



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Dirección Específica de Ciencias Ambientales y Cambio Climático

Trabajo de Tesis

**Composición florística y estructural de un
bosque secundario 28 años después de
aplicados dos tratamientos silviculturales en
el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-
Chacocente**

Autores

Br. Steven Elin Calero Téllez.

Br. Erick Manuel Gutiérrez.

Asesores

MSc. Olman José Narváez Espinoza.

Ing. Bayardo Alberto González Ñamendy.

Managua Nicaragua

Agosto, 2024

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la Dirección de Ciencias Ambientales y Cambio Climático como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Forestal con mención en Restauración de Ecosistemas Forestales

Miembros del Comité Evaluador

MSc. Miguel Garmendia
Presidente

MSc. Claudio González
Secretario

MSc. Juan Membreño
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 13 septiembre del 2024

ÍNDICE GENERAL

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADRO	iv
INDICE DE FIGURA	v
INDICE DE ANEXO	vi
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
III MARCO DE REFERENCIA	3
3.1. Estudios realizados en esta temática	3
3.1.1. Primer estudio	3
3.1.2. Segundo estudio	3
3.1.3. Estudio realizado en la vegetación secundaria en trópico seco de Nandarola, Nicaragua	4
3.2. Extensión y distribución de los bosques secundarios secos	5
3.3. Características principales de los bosques tropicales secos	5
3.4. Bosque secundario	6
3.4.1. Características del bosque secundario	6
3.5. Sucesión	7
3.5.1. Tipos de sucesión	7
3.5.2. Importancia de conocer las sucesiones del bosque	8
3.6. Silvicultura	8
3.6.1. Tratamientos silviculturales	8
3.7. Parámetros descriptivos de la vegetación	9
3.7.1. Índice de diversidad	9
3.7.2. Parámetro de la estructura horizontal	10
3.7.3. Índice de Valor de Importancia (IVI)	11

IV	MATERIALES Y METODOS	12
4.1.	Descripción del área de estudio	12
4.1.1.	Ubicación	12
4.1.2.	Clima	13
4.1.3.	Temperaturas	13
4.1.4.	Precipitaciones	13
4.1.5.	Suelo	13
4.1.6.	Vegetación	13
4.2.	Metodología de estudio	14
4.2.1.	Descripción y localización de las parcelas	14
4.2.2.	Tratamientos silviculturales aplicados	14
4.3.	Recolección de datos	15
4.4.	Materiales y equipos de campo	16
4.5.	Procesamiento de la información	16
4.5.1.	Cálculo número de individuos por hectárea	16
4.5.2.	Calculo área basal	17
4.5.3.	Abundancia	17
4.5.4.	Frecuencia	18
4.5.5.	Índice de valor de importancia (IVI)	18
4.5.6.	Índice de diversidad de Shannon-Wiener	19
4.5.7.	Índice de Pielou	19
4.5.8.	Coefficiente de similaridad de Jaccard	20
4.5.9.	Dendograma	20
4.5.10.	Análisis estadístico	21
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
5.1.	Composición florística y estructura horizontal del bosque secundario en 2023	22
5.1.1.	Caracterización de la composición florística 28 años después de aplicados los tratamientos	22
5.1.2.	Similaridad y diversidad florística entre los tratamientos para el 2023	22
5.1.3.	Índices de diversidad por categoría de vegetación y tratamiento	23
5.1.4.	Índice de valor de importancia (IVI)	24
5.2.	Análisis de la estructura horizontal del bosque 28 años después de aplicados los tratamientos	27

5.3.	Comparación de los tratamientos en los periodos de estudio	30
5.3.1.	Comparación de la composición y estructura horizontal por tratamiento en los periodos de estudios	30
5.3.2.	Similaridad y diversidad florística de los tratamientos en los periodos de estudios	35
5.3.3.	Índices de diversidad por categoría de vegetación y tratamiento	37
5.3.4.	Índice de valor de importancia (IVI)	38
5.3.5.	Efecto de los tratamientos y factores que pudieron influir sobre los resultados de la composición florística	39
VI	CONCLUSIONES	40
VII	RECOMENDACIONES	41
VIII	BIBLIOGRAFÍA	42
IX	ANEXO	44

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado las fuerzas y sabiduría para seguir adelante y poder culminar mis estudios.

A mis padres y mis hermanos que siempre me dieron las fuerzas y palabras de ánimo para seguir adelante y nunca rendirme.

A grandes amistades y consejero que me apoyaron en el transcurso de mi estudio universitario.

A mis maestros por haberme brindado parte de sus conocimientos durante mi formación académica.

Br. Steven Elin Calero Téllez.

DEDICATORIA

Agradezco y dedico primeramente a Dios quien ha derramado sabiduría, entendimiento y voluntad sobre todos los que han sido partícipes de esta forma de culminación de estudios.

A mis padres quien han puesto empeño en impulsarme día a día para ser un hombre de bien, dedicado a lo que amo y honesto con nada uno de los que me rodean.

A mi compañero de tesis por ayudarme en momentos en los que presente dificultad para el desarrollo y culminación de tesis.

