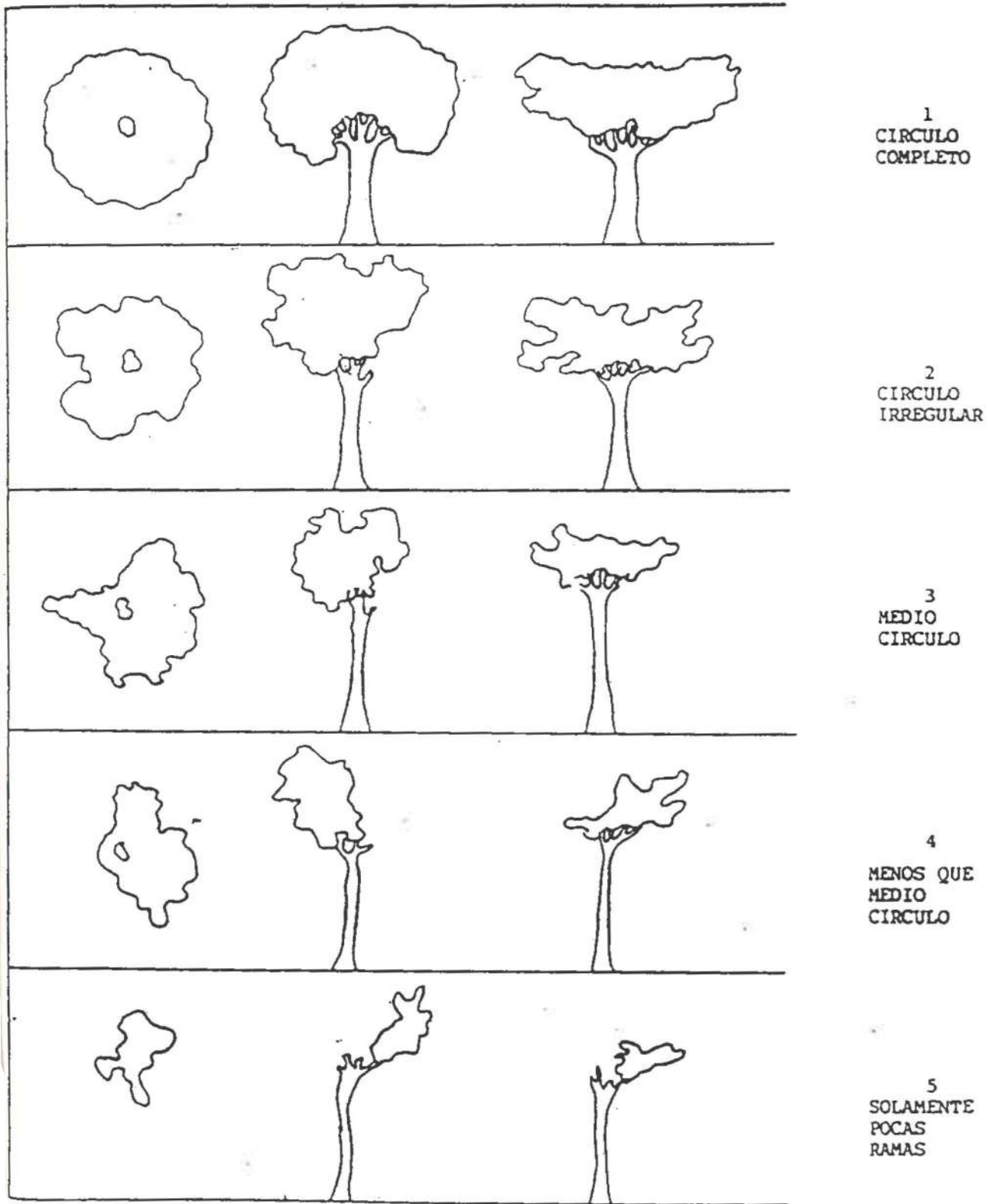
LA CLASIFICACION DE FUSTES SEGUN LA MEJOR TROZA				
				<p>Actualmente maderable 1</p>
				<p>Potencialmente maderable 2</p>
				<p>Podrido 5</p>
<p>2</p>	<p>Deformado 3</p>	<p>Clasificación del árbol 3</p>	<p>Dañado 4</p>	<p>Podrido 5</p>

