

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**



TRABAJO DE DIPLOMA

**COMPOSICION FLORISTICA Y ESTRUCTURAL DE UN BOSQUE
SECUNDARIO DESPUES DE APLICARSE DOS TRATAMIENTOS
SILVICULTURALES EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE DE
CHACOCENTE-CARAZO.**

AUTORES:

**Br. ADRIANA ESTHER DIAZ VALERY.
Br. LUIS EVELIO DIXON COBAN.**

ASESORES:

**Ing. OLMAN NARVAEZ
Dr. GUILLERMO CASTRO**

**MANAGUA, NICARAGUA
SEPTIEMBRE 2006**

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	ii
INDICE DE ANEXOS.....	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
SUMMARY.....	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Extensión y distribución de los bosques secos tropicales.....	4
2.1.1 Características principales de los bosques secos tropicales.....	5
2.2 Bosque secundario.....	5
2.2.1 Características del bosque secundario.....	7
2.2.2 Importancia de los bosques secundarios.....	7
2.3 Silvicultura.....	9
2.3.1 Tratamientos silviculturales.....	10
2.4 Parámetros descriptivos de la vegetación.....	11
2.4.1 Índice de diversidad y área representativa de muestreo.....	11
2.4.2 Parámetro de la estructura horizontal.....	11
2.4.2.1 Abundancia.....	11
2.4.2.2 Frecuencia.....	12
2.4.2.3 Dominancia.....	12
2.4.2.4 Índice de valor de importancia (I.V.I).....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	14
3.1 Descripción del área de estudio.....	14
3.1.1 Ubicación geográfica.....	14
3.1.2 Accesibilidad del área de estudio.....	14
3.1.3 Clima.....	16
3.1.4 Suelo.....	16
3.1.5 Vegetación.....	16
3.1.6 Tenencia de la tierra.....	17
3.2 Metodología del estudio.....	18
3.2.1 Descripción y localización de las parcelas.....	18
3.2.2 Tratamientos silviculturales aplicados.....	19
Selección de rebrotes.....	19

Raleo o Aclareo.....	19
Testigo o control.....	19
3.3 Recolección de la información.....	20
3.3.1 Categoría de la vegetación brinzal.....	20
3.3.2 Categoría de la vegetación latizal y fustal.....	21
3.4 Materiales y equipo de campo.....	21
3.5 Recolección de muestras botánicas.....	22
3.6 Procesamiento de la información.....	22
3.6.1 Clasificación de la vegetación evaluada.....	22
3.6.2 Composición florística.....	22
3.6.3 Estructura horizontal.....	24
3.6.3.1 Abundancia.....	24
3.6.3.2 Frecuencia.....	25
3.6.3.3 Area basal.....	25
3.6.3.4 Índice de valor de importancia (I.V.I.).....	25
3.7 Análisis comparativo entre los tratamientos.....	26
3.8 Análisis comparativo de la variación temporal (1994-2005) de los tratamientos.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
4.1 Composición florística en el 2005.....	28
4.1.1 Riqueza de especies.....	28
4.2 Similaridad y diversidad florística.....	28
4.3 Efecto de los tratamientos sobre la composición florística.....	33
4.4 Estructura horizontal en el 2005.....	34
4.4.1 Abundancia.....	34
4.4.2 Area basal.....	35
4.4.3 Índice de valor de importancia (I.V.I.).....	39
4.5 Variación temporal de los tratamientos raleo y selección (1994 – 2005).....	43
4.5.1 Número de especies.....	43
4.5.2 Abundancia.....	44
4.5.3 Area basal.....	44
4.6 Otros factores que pudieron influir en los resultados obtenidos.....	44
V. CONCLUSION.....	46
VI. RECOMENDACIONES.....	47
VII. BLIBLIOGRAFIA.....	48
ANEXOS.....	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro No		Pág.
Cuadro 1	Importancia ecológica y económica de los bosques secundarios.....	8
Cuadro 2.	Lista general de las especies arbóreas y arbustivas encontradas en el inventario que se realizó en el área de estudio, Chacocente, 2005.....	30
Cuadro 3.	Composición y diversidad florística de las categorías de vegetación encontradas en las parcelas de los diferentes tratamientos, Chacocente, 2005.....	32
Cuadro 4.	Características florísticas y estructural del bosque secundario once años después de haberse aplicado los tratamientos silviculturales, Chacocente, 2005.....	37
Cuadro 5.	Cinco especies más importantes en la categoría latizal en relación al I.V.I en cada tratamiento, Chacocente, 2005.....	41
Cuadro 6.	Cinco especies más importantes en la categoría fustal en relación al I.V.I en cada tratamiento, Chacocente, 2005.....	42
Cuadro 7.	Variación temporal en el número de especies, abundancia y área basal once años después de haberse aplicado los tratamientos en los años 1994 y 2005.....	45

INDICE DE FIGURAS.

Figura No		Pág.
1	Localización del área de estudio; Chacocente, 2005.....	15
2	Distribución de las parcelas experimentales en el área de estudio en 1994, Chacocente, 2005.....	20
3	Distribución del número de individuos mayores de un centímetro de dap y área basal por categoría diamétrica, Chacocente, 2005.....	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo No		Pág.
1	Formato utilizado para la recolección de datos en la categoría brinzal para los tres tratamientos en parcelas de 2 x 2m, Chacocente, 2005.....	53
2	Formato utilizado para recolección de datos en los diferentes tratamientos para la categoría latizal y fustal en parcelas de 20x20m, Chacocente, 2005.....	53
3	Análisis de Chi-Square en la categoría brinzal en el número de especies en los diferentes tratamientos evaluados, Chacocente, 2005.....	53
4	Análisis de Chi-Square en la categoría latizal en el número de especies en los diferentes tratamientos evaluados, Chacocente, 2005.....	54
5	Análisis de Chi-Square en la categoría fustal en el número de especies en los diferentes tratamientos evaluados, Chacocente, 2005.....	54
6	Análisis de Chi-Square en la categoría latizal de acuerdo a la diversidad en los diferentes tratamientos evaluados, Chacocente, 2005.....	54
7	Análisis de Chi-Square en la categoría fustal de acuerdo la diversidad en los diferentes tratamientos evaluados, Chacocente, 2005.....	54
8	Análisis de varianza por el método de Kruskal-Wallis para la abundancia en la categoría brinzal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.	54

9	Análisis de varianza por el método de Kruskal-Wallis para la abundancia en la categoría latizal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.....	55
10	Análisis de varianza realizado por el método de Kruskal-Wallis de la abundancia en la categoría fustal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.....	55
11	Análisis de varianza para el total del área basal en la categoría latizal y fustal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.....	55
12	Análisis de varianza para el área basal en la categoría latizal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.....	56
13	Análisis de varianza para el área basal en la categoría fustal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.....	56

DEDICATORIA

A **Dios**, por ser bondadoso y ser mi fortaleza en el momento de mi temor y que siempre me guía e ilumina mi camino, gracias.

A mis padres: **Manuel Antonio Díaz Campo y Fanny del Carmen Valery Murillo**, por ser nuestro pilar y esforzarse que a nosotros nos quede la mejor herencia que los padres puedan dejar a sus hijos es el estudiar y ser profesionales y al criarnos con mucho amor, cariño y respeto a ellos dos muchas gracias de todo corazón.

A mi esposo **Humberto Sáenz Maldonado**, por motivarme en los momentos de angustia y brindarme amor y cariño que solo el sabe darme.

A **mis hermanos Jonathan, Ma. Elibeth, Junior Manuel, Maxfio, Maycol y Lesbia**; por estar siempre conmigo y brindarme el amor que cada uno de ellos demuestran para mí.

A **mis cuñados (a): Ma. Esperanza Hernández, Omar Flores García** y sobrinos **Jasón y Josué** por estar presente en mi vida.

A **Luis Evelio Dixon Coban**, compañero de tesis, por su paciencia, tolerancia y amistad que ha tenido conmigo en el transcurso de este trabajo que ambos realizamos.

Br. Adriana Esther Diaz de Saenz.

DEDICATORIA

A **Dios** sobre todas las cosas que es fuente de luz, sabiduría y entendimiento, por llevarme en sus brazos en todos los momentos de mi vida, por haberme dado las fuerzas necesarias para saltar los obstáculos que se presentaron a lo largo de mi carrera.

A mis padres **Santos Dixon y Julia Coban** quienes con el fruto de su sacrificio, amor, comprensión y confianza me brindaron su apoyo incondicional durante mis estudios.

A mi pequeño ángel **Ma Walahni** que su venida a este mundo, me inspiró valor y fuerza para poder terminar mi carrera.

A mis queridos hermanos **Ernesto, Joel, Otoniel, René, y Omar** por compartir conmigo las tristezas y alegrías durante el pesado camino de la preparación. Muy en especial a mi hermano **Joel** por haberme apoyado sin condición alguna cuando yo más lo necesitaba.

Al **Centro Humboldt** por haberme apoyado en mis últimos pasos por la Universidad y poder triunfar mi carrera, como producto del convenio celebrado con las organizaciones Indígenas del departamento de Jinotega.

A la familia **Dixon, a mis amigos, amigas y conocidos** que depositaron su confianza para ver coronar mi carrera.

A mi compañera de tesis **Adriana Esther Díaz Valery** con quien me ata una profunda amistad.

Br. Luis Evelio Dixon Coban

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos fuerza y sabiduría, por habernos guiado por el camino correcto.

Expresamos nuestro agradecimiento a las siguientes personas que de forma directa e indirecta nos brindaron mucho apoyo en el transcurso de este trabajo:

Al Ing. Olman Narvárez Espinoza, por darnos la oportunidad de realizar este trabajo y aportar sus conocimientos en la realización del mismo.

Dr. Guillermo Castro Marín, por sus valiosos aportes y sugerencias en la realización de este documento.

A PASMA/ EDUCACIÓN Y CONCIENCIA por su cooperación y financiamiento en la investigación ya que fue muy valiosa.

A nuestras familias por su apoyo económico y moral brindado durante la formación de nuestra vida y culminación de nuestra carrera profesional.

A todos los profesores, por su estímulo en los diferentes niveles de educación.

A mis compañeros de clase Juana Gutiérrez por sus consejos y Antonia Grijalva por brindarme su valioso apoyo en la etapa de campo.

A Doña Elena y Roberto por brindarnos estadía en su casa en la etapa de campo y a los vaquéanos Álvaro y Santiago por su ayuda en la identificación de las especies arbóreas en el campo.

A los docentes Benito Quezada, Roxana, Luvy Villalobos, Martha Myriam, Álvaro Noguera y Claudio Calero por sus aportes en la identificación de plantas.

GRACIAS

Br. Adriana Esther Diaz de Saenz.

Br. Luis Evelio Dixon Coban.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Refugio de Vida Silvestre Chacocente - Carazo, con el objetivo de determinar el estado actual del bosque después de once años de haberse aplicado los tratamientos silviculturales de raleo y selección de rebrotes a la vegetación existente.

Para tal efecto se utilizaron las nueve parcelas permanentes de muestreo establecidas en 1994. Cada parcela posee un área de 400 m² (20 x 20m). Cada tratamiento fue repetido en tres parcelas diferentes y se dejaron tres parcelas como testigo o control, con el objetivo de realizar una comparación entre tratamientos. Las variables evaluadas fueron, diámetro normal (1.30 m), especie de la vegetación existente.

Se encontraron un total de 24 especies arbóreas en el tratamiento de raleo, 25 en selección y 27 en el control o testigo. La especie *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno) fue la especie más importante entre los tratamientos evaluados y el control según el índice de valor de importancia. De acuerdo al índice de diversidad de Shannon y Wiener, el control presentó la mayor diversidad florística (1.87), seguido de raleo (1.73) y selección (1.24).

En términos generales no se encontró diferencias significativas en número de especies, diversidad florística, entre los tratamientos evaluados. Sin embargo se encontró diferencia significativa en área basal y abundancia. El tratamiento de selección presentó la mayor abundancia tanto en las categorías de brinzal (21,675 individuos ha⁻¹), latizal (4,133 individuos ha⁻¹) y fustal (533 individuos ha⁻¹) seguido de testigo (brinzal 29,175; latizal 4,016 y fustal 433) y raleo (brinzal 15,825; latizal 3,150 y fustal 341).

El control o testigo presentó la mayor cantidad de área basal 30.9 m² ha⁻¹, seguido de selección con 28.10 m² ha⁻¹ y raleo con 18.51 m² ha⁻¹.

Después de 11 años de aplicados los tratamientos de selección de rebrotes y raleo, en el área de estudio desaparecieron y aparecieron igual número de especie, manteniendo de esta manera la misma riqueza florística. A pesar de la intervención sufrida, la abundancia ha aumentado paulatinamente y casi ha alcanzado la densidad original presentada antes de aplicarse los tratamientos. El área basal aumentó a razón de 1.90% anualmente en las parcelas de raleo y 2.8% en las parcelas de selección de rebrotes.

SUMMARY

The study was carried out in Chacocente Wildlife Reserve, Carazo, with the aim to determinated the situation of the forest eleven years after applied two treatments – thinning out and coppice.

This study was carried out on a nine permanent sample plots, established on 1994. The area of each plot was 400 m² (20 x 20 m). The treatments were applied on six plots and three were usefuled like indicator plots to compared the effects of treatments. Diameter at breast high (D.B.H) and species name were collected data.

Forest species number was different between plots; 24 to thinning out, 25 to branch out and 27 to indicator plots. Based on value importance index, *Lonchocarpus minimiflorus* was the most important specie between treatments and plots. Shannon and Wiener index show that indicator plots were floristically more diverse (1.87) than thinning out (1.73) and branch out (1.24).

In general, the results, received after eleven years not show stastically difference between treatments in relation to species number and floristic diversity. However, significant difference were found between treatments in basal area and abundance. Branch out, obtained the most abundance value in three vegetal categories: seedling (21, 675 ind/ha⁻¹) pole stage (4,133 ind/ha⁻¹) and high forest (533 ind/ha⁻¹); followed by indicator plots (seedling 29,175 ind/ha⁻¹, pole stage 4,016 ind/ha⁻¹ and high forest 433 ind/ha⁻¹); and thinning out (seedling 15,825 ind/ha⁻¹, pole stage 3,150 ind/ha⁻¹ and high forest 341 ind/ha⁻¹). Indicator plots obtained the highest basal area (30.9 m² ha⁻¹), followed by branch out (28.10 m² ha⁻¹) and thinning out (18.51 m² ha⁻¹). Abundance and basal area have increased after silviculture treatments application to register same original account. Basal area did increase to rate 1.9% year⁻¹ by consecuense of thinning out, and 2.8% year⁻¹ by branch out treatment.

I. INTRODUCCION

La destrucción de los bosques es constante, como consecuencia de la sobreexplotación, cambio de uso de suelo, el crecimiento demográfico y el aumento de la demanda de bienes y servicios del bosque (Codeforsa, 1998 citado por Salazar, 2002).

Uno de los ecosistemas forestales más agredidos en el mundo tropical ha sido el bosque tropical seco. En Centro América, actualmente quedan muy pocos vestigios del bosque seco original, la mayor parte de este tipo de bosque se encuentra fragmentado y localizado en zonas poco accesibles en la región del Pacífico. Nicaragua no es la excepción a este tipo de situación. Actualmente, en la región del Pacífico y Central del país muchas áreas fueron ocupadas en la década del 60, 70 y 80 para cultivos agrícolas y pastos han sido abandonadas y han originado los llamados bosques secundarios. Se considera que los bosques secundarios poseen importancia económica para las comunidades que habitan cerca de ellos. Así, como también tiene importancia en la conservación de la naturaleza (Sips y Van der Liden, 1998).

La mayor parte de los estudios sobre bosques secundarios han sido llevados a cabo en el bosque tropical húmedo (Lamprecht, 1990). Sin embargo, en nuestro país, algunos estudios se han realizado sobre la composición florística y estructural del bosque secundario (Narváez y Aich, 1996; López y García, 2002; Salazar, 2003). La mayoría de estos estudios han recomendado la aplicación de tratamientos silviculturales con el objetivo de mejorar la estructura y composición florísticas de este tipo de bosque.

El presente trabajo se enmarca en darle seguimiento a la investigación que se llevó a cabo en el año 1994 en el refugio de vida silvestre de Chacocente la cual consistió en la aplicación de dos tratamientos silviculturales (raleo y selección de rebrotes) en bosque secundario. Con el presente estudio se evalúa el efecto de los tratamientos aplicados sobre la composición florística y la estructura del bosque secundario.

Se considera que la investigación y el análisis en los temas de la riqueza, composición florística y la productividad juegan un papel importante en la toma de decisiones en el manejo sostenible del bosque secundario, ya que estos parámetros reflejan las principales necesidades de investigación y de información para manejar este tipo de bosque, además que ofrece un mejor entendimiento de los ecosistemas forestales tropicales y de sus interacciones con las dimensiones económicas y sociales para el desarrollo humano (López y García, 2002)

OBJETIVOS.

Objetivo General.

Evaluar la composición florística y estructural de la vegetación secundaria bajo los tratamientos silviculturales de raleo y selección de rebrotes aplicados hace 11 años en bosque seco de Chacocente.

Objetivos Específicos

- Determinar la riqueza y diversidad florística de las especies arbóreas después de 11 años de haber sido tratados silviculturalmente con raleo y selección de rebrotes.
- Caracterizar la estructura del bosque secundario en términos de densidad y área basal después de 11 años de haber sido tratados silviculturalmente con raleo y selección de rebrote.
- Comparar la composición florística y la estructura del bosque existente en el año 1994 (antes de haberse aplicado los tratamientos) y el año 2005 (11 años después de haberse aplicado los tratamientos).

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Extensión y distribución de los bosques tropicales secos

Los bosques secos en América Central ocurren en áreas con precipitación promedio anual entre 500-2000mm, y altitudes de 0- 1000 msnm, temperaturas anuales por encima de 20 ° c y una estación seca de 4 a 7 meses con menos de 50mm de lluvia. (Dulin 1982, citado por Narváez y Aich, 1996).

Existen pocos vestigios del bosque tropical seco que originalmente cubría América Central. Janzen (1988), señala que hoy en día los rodales de bosque seco en buen estado de conservación representan menos del 2% del bosque seco originalmente existente en la costa pacífica de América Central.

Se estima que en América Central existen unas 3,364,000 ha de bosque tropical seco, de las cuales 1,225,000 ha están en la zona de Nicaragua, teniendo la mayor proporción de bosques secos en América Central (Martínez y Hughes, 1987).

Nicaragua cuenta con un área de 130,000 km² distribuidos en 4 regiones ecológicas, de los cuales el bosque seco se encuentra distribuido en la zona del Pacífico y Central de Nicaragua, en términos generales la zona del Pacífico es seca y caliente, su extensión es de unos 28,042 km² (Salas, 1993), es aquí donde se encuentra localizado el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante - Chacocente.

El bosque seco del pacífico ha venido supliendo las necesidades locales de madera y leña, siendo las especies maderables de mayor valor comercial: Pochote (*Bombacopsis quinata*), Genízaro (*Albizia saman*), Caoba (*Swietenia humilis*), y Laurel hembra (*Cordia gerascanthus*) (Sabogal y Valerio, 1998).

En Nicaragua, el bosque tropical seco se encuentra mayormente en forma dispersa en la región Pacífica y Central del país. Se localiza en áreas escarpadas y pedregosas con escaso potencial agropecuario (Sabogal y Valerio, 1998).

2.1.1 Características principales de los bosques tropicales secos

Lamprecht (1990), caracteriza los bosques secos de la siguiente manera:

- Claramente mas pobres en especie y de estructura mas simples que los bosque húmedos
- Una marcada estación seca de 6 meses.
- Las temperaturas anuales oscilan entre un mínimo de 25 grados centígrados y un máximo de 30 grados centígrados como promedio.
- La precipitación pluvial varía entre 700 mm anuales en las zonas mas áridas y 1500 mm en las zonas mas lluviosas.
- La totalidad de especies es relativamente heliófita. Del conjunto de factores medioambientales el factor limitante es el agua.

2.2 Bosque secundario

Según Finegan (1993), el bosque secundario es la vegetación leñosa que se desarrolla en sitios cuya vegetación original ha sido totalmente destruida por la actividad humana, tales como, tala y quema practicada por la agricultura migratoria.

Según Alvarez y Varona (1988), la nueva vegetación dependerá mayormente de la intensidad del uso anterior por cultivos agrícolas o pastos, así como de la proximidad de fuentes de semilla para recolonizar el área disturbada

Según Alvarez y Varona (1988), en general un bosque recién perturbado generalmente se conoce como "bosque secundario" este constituye especies de árboles de rápido crecimiento y que tiene una madera ligera y de poca duración de vida.

El bosque secundario se regenera en forma rápida a lo largo de grandes áreas en los trópicos después de la intervención humana.

El concepto de un bosque secundario abarca todos los estadios de una sucesión; desde el bosque inicial que se forma en una superficie natural o antropogénico, hasta su fin, excluyendo el estudio del bosque climácico, al cual ya no es abarcado por este concepto (Lamprecht, 1990).

La deforestación en el trópico no solo reduce el total de la cobertura boscosa, alterando en su estructura y composición, grandes extensiones de tierras deforestadas son abandonadas al fracasar los intentos de producción agropecuaria o ganadera, y en tales tierras se desarrolla un bosque secundario (Finegan, 1993).

La importancia de los bosques secundarios para ayudar a reducir la presión sobre los bosques primarios y suministrar bienes y servicios para el hombre a sido ampliamente reconocido (Venegas y Camacho, 2001). Además de restaurar y mantener la productividad del suelo y la regulación del agua los bosques secundarios presentan características atractivas para el manejo forestal: una diversidad de especies relativamente baja y una estructura relativamente simple, altas tasas de crecimiento y por lo general un acceso fácil.

2.2.1 Características del bosque secundario

Los bosques secundarios antiguos o completamente desarrollados son difíciles o imposibles de distinguir de los bosques vírgenes primarios (Richards, 1976). Los árboles que la componen son heliófitas o intolerantes a la sombra, crecen bien en las claras y lugares abiertos y son eliminados por la sombra de los espacios del bosque natural en los estadios del propio bosque secundario.

Richards (1976), indica que en relación con los suelos, las especies secundarias aparecen como algo más selectivo que las primarias. Poseen un sistema de dispersión de semillas efectivos y un crecimiento rápido, lo cual les permite una rápida colonización de los claros.

En las especies secundarias típicas no se encuentran las productoras de maderas preciosas tropicales de alto valor. En general la madera liviana que produce es suave y poco resistente casi no tiene demanda, sobre todo si es de diámetros menores (Lamprecht, 1990).

Tanto la composición, la estructura y el crecimiento de un bosque cambian con el paso del tiempo, entonces, la producción no es estable en cantidad ni en calidad. Con ello se dificulta el suministro sostenido del mercado con determinados productos (Lamprecht, 1990).

2.2.2 Importancia de los bosques secundarios

Para López y García (2002), el amplio rango de usos hace que el manejo de este tipo de bosques pueda adecuarse a las prioridades de los usuarios. En muchos bosques secundarios existe un aprovechamiento intensivo y en alguna medida reglamentada, sobre todo en las cercanías de los asentamientos humanos, con el fin de satisfacer las necesidades de la población local y en menor medida, con fines de comercialización.