ANEXO 4A

Clasificación de la forma de copa Synnott (1979)

Código	Descripción
1.	Círculo entero. Aquella copa de árbol que es circular yf simétrica.
2.	Círculo irregular. Aquella copa de árbole que es casi ideal. Es decir silviculturalmente satisfactoria pero posee algún tipo de asimetría o muerte de algunas ramas.
3.	Medio círculo. Justo en el límite silvicultural satisfactorio, asimétrica o delgada pero capaz de mejorar si se le da más espacio.
4.	Menos que medio círculo. Copa de árbol silviculturalmente no satisfactorio, fuerte asimetría, pocas ramas, muerte regresiva. Probablemente sobreviva.
5.	Solamente pocas ramas. Definitivamente suprimido de aquella copa de árbol degenerada o fuertemente dañada. Probablemente no es capaz de crecer.

ANEXO 4A



CLASES 1-5
Clasificación de la forma de copa. Synnott, T. (1979)

ANEXO 5A

Clasificación de la iluminación de copa Dawkins (1958).

Código	Descripción
1.	Emergente. Se dice que un árbol es emergente cuando su copa recibe completa iluminación vertical y lateral.
2.	Plena iluminación superior. Cuando la copa del árbol recibe completa iluminación vertical.
3.	Alguna iluminación superior. Cuando la copa del árbol recibe parcialmente la iluminación vertical.
4.	Iluminación lateral. Cuando la iluminación que recibe el árbol no es directa sino lateral.
5.	Ninguna iluminación directa. Cuando la copa del árbol está totalmente cubierta.