Una gran parte de los bosques secundarios se encuentran en un ciclo permanente en el cual se suceden la roza para fines agrícolas y la regeneración del bosque como método de restitución de la fertilidad de suelo (agricultura migratoria).

A causa de la fuerte necesidad del aprovechamiento de las tierras, existe el peligro de que se les sobre utilice.

La importancia de los bosques secundarios en la actualidad, se enmarcan los diferentes usos y funciones que el hombre le da a fin de obtener productos aprovechables, de aquí que la importancia de este tipo de bosque surge de acuerdo a los diferentes usos. Los usos actuales de los bosques secundarios más importantes son:

- La utilización de la madera para fines energéticos (leña, carbón).
- La utilización de áreas de bosques secundarios como barbecho forestal en el marco de la agricultura migratoria.
- La obtención de los productos forestales no maderables (PFNM).

Cuadro 1. Importancia ecológica y económica de los bosques secundarios

Importancia ecológica (para protección y la conservación ambiental)	Importancia económica (como fuente de) :
Recuperación de la productividad del sitio (reservorio de las materias orgánicas y nutrientes en el suelo para fines agrícolas).	Frutos comestibles.
Regulación de poblaciones de malezas	Plantas alimenticias, medicinales, estimulantes, alucinógenas, productoras de veneno, etc.
Regulación de flujos de agua (beneficios hidrológicos).	Materiales para construcción rural y cercas
Reducción de la erosión del suelo y protección contra el viento.	Combustible (leña y carbón).
Mantenimiento de la biodiversidad, especialmente cuando la intensidad de uso de la tierra es alta y hay una mayor fragmentación del bosque.	Tecnología: materiales para teñir materiales para elaborar utensilios domésticos y de caza.
Acumulación de carbono (reservorio de carbono atmosférico).	Madera de valor

Servir como modelo para el diseño de agrosistema.	Madera para uso industrial (madera aserrada, traslapada, laminada, tableo de fibras y partículas)
Servir de reserva para áreas a ser usadas para la agricultura y la ganadería.	Carne silvestre (proteína animal, cuero, etc.).
Contribuir a reducir presión sobre los bosques primarios (vírgenes o residuales) u caso sería en áreas de amortiguamiento para proteger reservas de bosques.	Germoplasma de especies útiles para fines de domesticación
Servir como ecosistema para el establecimiento de especies de plantas y animales que requieren buenas condiciones	Ramoneo de animales, preparación de alimentos para el ganado.
	Transformación química de la biomasa, fabricación de pulpa y papel.

Fuente: (Smith, 1997).

2.3 Silvicultura

La silvicultura se ocupa de la regeneración, establecimiento, desarrollo y tratamiento de los bosques, estudia las funciones productoras de los bosques, lo que permite definir un régimen particular, incrementando el volumen de las especies económicas, simplificando la composición específica de los rodales sin alterar el equilibrio ecológico de los mismos (Alvarez y Varona, 1988)

Lamprecht (1990), no define la silvicultura en general sino su papel en el manejo de bosques anteriormente no manejados; así, la considera como una domesticación, o "todas las medidas tendientes a incrementar los rendimientos económicos de los rodales, hasta alcanzar cuando menos un nivel que permita su manejo sostenible no deficitario".

Según Oldeman (1990), la silvicultura implica una planificación a largo plazo con base en información científica, con la intención de llevar el bosque a un estado deseado por un grupo meta.

2.3.1 Tratamientos silviculturales

Un tratamiento silvicultural es toda intervención dirigida a mejorar la producción y calidad de la madera de otros productos y de servicios con criterios ecológicos que garanticen la sostenibilidad de la producción y del mismo ecosistema bosque (Bueso, 1997, citado por Alvarez y Varona, 1988). Los tratamientos silviculturales son operaciones que modifican la estructura del bosque, y van dirigidos a solucionar un problema específico (Quirós *et al*, 2001).

En años recientes, en los bosques tropicales se han aplicado principalmente tratamientos silvícola dirigidos a la masa forestal establecida. Entre ellos tenemos los tratamientos de cosecha o aprovechamiento, liberación, refinamiento, saneamiento o mejora, raleo, corta de lianas, enriquecimiento y cortas del dosel medio o dosel protector (Quirós *et al*, 2001).

El tratamiento de raleo consiste en la eliminación de árboles de especies comerciales o no, que están o estarán en competencia con los árboles seleccionados. Este tratamiento se aplica principalmente en bosque coetáneos, como en los bosques secundarios, en síntesis el raleo se aplica en aquellos rodales donde hay demasiados individuos compitiendo en las mismas clases de tamaño y por el mismo espacio (Quirós *et al*, 2001).

El tratamiento selección de rebrotes consiste en cortar los ejes (rebrotos) menos vigorosos para favorecer los más desarrollados y que presentan mejores características fenotípicas, dejando un promedio de un tercio de los ejes iniciales. Normalmente se recomienda su aplicación para la producción de leña y carbón. Es considerado una buena opción para bosques secundarios de zona seca que presentan un alto porcentaje de especies que poseen la facultad de reproducirse fácilmente por brotes o renuevos (Alvarez y Varona, 1988).

Es importante destacar que en términos generales, los tratamientos propician una respuesta en términos de incremento en el crecimiento de los árboles individuales y del rodal; en este sentido se ha observado que el crecimiento individual es mayor conforme aumenta la intensidad del tratamiento (Synnott, 1980).

2.4 Parámetros descriptivos de la vegetación

2.4.1 Índice de diversidad y área representativa de muestreo

2.4.2 Parámetro de la estructura horizontal

La estructura horizontal de un bosque se puede describir mediante la distribución del número de árboles y área basal por clase diamétrica.

La estructura en el plano horizontal, son simplemente, la distribución matemática que presentan las variables cualitativas medidas en el mismo plano principal, el diámetro de los árboles a la altura del pecho (Dap) y el área basal (Quirós, *et al.*, 2001).

Dentro de los componentes de la estructura horizontal de la vegetación se considera la abundancia, la frecuencia y la dominancia de las especies (Lamprecht, 1990).

2.4.2.1 Abundancia

Se refiere al número relativo de individuos de cada especie forestal. La abundancia o densidad de individuos – número de árboles por unidad de área -, (Matteucci y Colma, 1982) es en general, bastante estándar bajo la condición natural climática.

Este parámetro no está ligado a la capacidad de producción del suelo, sino que presenta una significativa diferencia entre calidad de sitio (Lamprecht, 1990).

2.4.2.2 Frecuencia

La medida de la distribución horizontal de las especies se encuentra calculando la frecuencia, que expresa la regularidad en la ocupación del área. El método seguido para calcular la frecuencia absoluta de las especies consiste en relacionar el porcentaje de las muestras en que aparece cada especie con el porcentaje total (100%) de las muestras levantadas (Matteucci y Colma, 1982).

Es el número de veces que se repite la especie en las parcelas muestreadas. La frecuencia absoluta expresa la regularidad en la ocupación de una especie en el área, es igual:

$$\text{Frecuencia (absoluta)} = n/N * 100$$

Donde:

N= Número total de las parcelas establecidas.

n= Número de parcelas en que ocurre la especie

2.4.2.3 Dominancia

Es el grado de cobertura de las especies, como expresión del espacio por ellos. Se define como la suma de las expresiones horizontales de los árboles sobre el suelo. A causa de la estructura vertical compleja de los bosques tropicales, la determinación de las proyecciones de las copas resulta en extremo complicado, trabajoso y en algunos casos imposible de realizar. Por ello generalmente no son evaluadas, sino se emplea las áreas basales, calculadas como sustitutos de los verdaderos valores de dominancia (Lamprecht, 1990).

Este proceder es justificable, ya que las investigaciones al respecto, han demostrado que por regla general, existe una correlación lineal relativamente alta entre el diámetro de la copa y el del fuste (Hoheisel 1976, citado por Lamprecht, 1990). Como dominancia absoluta de una especie es definida como la suma de las áreas basales individuales, expresadas en m². La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área basal total evaluada (=100%).

2.4.2.4 Índice de Valor de Importancia (IVI)

El IVI es usado fundamentalmente para comparar diferentes comunidades o estratos, en base a las especies que obtienen los valores más altos y que se consideran las de mayor importancia ecológica dentro de una comunidad en particular (Matteucci y Colma, 1982).

Este índice resulta de la suma de los valores relativos de la abundancia, la frecuencia y la dominancia (Lamprecht, 1990).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Ubicación geográfica

El Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente, se localiza en el municipio de Santa Teresa, departamento de Carazo, en la Región Pacífico Sur de Nicaragua, ocupando una superficie aproximada de 4,645 ha (46.45 km²) (MARENA, 1999) (**Figura 1**). El Refugio se ubica en un cuadrante con las siguientes coordenadas: Latitud Norte 11° 30' 33.0" y 11° 35' 28.5" y Longitud Oeste 86° 08' 33.7" y 86° 14' 43.1".

La Reserva se localiza en la zona costera sur del departamento de Carazo. Alrededor del 90 % de la superficie del Refugio se encuentra dentro de los límites territoriales del municipio de Santa Teresa. La superficie restante es compartida por los vecinos municipios de Jinotepe, en el departamento de Carazo, y Tola, en el departamento de Rivas (MARENA, 1999).

3.1.2 Accesibilidad al área de estudio

Según MARENA, 2002, existen dos vías mediante las cuales se puede llegar al refugio de vida silvestre:

1. Managua-puente de Ochomogo- Salinas Grandes (puente de Nahualapa)-El Astillero-Chacocente. Esta es una ruta de 122 km de distancia. Parte por la carretera panamericana sur Managua-Rivas y a la altura del km 80 en el puente de Ochomogo,

dobla hacia Salinas Grandes- El Astillero y Chacocente por un camino de todo tiempo de 42 Km. de longitud.

2. Managua-Santa Teresa-Paso de la Solera- Aguas Calientes-La Piñuela-Veracruz de Acayo (Chacocente). Esta ruta tiene unos 82 km de distancia. Parte desde Managua por la carretera panamericana sur hasta llegar al poblado de Santa Teresa a unos 55 km de Managua. Luego se toma una carretera pavimentada que después de 17 km llega cerca de Paso de la Solera. En este punto se continúa por 10 km siguiendo un camino de tierra que atraviesa las comarcas de Aguas Calientes y la Piñuela hasta llegar a Veracruz de Acayo, comarca situada dentro del Refugio (MARENA, 2002).

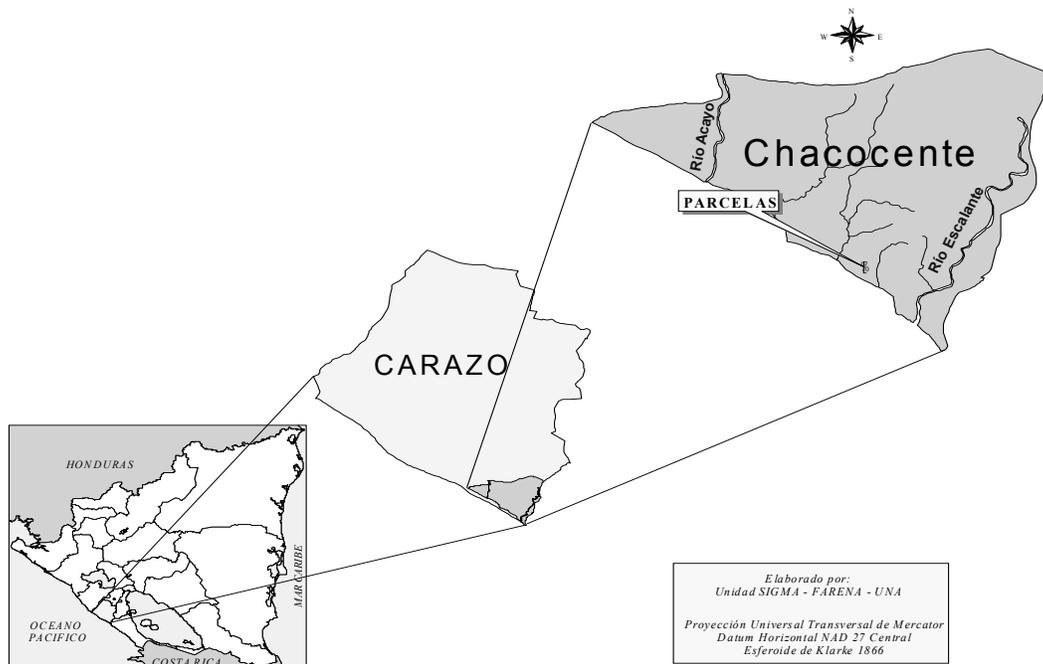


Figura 1. Localización del área de estudio; Chacocente, 2005.

3.1.3 Clima

El refugio se caracteriza por tener un verano largo de unos 7 meses de duración. Aún durante el período de lluvias hay muchos días despejados y soleados. La precipitación promedio es de 1000 mm anuales. El período lluvioso se concentra entre junio y octubre. Las lluvias son irregulares, caracterizadas por violentos chaparrones de corta duración seguidos de varios días de calma. La temperatura promedio es de 26° C (MARENA, 2002).

Los valores mínimos de humedad ocurren en el mes de marzo presentando un promedio de 65% de humedad relativa. Los valores máximos se presentaron en octubre con un promedio del 87% (MARENA, 2002).

3.1.4 Suelos

Sus suelos son de tipo vertisoles y coluviales, en su mayoría correspondiente a la clase de uso IV y VII, el cual representa el 85% del área total. Por sus características físicas, los suelos se clasifican de escarpados a muy escarpados, textura variable, franca arcillosa, arena gravosa y pocos profundos (MARENA, 2002). El 11.5% pertenecen a las clases II y III, bastantes planos, profundos y permeabilidad lenta, con pendientes del 0-8%.

Su topografía alcanzan pendientes 100%, las partes altas con elevaciones de hasta 400 msnm se entre cruzan con cauces secos de pequeñas corrientes y riachuelos que se activan únicamente en la época lluviosa (MARENA, 2002).

3.1.5 Vegetación

Los bosques cubren unas 3,413 ha que equivalen a cerca del 73.5 % de la superficie terrestre del refugio. El bosque es muy diverso debido a la gran variedad de ambientes

existentes. La influencia del mar, la humedad de los ríos Escalante y Acayo, los suelos arcillosos, las playas arenosas y las colinas rocosas del interior del refugio son ambientes diferentes que crean formaciones vegetales diferentes. A continuación se presenta como esta formado el bosque (Tercero y Urrutia, 1994).

Bosque seco caducifolio; esta dominado principalmente por las especies: Pata de venado (*Allophylum occidentale*), Talalate (*Gyrocarpus americanus*), Guácimo de molenillo (*Luhea candida*), Quebracho (*Lysiloma spp.*), Chiquirin (*Myrospermum frutencens*), Huevo de chancho (*Stemmadenia abovata*) y Cortez (*Tabebuia ochracea*), (Tercero y Urrutia, 1994).

Bosque de galería; aquí se encuentran los individuos de mayor diámetro y mayor altura como son: Guanacaste blanco (*Albizzia caribaea*), Genizaro (*Phitecellobium saman*), Melero (*Thounidium decandrum*) y Nanciguiste (*Zyzyphus guatemalensis*), (Tercero y Urrutia, 1994).

Bosque de playa; las especies dominantes son: Madroño (*Calycophyllum candidissimum*), Nacascolo (*Caesalpinia coriaria*), Niño muerto (*Caesalpinia exostemma*), Endurece maiz (*Capparis indica*), Muñeco (*Cordia bicolor*), Talalate (*Gyroscarpus americanus*), Brasil (*Haematoxylon brasiletto*), Escobillo (*Phyllostylon brasiliensis*), Aguijote (*Prosopis ioliflora*) y Nanciguiste (*Zyzyphus guatemalensis*), (Tercero y Urrutia, 1994).

3.1.6 Tenencia de la tierra

Antes de 1970, la zona del refugio se caracterizaba por la presencia de grandes latifundios con una explotación ganadera extensiva; grandes áreas de pasto natural; y grandes bosques densos, combinadas con importantes extensiones de musáceas. Los grupos sociales predominantes en ese entonces se dividían en dos: latifundistas y colonos (MARENA, 2002).

Durante el periodo de la Revolución Sandinista, se produce la expropiación de los latifundios ganaderos y pasan a convertirse en propiedades estatales, que se integran a las empresas del “Área Propiedad del Pueblo”. Durante ese período se continuó con el modelo de ganadería extensiva que prevalecía antes de la Revolución, aunque a menor escala dada la falta de recursos con que operaron las empresas estatales en el Refugio (MARENA, 2002).

A partir de 1990 se traspasa el Área Propiedad del Pueblo (descapitalizado) a las cooperativas conformadas por campesino, ex-colonos y trabajadores de las comunidades aledañas. Crece la producción de granos básicos (maíz, sorgo, arroz) para el autoconsumo y se incrementa la explotación de los huevos de tortugas con fines comerciales. A partir de 1998 se inicia un rápido proceso de compra de tierras. La tenencia de la tierra cambia profundamente y las tierras del Refugio que en un momento estuvieron en manos de cooperativas pasan a manos privadas. Al momento, dentro del refugio hay 84 propietarios privados más el estado, para un total de 85 propietarios (MARENA, 2002).

3.2 Metodología del estudio

3.2.1 Descripción y localización de las parcelas

El presente estudio se llevó a cabo en las 9 parcelas de muestro (20 x 20 m) establecidas en el año de 1994 por la Escuela de Ciencias Forestales (Narváez y Aich, 1996). Las parcelas de muestreo están localizadas a un kilómetro de la antigua estación Biológica de Chacocente (**Fig 2**). El sitio en donde están localizadas las parcelas tiene un área de aproximadamente una hectárea, es un valle ubicado entre dos colinas. El suelo del sitio es arcilloso moderadamente profundo y pendientes suaves. Según algunos informantes claves (Alvaro López y Santiago Ñurinda), este sitio, fue deforestado en la década del 70 y utilizado para cultivo de sorgo, pastos y luego destinado para el pastoreo de ganado. El sitio fue abandonado hace aproximadamente 19 años y esto permitió el desarrollo de la vegetación arbórea.

3.2.2 Tratamientos silviculturales aplicados

Para los estudios experimentales, a cada parcela se le asignó un tratamiento, resultando en tres repeticiones para cada uno de los tratamientos (**Fig 2**). Los tratamientos fueron aplicados en el año de 1994, cuando la edad del bosque secundario era de aproximadamente 8 años. Los tratamientos aplicados fueron:

Selección de rebrotes: Este tratamiento silvicultural consistió en cortar los ejes de una macolla (rebrotos) menos vigorosos para favorecer los más desarrollados y que presentaron mejores características fenotípicas, dejando como promedio un tercio de los ejes iniciales.

Raleo o aclareo: Consistió en la eliminación de árboles de especies comerciales o no, que están o estarán en competencia con los árboles seleccionados. Los árboles favorecidos presentaron las siguientes características:

- ◆ Especies comercialmente deseables
- ◆ Buena forma
- ◆ Buen vigor
- ◆ Una copa sana y bien desarrollada

Testigo o Control: Se refiere a las parcelas que no recibieron tratamientos silviculturales, con el objetivo de hacer comparación con los dos tratamientos estudiados (raleo y selección de rebrotes).

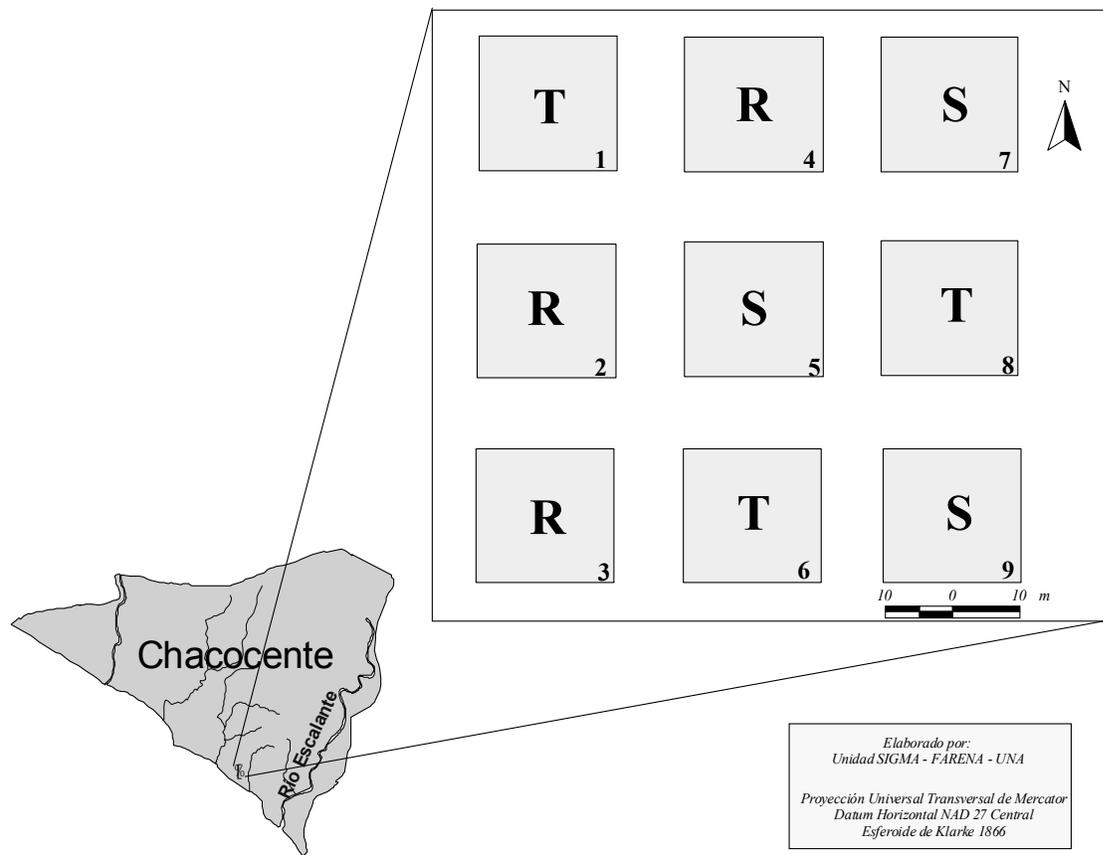


Figura 2. Distribución de las parcelas experimentales en el área de estudio en 1994. Chacocente, 2005.

3.3 Recolección de la información

3.3.1 Categoría de vegetación brinzal

Los individuos entre 30 cm y 1.00 m de altura fueron evaluados en una subparcela de 2 x 2 m, localizada en el extremo de cada parcela de 20 x 20 m. Las variables registradas fueron:

a. Nombre común de la especie: Corresponde al nombre común o vernácula con que se le conoce al árbol y que generalmente lo da el baquiano, en caso de no conocerlo se recolecto una muestra botánica para su identificación taxonómica.

b. Abundancia: Se refiere al número de individuos existente de cada especie en la parcela evaluada.