ANEXO 5A
ILUMINACION DE LA COPA

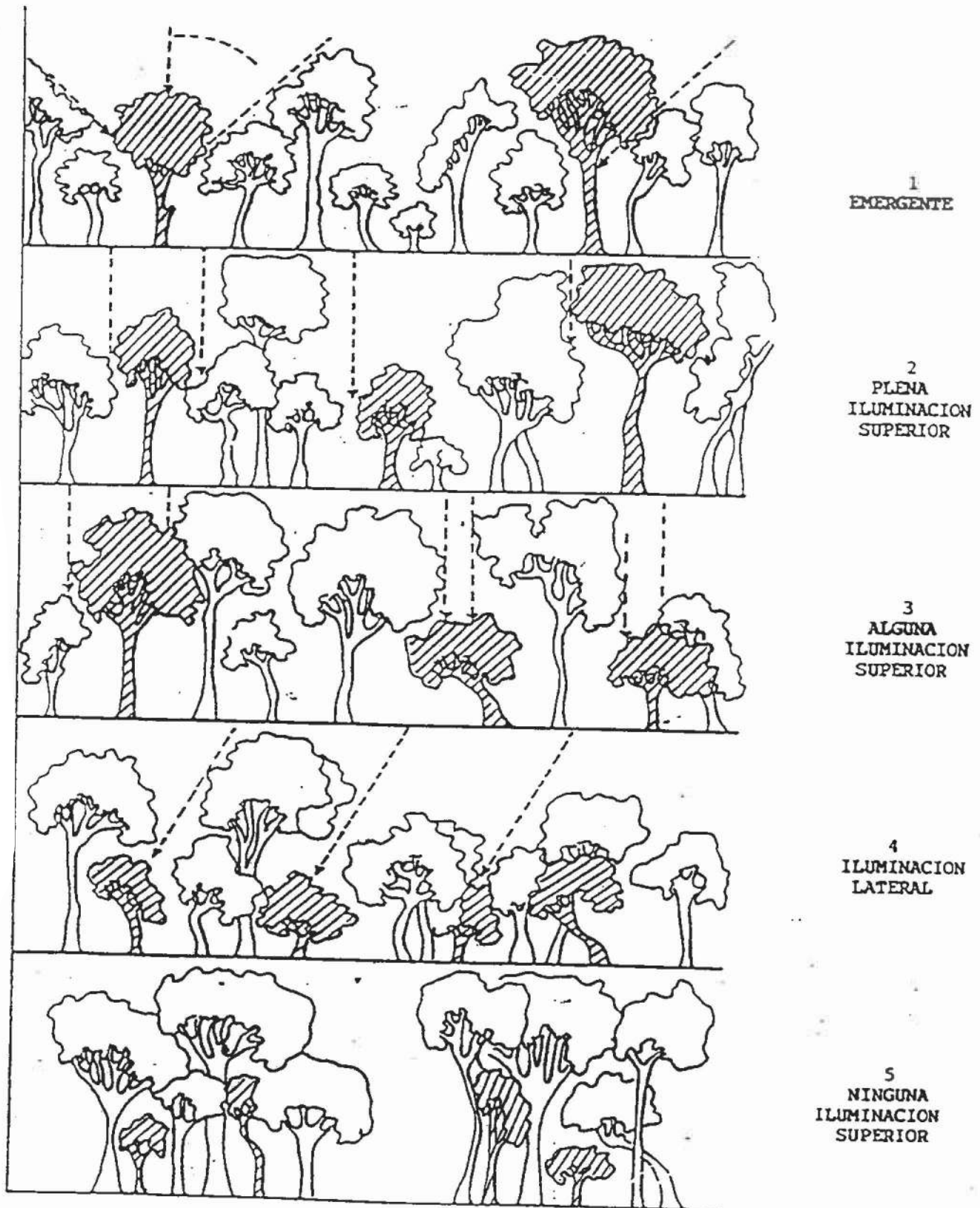


Figura 1A. Clasificación de la iluminación de copa Dawkins, H. 1958

ANEXO 6A

Clasificación del grado de infestación por lianas Adaptado de Hutchinson (1987)

Código	Descripción
1	Lianas ausentes o sólo unas pocas y delgadas sobre el fuste.
2	Lianas presentes en el fuste del árbol únicamente, delgadas o de tamaño intermedio, sueltas (no aprietan al fuste, causándole daños).
3	Lianas presentes en la copa del árbol, pero aparentemente no afectan su crecimiento.
4	Lianas presentes en la copa y fuste del árbol, afectando su crecimiento.

BOSQUES NATURALES TROPICALES: PROYECTO RENARM/CATIE.

FORMULARIO NO.1. 11/julio/92

Arboles DAP > 10 cm: Cuadrato 10 x 10 m:

Nombre del sitio: _____

Codigo pais Codigo tratamiento

Codigo sitio Expto. Num.

Parcela Numero Cuadrato Numero

CLASE DE BOSQUE: _____
 Identificador: _____
 Medidor: _____
 Anotador: _____

MUESTREO DIAGNOSTICO	
DAP 50 + cm	
Esp:	Cl. Calidad Fuste
DESEABLES SOBRESALIENTES	
OTRUSO:	MADERA: (10-49 cm dap)
Clase D.S.(1,2,3,9):	Clase D.S.(1,2,3,9)
Esp:	Esp:
Cl. Ilum. D.S.	Cl. Ilum. D.S:
Dap:	Dap:
Cl. Ilum. de la parcela (1.3 m):(D.S.9)	