3.3.2 Categoría de vegetación latizal y fustal

En cada parcela (20 x 20 m) se midió la vegetación arbórea a partir de un metro de altura, las variables principales que se registraron fueron:

a. Nombre común de la especie: Corresponde al nombre común o vernácula con que se le conoce al árbol y que generalmente lo da el baquiano, en caso de no conocerlo se recolectara una muestra botánica para su identificación taxonómica.

b. Diámetro en centímetros: El diámetro fue medido a 1.30 m del suelo utilizando una forcípula y fue medido en centímetro, luego se procedió a marcar el árbol con pintura roja para que este no se volviera a contabilizar.

c. Número de ejes de la especie: Cuando el árbol cuenta con mas de un eje principal por debajo de la altura de medición del diámetro.

3.4 Materiales y equipos de campo

Para el levantamiento de los datos en las subparcelas se emplearon los siguientes instrumentos: Cinta métrica, para la delimitación de la parcela y control de distancia en las líneas de inventario, brújula para determinar el azimuth y jalón para guiar la determinación de los azimuth; estacas, machete, forcípula, pintura de spray (roja), cinta de color naranja y rosada, también se utilizaron formatos (Anexo 1 y 2) para cada tipo de estrato a la hora de realizar el levantamiento florístico de cada subparcela.

3.5 Recolección de muestras botánicas

Se recolectó material botánico de aquellas especies cuya identificación taxonómica se desconocía, recogiendo una muestra por individuo, estas muestras se preservaron en papel periódico para su posterior identificación con la ayuda de dendrologos y docentes de la Universidad Nacional Agraria.

3.6 Procesamiento de la información

3.6.1 Clasificación de la vegetación evaluada

La vegetación fue clasificada de acuerdo al tamaño de los individuos, de acuerdo a la metodología propuesta por Louman, Mejía y Núñez (2002).

Brinzales: individuos de 0.30 cm a 1 mt de altura.

Latizal: individuos a partir de 1 mts de altura hasta 9.9 cm dap

Fustales: individuos a partir de 10 cm dap.

3.6.2 Composición florística

Fue evaluada mediante la riqueza de especies (número de especies y familias), la diversidad de especies mediante el Índice de Shannon y Wiener y su Índice de igualdad, Índice Pielou (Magurran, 2004) y la similaridad florística entre tratamiento por el coeficiente de Jaccard (Magurran, 1988).

Shannon y Wiener

Mide el índice de diversidad de especie la cual se utilizó en la comparación entre tratamiento. Según Delgado (1997), señala que el índice de Shannon constituye una medida del grado de incertidumbre en predecir en a que especie pertenecerá un

individuo de un conjunto de especies. Esta incertidumbre aumenta con el número de especies y con la distribución regular de los individuos entre las especies de acuerdo a esto Shannon establece dos proporciones:

- Es igual a cero si solo hay una especie en la muestra.
- Es máximo si todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

Por tanto la diversidad de una población será mayor conforme muestre un mayor valor para Shannon (Magurran, 1988). Los valores se calcularon a partir de la siguiente fórmula:

$$H = - \sum (p_i \ln p_i)$$

Donde:

H: Índice de diversidad de Shannon y Wiener

p_i : Abundancia de i-esima especie expresada como una proporción

ln: logaritmo natural

Pielou

Se utilizo para obtener el índice de igualdad entre tratamiento, para lograr este dato se obtuvo a través del resultado del índice de la diversidad de Shannon y Wiener.

El valor del coeficiente de similitud de Pielou oscila entre 0 y 1, donde la máxima similitud entre tratamiento se da si el valor es igual a 1, y comunidades completamente disímiles si el valor calculado es igual a cero. La fórmula empleada fue la siguiente:

$$J' = H' / \ln S$$

Donde:

J': Índice de Pielou (Índice de igualdad de Shannon).

H': Índice de diversidad de Shannon y Wiener

ln: Logaritmo natural

S: Número de especies

Coeficiente de Jaccard

Para encontrar el porcentaje de especies comunes entre los tratamientos evaluados se utilizo el coeficiente de Jaccard el cual mide la similaridad florística entre tratamiento. Los valores del coeficiente de Jaccard oscilan entre 0 y 1 de manera que la máxima similitud entre tratamientos se da cuando el valor es igual a 1, y para comunidades completamente disímiles el valor es igual a 0.

$$C_j = J / a + b - j$$

Donde:

C_j: Coeficiente de Jaccard

J: Número de especies comunes en ambos tratamientos.

a: Número de especies en el tratamiento a.

b: Número de especies en el tratamiento b.

3.6.3 Estructura horizontal

3.6.3.1 Abundancia

Permite determinar en que proporción existe una especie con respecto a otra, este valor se expreso como el número de árboles por especie. Se distingue entre abundancia relativa a la proporción porcentual de cada especie en el número total de árboles.

3.6.3.2 Frecuencia

Se definió como la existencia o falta de una especie en determinada parcela, puede diferenciarse también como frecuencia absoluta que se expresa en porcentajes (100% cuando hay existencias en todas las subparcelas), y como frecuencia relativa de una especie se calcula como su porcentaje en la suma de las frecuencias absoluta de todas las frecuencias.

$$\text{Frecuencia (absoluta)} = n/N * 100$$

Donde:

N= Número total de las parcelas establecidas.

n= Número de parcelas en que ocurre la especie

3.6.3.3 Area Basal

Para el área basal de cada individuo se medio a la altura de 1.30 m del suelo, se expresa en m². Se calculo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Area basal (m}^2\text{)} = 0.7854 (d)^2$$

3.6.3.4 Indice de Valor de Importancia

Este indica la importancia o peso ecológico de las especies de acuerdo a la abundancia, busca establecer una jerarquía a partir de la abundancia, frecuencia y dominancia. (Lamprecht, 1990).

El IVI se calculo para todas las especies más abundantes.

$$\text{IVI (especie)} = A\% + D\% + F\%$$

Donde:

A%: Abundancia relativa de la especie

D%: Dominancia relativa de la especie

F%: Frecuencia relativa de la especie

3.7 Análisis comparativo entre los tratamientos

Un análisis de Chi – cuadrado fue realizado para examinar si existen diferencias en el año 2005 con respecto al número de especie y la diversidad florística entre los tratamientos evaluados.

El análisis comparativo entre los tratamientos con respecto a la densidad (árboles / ha) fue realizado mediante la prueba de Kruskal-Wallis debido a que los datos no presentan una distribución normal. El análisis del área basal (m^2 / ha) fue examinado mediante la aplicación de un análisis de varianza.

3.8 Análisis comparativo de la variación temporal (1994 – 2005) de los tratamientos.

Debido a que no existen registros de las parcelas testigos en el año de 1994, el análisis se basó en la comparación de los tratamientos de raleo y selección únicamente.

Con el objetivo de examinar los cambios temporales en abundancia y área basal durante un periodo de 11 años, para cada tratamiento, la tasa anual de cambio en abundancia (árboles por hectárea) y área basal (m^2 / ha) fueron calculados utilizando la siguiente fórmula

$$r = (\ln N_{05} - \ln N_{94}) / t$$

$$g = (\ln Ab_{05} - \ln Ab_{94}) / t$$

Donde:

r : Tasa anual de cambio en abundancia

ln : Logaritmo natural

N₀₅: Abundancia en el año 2005

N₉₄: Abundancia en el año 1994

t: Intervalo de tiempo entre las dos mediciones

g: Tasa anual de crecimiento en área basal

Ab₀₅: Area basal (m² / ha) en el año 2005

Ab₉₄: Area basal (m² / ha) en el año 1994

Un análisis de Chi – cuadrado fue realizado con el objetivo de conocer si hubieron cambios significativos en los 11 años para cada tratamiento con relación al número de especies, abundancia y área basal.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Composición Florística en el 2005

4.1.1- Riqueza de especies

En el **cuadro 2** se presentan la lista de todas las especies registradas en las 9 parcelas establecidas. Un total de 35 especies arbóreas y arbustivas fueron identificadas, perteneciendo a 21 familias botánicas. Entre las familias más representativas, según el número de especies que la conforman, se encuentran Caesalpinaceae con 5 especies, Fabaceae con 4 especies, Boraginaceae y Mimosaceae con 3 especies, Rhamnaceae, Rubiaceae y Sapindaceae con 2 especies.

Un análisis de Chi- cuadrado demostró que no existe diferencias significativa ($p = 0.909$) con respecto al número de especie entre tratamiento. Sin embargo, el tratamiento testigo presentó el mayor número de especie (27), seguido de selección (25) y por último raleo con (24). En el **cuadro 3** se presenta el número de familias y especies por categorías de vegetación. Según el análisis Chi- cuadrado (Anexo 3,4, y 5) no existen diferencias significativas ($p= 0.554$, brinzal; $p= 0.7888$, latizal; $p= 0.677$ fustal) entre el número de especies en las diferentes categorías de vegetación entre los tratamientos evaluados. En la categoría de brinzales **cuadro 3** el tratamiento de selección presentó el mayor número de familias y mayor número de especies. En latizales el testigo tuvo el mayor número de familias y de especies. En la categoría fustal el tratamiento selección y testigo presentan igual número de familias y de especies.

4.2 Similaridad y Diversidad florística

De acuerdo al coeficiente de Jaccard, la similaridad florística entre los tratamientos oscila entre un 67 y 70%. Los tratamientos raleo y testigo poseen un 70% de especies similares. Selección y testigo un 67% de especies iguales. Mientras que raleo con

selección tienen un 68% de especies similares. Esto demuestra que en las parcelas donde se aplicaron los tratamientos silviculturales poseen un alto porcentaje de especies comunes en comparación con las parcelas control o testigo, lo que significa que la composición florística arbórea no fue afectada drásticamente con la aplicación de los tratamientos. Sin embargo, existen algunas especies que son únicas para cada uno de los tratamientos. El control o testigo presenta 5 especies entre las cuales están *Allophylus psilospermus* (Padre de familia), *Platymiscium pinnatum* (Granadillo), *Pimienta dioca* (pimienta), *Chysantha aigentry* (cortez) y *Randia Cookii* (cruzita). En selección se puede mencionar, *Cordia bicolor* (Muñeco), *Karwinskia calderoni* (Guiliguiste), *Pterocarpus rohrii* (Sangregrado) y *Phyllostylon brasiliensis* (Escobillo) y en raleo *Haematoxylum brasiletto* (Brasil), *Senna skinneri* (Abejón) y *Albizia caribaea* (Guanacaste blanco), (**cuadro 2**).

Utilizando el índice de diversidad Shannon y Wiener, el tratamiento testigo presentó la mayor diversidad florística (1.87) seguido de raleo (1.73) y selección (1.24). Sin embargo, un análisis de Chi-cuadrado demostró que no existe diferencia significativa ($p = 0.819$) en la diversidad total por tratamiento. El **cuadro 3**, presenta los índices de diversidad. Al analizar la diversidad por categorías de vegetación, para la categoría brinzal fue el tratamiento selección el que presentó mayor diversidad florística. Para las categorías latizal y fustal (Anexo 6 y 7) fue el control o testigo el que presentó mayor diversidad florística, aunque no fue significativamente diferente, ($p = 0.819$ latizal; $p = 0.867$ fustal). Según Delgado, *et al.* (1997), El índice de diversidad puede variar ya sea por cambio en la riqueza de especies, por cambios en la abundancia de las especies o por la combinación de ambos factores esto último fue lo que sucedió en el presente estudio en donde la menor diversidad se presenta en las parcelas tratadas esto se debe a que estas presentan menor riqueza de especies.

Cuadro 2: Lista general de las especies arbóreas y arbustivas, encontradas en el inventario que se realizó en el área de estudio, Chacocente, 2005.

Familia	N. científico	N. común	Tratamientos			Forma de vida
			R	S	T	
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus nigricans</i>	Barazon	X	X	X	Arbol
Apocynaceae	<i>Stemmadenia obovata</i>	Cachito	X	X	X	Arbol
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i>	Cortez			X	Arbol
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Poro poro	X	X	X	Arbol
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>	Laurel	X	X	X	Arbol
Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i>	Muñeco		X		Arbol
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i>	Tiguilote	X	X	X	Arbol
Burseraceae	<i>Bursera simarouba</i>	Jiñocuabo	X	X	X	Arbol
Caesalpiniaceae	<i>Senna skinneri</i>	Abejon	X			Arbol
Caesalpiniaceae	<i>Haematoxylum brasiletto.H.Karst.</i>	Brasil	X			Árbol
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i>	Nacascolo	X	X	X	Arbol
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia exostema</i>	Niño muerto	X	X	X	Arbol
Caesalpiniaceae	<i>Senna atomaria</i>	Vainillo	X	X	X	Arbol
Capparidaceae	<i>Capparis pachaca</i>	Naranjillo	X		X	Arbol
Fabaceae	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Chaperno	X	X	X	Arbol
Fabaceae	<i>Myruspermum frutescens</i>	Chiquirin	X	X	X	Arbol
Fabaceae	<i>Coursetia elliptica</i>	Granadillo			X	Arbol
Fabaceae	<i>Pterocarpus rohrii</i>	Sangregado		X		Arbol
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus.jacq</i>	Talalate	X	X	X	Arbol
Hippocrataceae	<i>Hippocratea rosea</i>	Palo de rosa		X	X	Arbol
Mimosacea	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Quebracho	X	X	X	Arbol
Mimosaceae	<i>Acacia costaricensis</i>	Cornizuelo	X	X	X	Arbol
Mimosaceae	<i>Albizia caribaea</i>	Guanacaste	X			Arbol
Myrtaceae	<i>Pimienta dioaca</i>	Pimienta			X	Arbusto

Polygonaceae	<i>Coccoloba floribunda</i>	Papaturro	X	X	X	Arbusto
Rhamnacea	<i>Zyziphus guatemalensis</i>	Nanciguiste	X	X	X	Arbol
Rhamnaceae	<i>Karwinskia calderón</i>	Guiliguiste		X		Arbol
Rubiaceae	<i>Randia neochrysantha</i>	Crucita			X	Arbolito
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Madroño	X		X	Arbol
Sapindaceae	<i>Hybanthus costaricensis</i>	Huesito	X	X		Arbol
Sapindaceae	<i>Thounidium decandrum</i>	Melero		X	X	Arbol
Sapindaceae	<i>Alophyllus psilospermus</i>	P. de familia			X	Arbol
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	X	X	X	Arbol
Theophrastaceae	<i>Jacquinia aurantioca</i>	Barbasco	X	X	X	Arbusto
Ulmaceae	<i>Phyllostylon brasiliensis</i>	Escobillo		X		Arbol

Cuadro 3: Composición y diversidad florística de las categorías de vegetación encontradas en las parcelas de los diferentes tratamientos, Chacocente, 2005.

Categoría vegetal		TRATAMIENTOS		
		Raleo	Selección	Testigo
BRINZAL	No. Familia	4	8	7
	No. Especie	4	9	8
	Shannon- Wiener	0.83	1.99	1.89
	Indice Igualdad de Pielu	0.60	0.91	0.91
LATIZAL	No. Familia	15	13	18
	No. Especie	21	21	25
	Diversidad	1.5	0.83	1.62
	Indice de igualdad de Pielu	0.49	0.27	0.50
FUSTAL	No. Familia	7	10	10
	No. Especie	11	15	15
	Diversidad	2.17	2.37	2.42
	Indice de igualdad de Pielu	0.90	0.87	0.89

4.3 Efecto de los tratamientos sobre la composición florística

Los resultados obtenidos en relación al número de familias, especies para los tratamientos evaluados en el año 2005 son similares entre si. Se puede observar que la riqueza y diversidad de especies arbóreas no fue afectada por los tratamientos aplicados en comparación con las parcelas testigos. Los análisis estadísticos demostraron que el número de familia, especie y la diversidad es similar tanto para las parcelas tratadas como las no tratadas. Esto hace suponer que se eliminaron un número adecuado de individuos entre todas las especies existentes al momento de la aplicación de los tratamientos y que estos no fueron dirigidos a la extinción de una especie en particular. Aich y Narváz (1996), reportaron resultados similares al presente estudio. Ellos al evaluar el bosque un año después de haber aplicado los tratamientos encontraron que hubo poca variación en cuanto al número de familias y especies.

También se encontró un alto porcentaje de coincidencia de especies entre las parcelas evaluadas que oscilan entre un 70%, lo que indica un alto porcentaje de similitud entre los tratamientos evaluados.

Al comparar el número de familias, especies y la diversidad florísticas determinada en el año 2005 en el sitio de estudio con un bosque secundario de 10 años localizado en la misma área de Chacocente (López y Chacón, 1994), podemos afirmar que la composición es baja en relación a ese bosque. Ellos determinaron 81 especies entre arbóreas y arbustivas.

4.4 Estructura horizontal en el 2005

4.4.1 Abundancia

En el **cuadro 4** se presenta la abundancia por categoría de vegetación en los diferentes tratamientos evaluados en el año 2005. Para la categoría brinzal el testigo presentó la mayor abundancia, seguido por selección y raleo. Un análisis estadístico de Kruskal-Wallis test (Anexo 8) señaló que existen diferencias significativas entre tratamientos aplicados ($p < 0.000$). Es importante señalar que la abundancia en el testigo o control fue el doble de los individuos en comparación con el raleo. Esto podría ser debido a que en el tratamiento de raleo se eliminaron árboles maduros que pudieron ser árboles potencialmente semilleros. Sin embargo al comparar el control con el tratamiento de selección de rebrotes, la abundancia en el primero es mayor, pero la diferencia no es tan grande como el caso del raleo. Esto es lógico, ya que se eliminaron algunos ejes y los restantes pudieron haber contribuido con el aporte de semillas.

Similarmente, para la categoría latizal y fustal un análisis de Kruskal-Wallis test (Anexo 9 y 10), señaló que existen diferencias significativas entre tratamientos aplicados ($p < 0.000$) con respecto a la abundancia en ambas categorías. El tratamiento de selección presenta la mayor abundancia, seguido de control o testigo y de último raleo. Según Aich y Narváez (1994), reportaron resultados similares a este estudio encontrando que en las parcelas tratadas con raleo fue menor que la parcelas tratadas con selección de rebrotes.

La **figura 3** muestra la distribución de individuos mayores de 1 cm dap por categoría diamétrica en los diferentes tratamientos evaluados. Todos los tratamientos evaluados mostraron un patrón similar en la distribución del número de árboles por clase diamétrica, observándose que el número de individuos disminuye a medida que la clase diamétrica aumenta, resultando una curva semejante a una jota invertida, lo que

según Lamprecht (1990) es una característica de los bosque heterogéneos tropicales y que garantiza la regeneración natural que repondrá a los árboles maduros.

4.4.2 Area basal

En el **cuadro 4** se presenta el área basal calculada para cada tratamiento. Un análisis de ANDEVA aplicado mostró que existen diferencias significativa ($p= 0.011$) entre los tres tratamientos evaluados con respecto al área basal total (individuos mayores de 1 cm dap) (Anexo 11). La prueba de separación de medias de Duncan, determinó que existen dos categorías diferentes, siendo el área basal del tratamiento selección y testigo estadísticamente mayor que la registrada en el tratamiento de raleo.

Similarmente, al aplicar el análisis de varianza (Anexo 12 y13) en cada categoría de vegetación, se encontró que existen diferencias significativas ($p = 0.004$ latizal; $p = 0.019$ fustal) entre los tratamiento. En ambas categorías latizal y fustal, la prueba de Duncan determinó dos categorías, ocupando testigo y selección la primera categoría y el tratamiento de raleo la segunda.

Probablemente el tratamiento testigo registra la mayor cantidad de área basal debido a que en este no se le aplico ningún tipo de intervención en años anteriores. Siendo el tratamiento de raleo el que presenta una menor cantidad de área basal debido a que en este tratamiento se eliminaron individuos completos.

La **figura 3** muestra la distribución de área basal de los individuos mayores de 1 cm dap por categoría diamétrica en los diferentes tratamientos evaluados. Como se observa en la figura, la distribución del área basal en las diferentes categorías diamétricas muestra una tendencia diferente en cada uno de los tratamientos evaluados.

En el tratamiento de raleo el área basal se distribuye más uniformemente a través de todas las categorías diamétricas, es decir que todas la categorías poseen similar

cantidad de área basal. En el tratamiento de selección y testigo la categoría diamétricas pequeñas (1 y 9.9 cm dap) presenta la mayor cantidad de área basal en comparación con las de mayor tamaño. Sin embargo, en el tratamiento de selección las categorías grandes (15 y 29 cm dap) presentan una distribución del área basal más uniforme en comparación con el testigo o control.

Lo anteriormente expuesto indica que la distribución del área basal en las diferentes categorías diamétricas de los tratamientos de raleo y selección es más regular que en las de los testigos, característica típica de los bosques intervenidos silviculturalmente (Lamprecht, 1990; Delgado, *et al.* 1997).

Finegan y Guillen (1992), mencionan que para los bosques secundarios en la zona norte de Costa Rica árboles ≥ 10 cm de 12 años de edad el área basal máxima se encuentra entre 17 y 27 m² /ha. Según esta información, los bosques secundarios presentaron valores que se encuentran dentro de lo reportado en dicho estudio.

Cuadro 4. Característica florística y estructural del bosque secundario once años después de haberse aplicado tratamientos silviculturales, Chacocente, 2005.

Categoría vegetal		TRATAMIENTOS		
		Raleo	Selección	Testigo
BRINZAL	Abundancia (ind / ha)	15, 825	21,675	29,175
	Area basal (m ² / ha)	---	---	----
LATIZAL	Abundancia (ind / ha)	3,150	4,133	4,016
	Area basal (m ² / ha)	9.97	16.14	17.72
FUSTAL	Abundancia (ind / ha)	341	533	433
	Area basal (m ² / ha)	8.54	11.97	13.18
Total	Abundancia (ind / ha)	19, 316	26,341	33,624
	Area basal (m ² / ha)	18.51	28.10	30.90

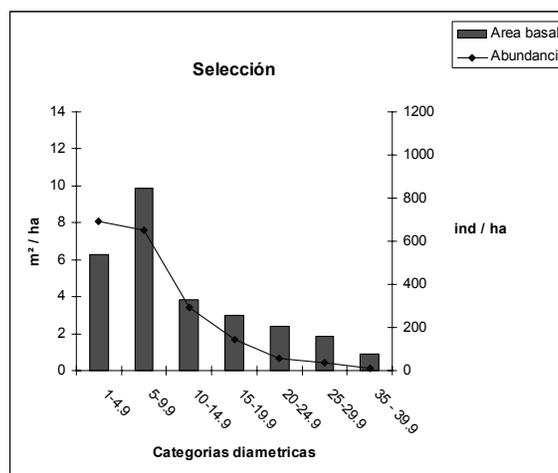
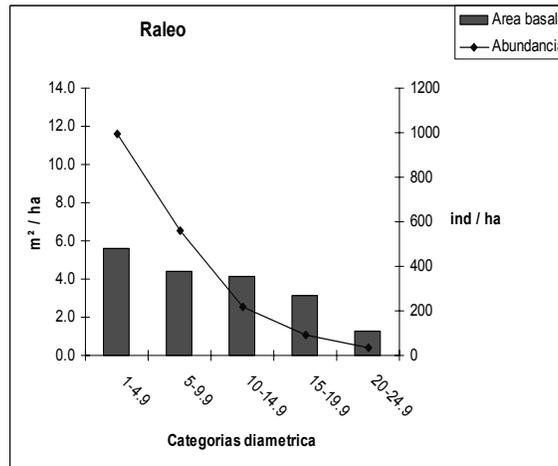
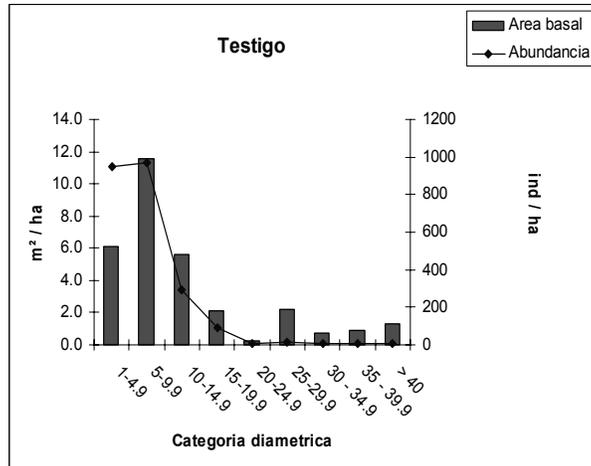


Fig.3. Distribución del número de individuos y área basal por categoría diamétrica, Chacocente, 2005.