FECHA : d m a
 Calendario: _____
 Decimal : _____
 EXIST. 1. Si
 9. No

DENSIMETRO (1.3a sns)	1. LUZ	% S	5 LUZ	% S	13. LUZ	% S	21. LUZ	% S	25. LUZ	% S

Arb. No. Con secu tivo	IDENT Clase ident fuste (4)	N O M B R E Nombre vernacular	GRUPO COMERCIAL		DESCRIPCION DEL ARBOL INDIVIDUAL						OBSERVACIONES			
			Madera	OTRUSO	DIAM DAP (cm)	FUSTE Cl. Cal (5)	ALTURA Total (m)	CODA Ilumn (3) Forma (6)		Lia-nas (7)		TRMTO. SILVI-CULTURAL (8)		

OTRUSO abarca: Frutas comestibles comercializables (FRU,FR)-Frutos para la fauna (FRUFAU)-Latex comercializable (LTX,LX)-
 Uso medicinal (MED,ME)-Apicultura(POL,PO).

ANEXO 7A

PROYECTO RENIRMA/PAN,CATIE. CODIGOS PARA FORMULARIO 1: BOSQUES NATURALES. 11/enero/93

1. NIVEL DE ESTUDIO	NO. CODIGO	2. DESEABLE SOBRESALIENTE		NO. CODIGO	3. ILUMINACION DE COPA		NO. CODIGO	7. TREPADORAS LEOSAS		CODIGO																	
		Arbol 10-49 cm dap	Latizal 5-9 cm dap		Brinzal -4 cm dap	Parc. no contiene		Emergente	Plena vertical		Vertical parcial	Plena lateral	Ilum. oblicua	Nada directa	A. Ninguno visible en el fuste:	a) No visibles en copa	b) exist. en copa	c) cubr. 50% copa	B. Sueltos en el fuste:	a) No visibles en copa	b) exist. en copa	c) cubr. 50% copa	C. Apretando el fuste:	a) No visibles en copa	b) exist. en copa	c) cubr. 50% copa	
10 x 10 m Arboles	1			1			1																				
5 x 5 m Latizales	2			2			2																				
2 x 2 m Brinzales	3			3			3																				
1 x 1 m Plantulas	4			9			4																				
4. CLASE DE IDENTIDAD		Fuste		Tocon		No Encontrado		5. CL. CALIDAD DE FUSTE		NO. CODIGO	6. FORMA DE COPA		CODIGO	B. TRMTO. SILVICULTURAL		CODIGO											
		Comp leto	Quebrado	Quebrado	Cortado			Comerc. actualmente			1	Circ. completo		1	1. A LIBERAR: (SEGUN LISTA)		(AZUL)										
ARBOL: (10+cm dapcc) Subparcelas 10x10 m								Comerc. futuro		2	Circ. irregular		2	Arbol seleccionado p. liberar.		11											
Arb. Vivo en pie		111	112	113	114	119		"2" encima de "6"		3	Medio circulo		3	2. A ELIMINAR		(ROJA)											
Arb. Vivo inclin. -29gr		121	122			129		Deformado		4	Menos que 1/2 circ.		4	Arbol designado a eliminar		21											
Arb. Vivo inclin. 30+gr		131	132			139		Dañada		5	Pocas ramas		5	3. NUEVAS RECLUTAS		80											
Fuste curvado(media luna)		141	142			149		Podrido		6	Princip. rebrotes		6	9. NO ABRACADOS P. EL TRMTO:		(SIN CINTAS)											
Arb. Vivo caído		151	152	153		159		Vivo sin copa		7	Vivo sin copa		7	Arbol fuera del alcance		99											
Arb. muerto en pie		161	162	163	164	169																					
Arb. muerto caído		171	172	173		179																					
REBROTES: (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 caído		241	242	243		249																					
Reb. muerto en pie		251	252	253	254	259																					
Reb. muerto caído		261	262	263		269																					
FUSTE: altura total mayor que 4 metros																											
TOCON: altura total menor que 4 metros																											
FILMOS: (altura hasta el punto final del fuste leñoso)																											
2+m a.t. vivo en pie		511	512	513	514	519																					
2+m a.t. vivo caído		521	522	523	-	529																					
2+m a.t. muerto		531	532	533	534	539																					
0.30-1.99m. vivo e.p.		551	552	553	554	-																					
0.30-1.99m. vivo caído		561	562	563	-	-																					

Nombre del sitio: _____

Codigo pais

--	--

Codigo tratamiento

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Codigo sitio

--	--	--	--

Expto. Num.