4.4.3 Índice de Valor de Importancia (IVI)

En el **cuadro 5**, se presenta las cinco especies más importantes en la categoría latizal para cada uno de los tratamientos evaluados en relación al Índice de Valor de Importancia (I.V.I). El *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno) siempre aparece de primer lugar en los tres tratamientos por eso es considerado como el más importante desde el punto de vista ecológico, seguido de *Caesalpinia exostema* (Niño muerto) que también aparece en los tres tratamientos evaluados. Siendo estas mismas especies la que presenta mayor abundancia, área basal y se distribuyen más uniformemente en las parcelas de estudio.

En el **cuadro 6**, se presenta las cinco especies más importantes en la categoría fustal para cada uno de los tratamientos evaluados en relación al Índice de Valor de Importancia (I.V.I). La especie *Caesalpinia exostema* (Niño muerto) aparece en primer lugar para los tratamientos de raleo y testigo. Sin embargo en el tratamiento de selección la especie que obtiene mayor valor de importancia es el *Gyrocarpus americanus* (Tlalalate).

Analizando cada componente del IVI por tratamiento, las especies con mayor abundancia son *Caesalpinia exostema* (Niño muerto) y *Acacia costaricensis* (Cornizuelo) en raleo; *Gyrocarpus americanus* (Tlalalate) y *Myrospermum frutescens* (Chiquirin) en selección; *Caesalpinia exostema* (Niño muerto), *Acacia costaricensis* (Cornizuelo) y *Senna skinneri* (Abejón) en las parcelas testigos. En lo referente a la dominancia, tenemos que en el tratamiento raleo, *Guazuma ulmifolia* (Guacimo) y *Caesalpinia exostema* (Niño muerto), contiene el 40% del área basal. En el tratamiento de selección, *Gyrocarpus americanus* (Tlalalate) y *Cochlospermum vitifolium* (Poro poro) suman un 40% del total del área basal. En las parcelas testigo, *Guazuma ulmifolia* (Guacimo), *Caesalpinia exostema* (Niño muerto) y *Cochlospermum vitifolium* (Poro poro) suman el 60% del área basal. Con respecto a la frecuencia, las especies *Acacia costaricensis* (Cornizuelo) y *Gyrocarpus americanus* (Tlalalate) presentan una mejor distribución espacial en las parcelas tratadas con el tratamiento de raleo.

Mientras que en el tratamiento de selección, *Cochlospermum vitifolium* (Poro poro), *Senna skinneri* (abejón), *Gyrocarpus americanus* (Talalate) se distribuyen más uniformemente en las parcelas de estudio. En las parcelas de control, las especies mejor distribuidas espacialmente son *Guazuma ulmifolia* (Guacimo), *Caesalpinia exostema* (Niño muerto) y *Cochlospermum vitifolium* (Poro poro).

Lo anteriormente expuesto nos indica que existen algunas especies con una alta abundancia pero con diámetros pequeños y al contrario existen ciertas especies que presentan diámetros grandes pero que no son muy abundantes.

Por otra parte, tomando en consideración en ambas categorías de vegetación la especie *Caesalpinia exostema* (Niño muerto) es la más importante de acuerdo al IVI en todos los tratamientos. Aich y Narváez (1994), reportaron un año después de haberse aplicado los tratamientos que las especies con mayor valor de importancia ecológica fueron *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno) y *Myrospermum frutescens* (Chiquirin) *Acacia costaricensis* (Cornizuelo) para los dos tratamientos de raleo y selección de rebrote.

Cuadro 5. Cinco especies más importantes en la categoría latizal en relación al IVI en cada tratamiento, Chacocente, 2005.

Tratamientos	Categoría	Especie	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	IVI
<i>Raleo</i>	<i>Latizal</i>	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	63.8	46.6	8.3	118.7
		<i>Acasia costaricensis</i>	9.5	12.9	8.3	30.7
		<i>Caesalpinia exostema</i>	3.7	10.7	8.3	22.7
		<i>Myrospermum frutescens</i>	7.1	8.2	5.6	20.9
		<i>Stemadenia obovata</i>	4.5	4.2	5.6	14.2
		Total (24 spp)	100	100	100	300
<i>Selección</i>	<i>Latizal</i>	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	82.5	80.9	8.8	172.2
		<i>Myrospermum frutescens</i>	8.5	8.6	8.8	25.9
		<i>Caesalpinia exostema</i>	0.6	1.8	8.8	11.3
		<i>Bursera simarouba</i>	1.6	0.7	8.8	11.1
		<i>Gyrocarpus americanus</i>	1.0	1.3	8.8	11.1
		Total (26 spp)	100	100	100	300
<i>Testigo</i>	<i>Latizal</i>	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	64.9	62.0	7.1	133.5
		<i>Stemadenia obovata</i>	5.8	5.5	7.1	18.5
		<i>Caesalpinia exostema</i>	2.7	8.2	4.8	15.7
		<i>Acasia costaricensis</i>	3.3	3.7	7.1	14.2
		<i>Coccoloba floribunda</i>	1.2	5.2	7.1	13.5
		Total (25 spp)	100	100	100	300

Cuadro 6. Cinco especies más importantes en la categoría fustal en relación al IVI en cada tratamiento, Chacocente, 2005.

Tratamientos	Categoría	Especie	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	IVI
<i>Raleo</i>	<i>Fustal</i>	<i>Caesalpinia exostema</i>	19.5	19.5	5.9	44.9
		<i>Guazuma ulmifolia</i>	14.6	22.1	5.9	42.6
		<i>Acacia costaricensis</i>	19.6	9.2	8.8	37.5
		<i>Gyrocarpus americanus</i>	12.2	9.2	8.8	30.2
		<i>Lysiloma divaricatum</i>	7.3	13.8	5.9	27.0
		Total(11 spp)	100	100	100	300
<i>Selección</i>	<i>Fustal</i>	<i>Gyrocarpus americanus</i>	18.8	19.9	12.0	50.7
		<i>Cochlospermum vitifolium</i>	6.9	18.7	12.0	37.0
		<i>Myrospermum frutescens</i>	18.8	9.8	8.0	36.5
		<i>Senna atomaria</i>	10.9	13.1	12.0	36.1
		<i>Caesalpinia exostema</i>	10.9	7.6	8.0	26.6
		Total(15 spp)	100	100	100	300
<i>Testigo</i>	<i>Fustal</i>	<i>Caesalpinia exostema</i>	15.4	20.7	12.5	48.6
		<i>Guazuma ulmifolia</i>	11.5	23.1	12.5	47.1
		<i>Cochlospermum vitifolium</i>	7.7	21.3	12.5	41.5
		<i>Senna atomaria</i>	15.4	12.9	8.3	36.6
		<i>Acacia costaricensis</i>	15.4	6.9	8.3	30.7
		Total (15 spp)	100	100	100	300

4.5 Variación temporal de los tratamientos raleo y selección (1994 – 2005)

4.5.1 Número de especie

En ambos tratamientos, se registraron igual número de especies tanto para el año 1994 y el 2005 (**Cuadro 7**). Sin embargo, algunas especies presentes antes de aplicarse los tratamientos no fueron registradas 11 años después. Para el tratamiento selección, las especies *Esenbeckia litoralis* (Conchita), *Pithecellobium dulce* (Espino de playa), *Tabebuia ochracea* (Cortez), *Machaerium biovulatum* (Palo de faja) y *Senna skinneri* (Abejón) no fueron registradas en el 2005. No obstante nuevas especies fueron registradas tales como; *Achatocarpus nigricans* (Barazon), *Hybanthus costaricensis*, (Huesito), *Jacquinia aurantioca* (Barbasco), *Pterocarpus rohri* (Sangregrado) y *Phyllostylon brasiliensis* (Escobillo). Aplicando el Índice de Jaccard existe un 66% de especies comunes once años después de haberse aplicado los tratamientos.

En el tratamiento de raleo, las especies *Esenbeckia litoralis* (Conchita), *Dyospirus nicaraguensis* (Chocoyito), *Xymenia americana* (Jocomico) y *Thounidium decandrum* (Melero) no fueron reportadas en el año 2005, sin embargo cuatro nuevas especies fueron registradas tales como; *Achatocarpus nigricans* (Barazon), *Calycophyllum candidissimum* (Madroño), *Capparis pachaca* (Naranjillo) y *Hybanthus costaricensis* (Huesito). Según el índice de Jaccard un 87% de la especies son comunes para ambos años.

Aparentemente los tratamientos no provocaron la desaparición de especies, lo que se ha dado es el resultado de la dinámica natural de los bosques secundarios. Según Finegan (1993), muchas especies desaparecen y otras nuevas colonizan los sitios a medida que avanza la sucesión. Es importante señalar que cuando se aplicaron los tratamientos el bosque apenas tenía 8 años de edad y que ahora tiene 19 años de edad.

4.5.2 Abundancia

En el tratamiento de raleo, un total de 3,492 individuos por hectárea fueron registrados en el año 2005 lo cual es 1.47 % menos que el registrado en 1994 antes de haberse aplicado el tratamiento (**Cuadro 7**). De lo anterior resulta una tasa anual de cambio de – 0.13%. Para el tratamiento de selección, se registró una abundancia de 4667 individuos por hectárea, habiendo una reducción 17% con respecto al año de 1994. La tasa anual de cambio fue – 1.72%. Es importante señalar que el bosque ha recuperado paulatinamente su abundancia inicial después de 11 años de haberse practicado los tratamientos silviculturales, ya que en el año 1994, un 30% de su densidad fue eliminada. Esta recuperación en abundancia, según Finegan (1993), es parte de proceso de la dinámica de la sucesión secundaria de los bosques naturales.

4.5.3 Area basal

El área basal general para ambos tratamientos evaluados aumentó en el año 2005 con relación a la medición del 1994, (**Cuadro 7**). El tratamiento de raleo presentó un tasa de crecimiento anual en área basal de 1.90%. Mientras que los individuos perteneciente al tratamiento de selección crecieron anualmente a razón de 2.8%. Todo hace indicar que los tratamientos tuvieron un efecto positivo, al estimular el crecimiento en área basal. Sin embargo, también hay que hacer notar que a medida que la edad de los bosques secundarios aumenta también aumenta en área basal como parte de la dinámica natural de este tipo de bosque (Finegan, 1993; Withmore, 1998).

4.6 Otros factores que pudieron influir en los resultados obtenidos

Para el presente estudio, no podemos ser tan absolutos al afirmar que los diferentes cambios ocurridos en la composición florística y estructural se deban principalmente al efecto de los tratamientos aplicados en el año de 1994. Se considera que posiblemente actividades antropogénicas, pastoreo de ganado y algunos eventos naturales como el

huracán Micht pudieron haber tenido algún efecto sobre la vegetación que evaluamos 11 años después de haberse aplicado los tratamientos.