--	--	--	--	--	--

Parcela Número

--	--	--	--	--	--

Cuadrato Número

--	--

CLASE DE BOSQUE: _____
Identificador: _____
Medidor: _____
Anotador: _____

FECHA : d m a
Calendario: _____
Decimal : _____

	1: A NE
2: B SOe	

REGENERACION NATURAL: CONTEOS DE INDIVIDUOS VIVOS EN PIE

Arb. No. Con- secu- tivo	LATIZALES (5.0 - 9.9 cm dapcc. Parcelas 5 x 5 m.) (0.0025 Ha)				EXIST. 1. Si 9. No	BRINZALES (30 cm alt.tot. - 4.9 cm dap. Parcelas 2 x 2 m.) (0.0004 Ha) (Clase de iluminación: (Subparcela):_____)				EXIST. 1. Si 9. No	
	NOMBRE COMUN	REBROTE	PLANTA	CL. ILLUMN		OBSERVACIONES	NOMBRE COMUN	REBROTOS	PLANTAS		OBSERVACIONES

CLASES DE ILUMINACION: CODIGO CODIGO

Emergente	1	Plena lateral	4
Plena vertical	2	Ilum. oblicua	5
Vertical parcial	3	Nada directa	6

Nombre del sitio: _____			CLASE DE BOSQUE:				MUESTRO DIAGNOSTICO				
Codigo país <input type="text"/> <input type="text"/> Codigo tratamiento <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			Identificador: _____				DAP 50 + cm				
Codigo sitio <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Expto. Num. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			Medidor: _____				Esp: _____		Cl. Cal. Fuste		
Parcela Número <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Cuadrato Número <input type="text"/> <input type="text"/>			Anotador: _____				10 - 49 cm dap				
			Fecha : d m a		Exist.		Otro Objetivo:		Objetivo Madera		
			Calendario: _____		1. Si		Clase D.S.(1,2,3,9):		Clase D.S.(1,2,3,9)		
			Decimal : _____		9. No		Esp: _____		Esp: _____		
							Cl. Ilum. D.S.		Cl. Ilum. D.S.		
							Cl. Ilum. de la parcela (1.3 m):(D.S,9)				

Arb. No. Consecutivo	IDENT	N O M B R E	GRPO. COMERCIAL		DESCRIPCION DEL ARBOL INDIVIDUAL								OBSERVACIONES		
			Ma-dera	Otro	DIAM. DAP (cm)	FUSTE Cali- dad (5)	COPA		DAÑOS RECIENTES		CICATRI- CES VIEJAS	PUDRI- CION		Int. daños (12)	
							Cl. Ilum. (3)	Cl. Forma (6)	Posi- ción (8)	Causa (9)					Posi- ción (10)

PROYECTO RENARM/CATIE. CODIGOS PARA FORMULARIO No. 3: ESTUDIO DE DAÑOS. Cuadratos de 10 x 10 m.

3. ILUMINACION DE COPA	NO. CODIGO	4. CLASE DE IDENTIDAD	Fuste		Tocon		No Encon trado	5. CL. CALIDAD DE FUSTE	NO. CODIGO	6. FORMA DE COPA	CODIGO
			Comp leto	Queb rado	Queb rado	Cort ado					
Emergente	1	ARBOLES: (10+cm dapcc) 10x10 Arb. Vivo en pie Arb. Vivo inclin. -29gr. Arb. Vivo inclin. 30+gr. Fuste curvado Arb. Vivo caído Arb. muerto en pie Arb. muerto caído REBROTOS: (10+cm dapcc) Reb. Vivo en pie Reb. Vivo inclin. -29gr. Reb. Vivo inclin. 30+gr. Reb. Vivo caído Reb. muerto en pie Reb. muerto caído FUSTE: altura total mayor que 4 metros TOCON: altura total menor que 4 metros PALMAS: (altura hasta el punto final del fuste leñoso) 2+m a.t. vivo en pie 2+m a.t. vivo caído 2+m a.t. muerto 0.30-1.99m. vivo e.p. 0.30-1.99m. vivo caído	m					Comerc. actualmente 1 Comerc. futuro 2 Deformado 3 Dañado 4 Podrido 5 "2" encima de "5" 6	Circ. completo 1 Circ. irregular 2 Medio círculo 3 Menos que ¼ circ. 4 Pocas ramas 5 Princip. rebrotes 6 Vivo sin copa 7		
Plena vertical	2		111	112	113	114	119	DAÑOS RECIENTES (8) Posicion (9) Causa 1 Ningun daño 1 Ningun daño visible 2 Raices, fuste inf. 2 debido a tormenta 3 Fuste superior 3 deb. Flora/Fauna 4 Copa 4 deb. Maq. Pesada 5 2+3 5 deb. Aprovechamiento 6 2+4 6 4+5 7 3+4 7 deb. Trmto. Silvíc. 8 2+3+4 8 (mejora + libn.) deb. varias			
Parcial vertical	3		121	122			129				
Plena lateral	4		131	132			139				
Nada directa	5		141	142			149				
ilum. oblicua	6		151	152	153		159				
			161	162	163	164	169				
			171	172	173		179				
			211	212	213	214	219				
			221	222			229				
			231	232			239				
			241	242	243		249				
			251	252	253	254	259				
			261	262	263		269				
			511	512	513	514	519				
			521	522	523	-	529				
			531	532	533	534	539				
			551	552	553	554	-				
			561	562	563	-	-				
12. INTENSIDAD DE DAÑOS									CICATRICES VIEJAS (10) Posicion (11) Posicion 1 Ningun daño 1 Ningun daño 2 Raices, fuste inf. 2 Raices, fuste inf. 3 Fuste superior 3 Fuste superior 4 Copa 4 Copa 5 2+3 5 2+3 6 2+4 6 2+4 7 3+4 7 3+4 8 2+3+4 8 2+3+4		
1 Cortado o Derribado 2 Heridas o daños muy serios: poco chance que el árbol se recupere 3 Herida severa: daño en el fuste o la copa, o daño visible en ambos 4 Herida menor: cualquier daño pequeño no clasificado en las clases anteriores 5 Arbol sin daños											

ANEXO 7A

ANEXO 8A

Especies arbóreas encontradas
en la Lupe, Río San Juan, Nicaragua
(Según inventario realizado por Artavia, 1992)