Es importante señalar que durante la recolección de datos no se observó en las parcelas rastros de algún incendio ocurrido recientemente que pudo haber afectado la composición y estructura de la vegetación presente en el área de estudio. Otro factor que pudo haber influido en los resultados obtenidos, es el proceso natural que conlleva cualquier sucesión secundaria, que a medida que pasa el tiempo hay cambios importante en diversidad y estructura.

Cuadro 7. Variación temporal en el número de especies, abundancia y área basal once años después de haberse aplicado los tratamientos en los años 1994 y 2005.

Características	Tratamiento					
	Raleo			Selección		
	1994	2005	Tasa anual de cambio %	1994	2005	Tasa anual de cambio %
Numero de especies	24	24	--	25	25	--
Abundancia ha ⁻¹	3542	3492	-0.13	5617	4667	-1.72
Area basal m ² ha ⁻¹	14.98	18.51	1.90	20.66	28.11	2.8

V. CONCLUSIONES

El número de especies registrada fue de 24, 25 y 27 en los tratamientos de raleo selección y testigo en el año 2005, con un promedio de similaridad de especies de 70% entre los tratamientos.

El número de especies en cada tratamiento fue similar en el año 1994 y 2005. Sin embargo en el tratamiento de selección 5 nueva especies fueron reportadas en el 2005 y 5 desaparecieron en el periodo de once años. En el tratamiento de raleo 4 nuevas especies se registraron y 4 desaparecieron durante el periodo de evaluación.

El número de individuos fue estadísticamente diferente entre los diferentes tratamientos evaluados en el año 2005. En la categoría brinzal el testigo o control presentó la mayor cantidad de individuos. En la categoría latizal y fustal el tratamiento de selección de rebrotes presentó la mayor abundancia en comparación con los otros tratamientos.

El área basal fue significativamente diferente entre los tratamientos evaluados en el año 2005. El tratamiento testigo o control presento el mayor área basal en las categorías de latizal y fustal seguido de selección y de último raleo.

El área basal se incrementó positivamente después de 11 años de haberse aplicados los tratamientos silviculturales, incrementándose anualmente en 1.90% para el tratamientos raleo y un 2.8% para selección de rebrotes logrando uno de los objetivos que llevan los tratamientos silviculturales aplicados a un bosques secundarios.

Las especies con mayor valor ecológico fue diferente en los tratamientos evaluados y por categoría de vegetación. *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno) es la especie mas importante en los tres tratamientos evaluados para la categoría latizal. *Caesalpinia exostema* (Niño muerto) es el mas importante en la categoría fustal para los tratamientos raleo y testigo y *Gyrocarpus americanus* (Talalate) en el tratamiento selección.

VI. Recomendaciones

Establecer medidas de protección en el bosque estudiado para evitar incendios forestales, pastoreo de ganado y otras actividades que impidan el proceso de recuperación de la vegetación existente en el área.

Monitorear los cambios en la composición florística y estructural del bosque secundario con el objetivo de tener bases científicas para el manejo de los bosques secos secundarios.

Evaluar las condiciones silviculturales de la vegetación con el objetivo de diagnosticar tratamientos silviculturales que mejoren la estructura y composición del bosque en estudio.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aich, D, M. M., Narvaez E, O.J. 1996. Evaluación preliminar de dos tratamientos silviculturales en vegetación secundaria del bosque tropical seco del refugio de vida silvestre, Chacocente. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Managua.
- Alvarez, P.A., Varona, J.C. 1988. Silvicultura. Ciudad de la Habana, Editorial Pueblo y Educación. 354 P.
- Delgado, D., Finegan, B., Zamora, N., Meir, P. 1997. Efecto del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica; Cambios en la riqueza y composición de la vegetación. Turrialba, CATIE. Serie técnica, No 298. Colección manejo diversificado de bosque naturales.
- Finegan, B. 1992. El Potencial de Manejo de los Bosques Húmedos Secundarios Neotropicales de las Tierras Bajas. CATIE. Serie Técnico No. 188. Colección Silvicultural y Manejo de Bosques Naturales No. 5. 28 p.
- Finegan, B. 1993. Apuntes del curso de bases ecológicas para el manejo de bosques tropicales. Curso CATIE DSE, abril 1996, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 222 p.
- Janzen, D. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Annals of the Missouri botanical garden* 75, 105-116.
- López S, A., Chacon G, M, R. 1994. Caracterización florística y estructural de la vegetación secundaria joven en el bosque seco caducifolio de Chacocente. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Managua.
- López R, D., García G, G, A. 2002. Composición florística y estructural de las especies arbóreas en el bosque seco secundario de la finca Santa Ana , Nandaime. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Managua.

- Lamprecht, J. 1990. Silvicultura en los trópicos. Rossford, Alemania, Deutsche Gessellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ). 335 p.
- Luoman, B., Mejia, A. & Nuñez. L. 2002. inventario en bosques secundarios. In Orozco, L & Brumer, C. (Eds) Inventarios Forestales para Bosques Latifoliados en America Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp 171-216.
- Matteucci, S. D; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. p. 169.
- MARENA 1999. Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales. Programa Ambiental de Nicaragua. Lista de un estudio de país
- MARENA., (2002). Plan de Manejo Reserva de Vida Silvestre Rio-Escalante-Chacocente. Managua, Nicaragua.pp. 89.
- Magurran, A. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. University Press. Cambridge. London p. 179
- Magurran, A.2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science, Malden, MA, USA. p. 256.
- Martinez, H.A; Hughes, C. 1987. Manejo de vegetación secundaria en las zonas secas de América Central, México y el Caribe. Doc. proyecto pres. al taller IUFRO sobre Planificación de la Investigación Forestal en América Latina Tropical. Huaraz, Perú.
- Oldeman, R. A.A. 1990. Forests: Elements of Silvology. Springer Verlag, Berlin, F.R. Alemania. 624 pag.
- Quiros, D; Louman, B; Valerio, J; Jiménez, W. 2001. Bases ecológicas. In, Louman, B; Nilsson, M. (eds). Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central. Centro Agronómico de investigación y enseñanza. p. 21-75.

- Richards, P.W. 1976. *The Tropical Rain Forest: an Ecological Study*. University Press, Cambridge, R. U. 459 p.
- Sabogal, C., Valerio, L., 1998. Forest composition, structure and regeneration in a dry forest of the Nicaraguan Pacific coast. In: *Forest Biodiversity in North Central and South America, and the Caribbean: Research and Monitoring*. F Dallmeier and J.A. Comiskey (eds). *Man and the Biosphere Series*, Vol. 21. UNESCO. New York, USA. pp. 187-212.
- Salazar Q.E. 2002. Comportamiento de *Cordia alliodora* ante la aplicación del tratamiento poda y eliminación de lianas en el bosque seco secundario, finca Sta. Ana; Nandaime, Nicaragua. Trabajo de diploma. FARENA-UNA.
- Salas, J. 1993; *Arboles de Nicaragua*. Managua, Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente. Hispamer, 390 pag.
- Synnott, T.J. 1980. *Tropical rainforest silvicultura: a research Project report*. Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. *Ocasional paper No. 10*. p. 45.
- Sips, P.A., Van der Liden, B.A. 1998. *Tropical Secondary Forest Management: Potencial, Constraints and Recommendations*. In. Finegan, B; Guariguata, M. eds. *Ecology and Management of Tropical Secondary Forest: Science, People, and Policy*. Reuniones técnicas N^o 24. CATIE, CIFOR, IUFRO, GTZ. p 1-10.
- Smith, J *et al.* 1997 en memorias del taller Internacional Sobre el Estado Actual y Potencial de Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina. Secretaria Pro Tempore. Pucallpa, Perú. 272. pag.
- Tercero, M.G., Urrutia, G. S., 1994. Caracterización florística y estructural del bosque de galería de Chacocente, Carazo, Nicaragua. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Venegas, G., Camacho, M. 2001 Efecto de un tratamiento silvicultural sobre la dinámica de un bosque secundario montano en Villa Mills, Costa Rica. Turrialba, CATIE. Serie técnica, informe técnico 23 pag.

Withmore, T. C., 1998. A pantropical perspectiva on the ecology that underpins management of tropical secondary rain forest. In: ecology and Management of tropical secondary forest: Science, People, and Policy. Serie Técnica No 4. CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp. 19- 34.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1: Formato utilizado para la recolección de datos en la categoría brinzal para los tres tratamientos en parcelas de 2 x 2m, Chacocente, 2005.

Vegetación arbórea a partir de 0.30 metros a menor de 1 metro de altura				
Tratamiento:	N° parcela:	Especie	N° arb	

Anexo 2: Formato utilizado para recolección de datos en los diferentes tratamientos para la categoría latizal y fustal en parcelas de 20x20m, Chacocente, 2005.

Vegetación arbórea a partir de 1 metro de altura			
N° parcela:	Tratamiento:		
	Especie	DAP	Numero de ejes

Anexo 3. Análisis de Chi-Square en la categoría brinzal en el número de especies en los diferentes tratamientos evaluados, Chacocente, 2005.

	Tratamiento
Chi-Square ^a	1.182
Df	2
Asymp. Sig.	0.554

Anexo 4. Análisis de Chi-Square en la categoría latizal en el número de especies en los diferentes tratamientos evaluados, Chacocente, 2005.

	Tratamiento
Chi-Square ^a	0.478
Df	2
Asymp. Sig.	0.788

Anexo 5. Análisis de Chi-Square en la categoría fustal en el número de especies en los diferentes tratamientos evaluados, Chacocente, 2005.

	Tratamiento
Chi-Square ^a	0.780
Df	2
Asymp. Sig.	0.677

Anexo 6. Análisis de Chi-Square en la categoría latizal de acuerdo a la diversidad en los diferentes tratamientos evaluados, Chacocente, 2005.

	Tratamiento
Chi-Square ^a	0.400
Df	2
Asymp. Sig.	0.819

Anexo 7. Análisis de Chi-Square en la categoría fustal de acuerdo la diversidad en las diferentes tratamientos evaluados, Chacocente, 2005.

	Tratamiento
Chi-Square ^a	0.286
Df	2
Asymp. Sig.	0.867

Anexo 8. Análisis de varianza por el método de Kruskal-Wallis para la abundancia en la categoría brinzal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.

	Abundancia
Chi-Square	37.691
Df	2
Asymp. Sig	0.000

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 9. Análisis de varianza por el método de Kruskal-Wallis para la abundancia en la categoría latizal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.

	Abundancia
Chi-Square	336.553
Df	2
Asymp. Sig	0.000

Estadísticamente significativo al 5% en los tres tratamientos.

Anexo 10. Análisis de varianza realizado por el método de Kruskal-Wallis de la abundancia en la categoría fustal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.

	Abundancia
Chi-Square	17.838
Df	2
Asymp. Sig	0.000

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 11. Análisis de varianza para el total del área basal en la categoría latizal y fustal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Sig
Tratamiento	2	0.442	0.221	16.733	0.011
Bloque	2	0.179	8.95E-02	6.779	0.052
Error	4	5.28E-02	1.32E-02		
Total	8	0.673			

Anexo 12. Análisis de varianza para el área basal en la categoría latizal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Sig
Tratamiento	2	0.161	8.06E-02	31.797	0.004
Bloque	2	0.164	8.21E-02	32.424	0.003
Error	4	1.01E-02	2.53E-03		
Total	8	0.0335			

Anexo 13. Análisis de varianza para el área basal en la categoría fustal en los tratamientos de raleo, selección de rebrotes y testigo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Sig
Tratamiento	2	6.93eE-02	3.47E-02	12.455	0.019
Bloque	2	0.228	0.114	40.922	0.002
Error	4	1.11E-02	2.78E-03		
Total	8	0.308			