No. Reg.	Nombre científico	Familia	Grupo ecol.	Grupo comercial
1	<i>Adelia triloba</i>	Euphorbiaceae	9	3
2	<i>Alchornia costaricensis</i>	Euphorbiaceae	2	3
3	<i>Allophylus psilospermus</i>	Sapindaceae	4	3
4	<i>Ampelocera hottlei</i>	Ulmaceae	2	3
5	<i>Apeiba membranacea</i>	Tiliaceae	2	3
6	<i>Ardisia</i> sp	Myrsinaceae	4	3
7	<i>Aspidosperma cruentum</i>	Apocynaceae	2	1
8	<i>Brosimum</i>	Moraceae	3	3
9	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	3	3
10	<i>Brosimum guianensis</i>	Moraceae	3	3
11	<i>Brosimum lactescens</i>	Moraceae	3	3
12	<i>Brosimum</i> sp	Moraceae	3	3
13	<i>Byrsonima crispa</i>	Malpighiaceae	2	3
14	<i>Calycophyllum</i>	Rubiaceae	2	1
15	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae	3	1
16	<i>Casearia</i> sp	Flacourtiaceae	2	3
17	<i>Casearia sylvestris</i>	Flacourtiaceae	2	3
18	<i>Castilla elastica</i>	Moraceae	2	3
19	<i>Cecropia insignis</i>	Cecropiaceae	1	3
20	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Cecropiaceae	1	3
21	<i>Cecropia</i> sp	Cecropiaceae	1	3
22	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	2	1
23	<i>Celtis schipii</i>	Ulmaceae	3	3
24	<i>Cespedezia macrophylla</i>	Ochnaceae	3	3
25	<i>Cestrum</i> sp	Solanaceae	2	3
26	<i>Chimarrhis</i>	Rubiaceae	3	3
27	<i>Chimarrhis parviflora</i>	Rubiaceae	4	3
28	<i>Chimarrhis</i> sp	Rubiaceae	4	3
29	<i>Chimarrhis</i> sp (2)	Rubiaceae	4	3
30	<i>Chrysophyllum</i> sp	Sapotaceae	3	2
31	<i>Clarisia biflora</i>	Moraceae	3	3
32	<i>Cleidon castanaefolium</i>	Euphorbiaceae	4	3
33	<i>Colubrina ovalifolia</i>	Rhamnaceae	4	3
34	<i>Conostegia</i>	Melastomataceae	9	3
35	<i>Copaifera aromatica</i>	Caesalpinaceae	3	1
36	<i>Cordia dwyeri</i>	Boraginaceae	9	3
37	<i>Cordia</i> sp	Boraginaceae	9	1
38	<i>Couratara hexandra</i>	Rubiaceae	9	3
39	<i>Croton killipianus</i>	Euphorbiaceae	1	3
40	<i>Croton schiedeanus</i>	Euphorbiaceae	3	3
41	<i>Cupania cinerea</i>	Sapindaceae	9	3
42	<i>Cyathea</i> sp	Cyatheaceae	3	3
43	<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae	2	3
44	Desconocido		9	3
45	<i>Dialium guianensis</i>	Caesalpinaceae	3	2
46	<i>Dichapetalum donnell-smithii</i>	Dichapetalaceae	4	3
47	<i>Dipteryx panamensis</i>	Caesalpinaceae	3	2
48	<i>Dussia macrophyllata</i>	Papilionaceae	2	2
49	<i>Erythrina lanceolata</i>	Papilionaceae	2	3
50	<i>Eugenia</i> sp	Myrtaceae	4	3
51	<i>Ficus</i> sp	Moraceae	3	3
52	<i>Garcinia acuminata</i>	Clusiaceae	4	3
53	<i>Garcinia edulis</i>	Clusiaceae	4	3
54	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	9	3
55	<i>Goethalsia meiantha</i>	Tiliaceae	2	3
56	<i>Guarea aligera</i>	Meliaceae	9	3
57	<i>Guarea bullata</i>	Meliaceae	3	1
58	<i>Guarea</i> sp	Meliaceae	4	1
59	<i>Guatteria recurvisepala</i>	Annonaceae	3	3

Cont. Anexo 8A

No. Reg.	Nombre científico	Familia	Grupo ecol.	Grupo comercial
60	<i>Gymnanthes riparia</i>	Euphorbiaceae	9	3
61	<i>Hampea appendiculata</i>	Malvaceae	1	3
62	<i>Hedyosmum scaberrimum</i>	Chloranthaceae	4	3
63	<i>Heisteria coccinea</i>	Olacaceae	4	3
64	<i>Heisteria</i> sp	Olacaceae	4	3
65	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Tiliaceae	1	3
66	<i>Hernandia didymantha</i>	Hernandiaceae	2	3
67	<i>Hippotis albiflora</i>	Rubiaceae	9	3
68	<i>Hirtellea</i> sp	Chrysobalanaceae	4	3
69	<i>Hymenolobium</i> sp	Papilionaceae	3	1
70	<i>Ilex skutchii</i>	Aquifoliaceae	9	3
71	<i>Inga edulis</i>	Mimosaceae	2	3
72	<i>Inga</i> sp	Mimosaceae	2	3
73	<i>Iriartea gigantea</i>	Arecaceae	3	3
74	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae	2	2
75	<i>Jacaratia costaricensis</i>	Caricaceae	2	3
76	<i>Lacmellea panamensis</i>	Apocynaceae	2	3
77	<i>Lacunaria panamensis</i>	Quinaceae	9	3
78	<i>Laetia procera</i>	Flacourtiaceae	2	2
79	<i>Lecythis ampla</i>	Lecythidaceae	3	1
80	<i>Leicostea amazonia</i>	Fabaceae	9	3
81	<i>Licania</i> sp	Chrysobalanaceae	4	3
82	<i>Lonchocarpus</i> sp(1)	Papilionaceae	2	1
83	<i>Luehea speciosa</i>	Tiliaceae	2	3
84	<i>Lunania parviflora</i>	Flacourtiaceae	9	3
85	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	4	1
86	<i>Mastichodendron capiri</i>	Sapotaceae	4	2
87	<i>Miconia scorpionoides</i>	Melastomaceae	9	3
88	<i>Minuartia guianensis</i>	Olacaceae	4	2
89	<i>Naucleopsis naga</i>	Moraceae	3	3
90	<i>Nectandra</i> sp	Lauraceae	9	3
91	No identificado	No identificado	9	3
92	<i>Ochroma pyramidale</i>	Bombacaceae	1	3
93	<i>Ocotea</i> sp	Lauraceae	3	3
94	<i>Otoba novogranatensis</i>	Myristicaceae	2	1
95	<i>Pentaclethra macroloba</i>	Mimosaceae	3	2
96	<i>Phoebe</i> sp	Lauraceae	9	3
97	<i>Posoqueria latifolia</i>	Rubiaceae	9	3
98	<i>Pourouma aspera</i>	Cecropiaceae	3	3
99	<i>Pousandra trionae</i>	Euphorbiaceae	9	3
100	<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae	3	2
101	<i>Pouteria subrotata</i>	Sapotaceae	3	3
102	<i>Protium panamensis</i>	Burseraceae	3	3
103	<i>Protium schippi</i>	Burseraceae	3	1
104	<i>Protium</i> sp	Burseraceae	9	3
105	<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>	Moraceae	3	3
106	<i>Pseudolmedia</i> sp	Moraceae	3	3
107	<i>Pseudolmedia spurea</i>	Moraceae	3	3
108	<i>Psychotria</i> sp	Rubiaceae	4	3
109	<i>Pterocarpus hayesii</i>	Papilionaceae	2	1
110	<i>Quararibea bracteolosa</i>	Bombacaceae	3	3
111	<i>Quassia amara</i>	Simarubaceae	4	3
112	<i>Reedia acuminata</i>	Clusiaceae	4	3
113	<i>Rinorea</i> sp	Violaceae	9	3
114	<i>Roseodendron donnell smithii</i>	Bignoniaceae	9	2
115	<i>Sacoglottis trichogyna</i>	Humiriaceae	4	1
116	<i>Sauraria yasine</i>	Actinidiaceae	9	3
117	<i>Sideroxylum capiri</i>	Sapotaceae	3	2
118	<i>Simaruba amara</i>	Simarubaceae	2	1
119	<i>Solanum</i> sp	Solanaceae	1	3
120	<i>Sorocea pubivena</i>	Moraceae	3	3
121	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	2	3
122	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	Apocynaceae	4	3
123	<i>Sterculia recordiana</i>	Sterculiaceae	2	1
124	<i>Stryphnodendron excelsum</i>	Mimosaceae	2	3
125	<i>Tabebuia crysantha</i>	Bignoniaceae	3	2
126	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae	3	3
127	<i>Terminalia bucidiodes</i>	Combretaceae	2	1
128	<i>Terminalia</i> sp	Combretaceae	3	2