A los profesores, Ing. Bayardo González y Ing. MSc. Olman Narváez y a cada uno de los profesores que formaron parte de mi aprendizaje en los cinco años que tuvo como duración la universidad.

Agradezco y dedico a todas y cada una de las personas que formaron parte de mi camino y no puedo mencionar ya que me extendería demasiado.

Simplemente gracias....

Br. Erick Manuel Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos las fuerzas y sabiduría, por habernos guiado en todo momento.

Al Ing. MSc. Olman Narváez y al Ing. Bayardo González, por brindarme la oportunidad de brindarme parte de sus conocimientos y el apoyo en guiarme en el desarrollo de esta tesis.

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

GRACIAS

Br. Erick Manuel Gutiérrez.

Br. Steven Elin Calero Téllez.

INDICE DE CUADRO

CUADRO		PÁGINA
1.	Cinco especies más importante en la categoría de fustal en relación al IVI en cada tratamiento	25
2.	Cinco especies más importante en la categoría de latizal en relación al IVI en cada tratamiento	26
3.	Característica estructural del bosque secundario 28 años después de haberse aplicado tratamientos silviculturales	27
4.	Especies que estuvieron presente en solo un estudio en el tratamiento de raleo	31
5.	Especies que estuvieron presente en solo un estudio en el tratamiento de selección	32
6.	Especies que estuvieron presente en solo un estudio en el testigo	33
7.	Variación temporal en el número de especies, densidad y área basal 28 años después de haberse aplicado los tratamientos	34
8.	Variación temporal entre 2005 y 2023 en el número de especies, densidad y área basal, en las parcelas de testigo	35
9.	Variación temporal de la composición y diversidad florística de las categorías de vegetación por cada tratamiento en dos periodos (2005-2023)	38

INDICE DE FIGURA

FIGURA		PÁGINA
1.	Localización del área de estudio, Chacocente, 2023	12
2.	Distribución de las subparcelas establecidas en 1994. Chacocente, 2023	15
3.	Similaridad entre los tratamientos y el testigo para el 2023	23
4.	Distribución del número de árboles y área basal para el tratamiento de raleo	28
5.	Distribución del número de árboles y área basal para el tratamiento de selección	29
6.	Distribución del número de árboles y área basal para testigo	30
7.	Similaridad entre tratamientos y testigo por cada periodo de estudio	36

INDICE DE ANEXO

ANEXO		PÁGINA
1.	Formato utilizado para la recolección de datos en la categoría de brinzal	44
2.	Formato utilizado para la recolección de datos en la categoría de fustal y latizal	44
3.	Listado general de las especies arbóreas y arbustivas, encontradas en el inventario del área de estudio de Chacocente	44
4.	Composición y diversidad florística de las categorías de vegetación por cada tratamiento hace 28 años en Chacocente	46
5.	Especies que permanecieron en los tres periodos de estudio en el tratamiento de raleo	46
6.	Especies que permanecieron en los tres periodos de estudio en el tratamiento de selección	47
7.	Especies que permanecieron a partir del 2005 hasta el 2023 en el tratamiento de testigo	48

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente con el objetivo de determinar el proceso de cambios en la composición florística y estructural del bosque secundario después de 28 años de haberse aplicado los tratamientos silviculturales de raleo y selección de rebrotes a la vegetación existente, para lo cual se utilizó una parcela de muestreo permanente (PMP) de 0.80 hectárea establecida en 1994, la parcela de 0.80 hectárea se subdividió en nueve subparcelas de las siguientes dimensiones de 20 x 20 m. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones, y se dejaron tres parcelas de testigo, quedando así tres subparcelas de raleo, tres de selección y tres de testigo. Para el inventario los datos que se recolectaron fueron: diámetro normal (1.30 m), altura e identificación de las especies. Se identificaron un total de 22 especies arbóreas en el tratamiento de raleo, 27 en selección y 23 en testigo. Las especies de *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno negro), fue la más importante en la categoría de latizal en todos los tratamientos y en la categoría de fustal se encontraron para raleo *Cordia dentata* (Tigüilote), en selección *Mysrospermum frutescens* (Chiquirín) y para testigo *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno negro). La diversidad florística es similar en las parcelas tratadas. Sin embargo, se encontró una diferencia notoria en área basal y abundancia. En la categoría de brinzal el tratamiento de raleo presentó mayor abundancia. Para la categoría de latizal y fustal en el tratamiento de selección se encontró la mayor abundancia. En área basal el tratamiento de raleo posee mayor área basal teniendo 15.64 m²/ha, seguido por selección con 16.17 m²/ha y por último el testigo con 13.92 m²/ha. Después de 28 años de haberse aplicados los tratamientos silviculturales de raleo y selección algunas especies desaparecieron y nuevas aparecieron, lo que indica que los tratamientos dieron lugar a que apareciera estas nuevas especies, Sin embargo, la abundancia y área basal han ido disminuyendo, esto debido a actividades antropogénicas en el sitio.

Palabras claves: Tratamientos silviculturales, diversidad florística y abundancia.

SUMMARY

The present research work was carried out in the Río Escalante-Chacocente Wildlife Refuge with the objective of determining the process of changes in the floristic and structural composition of the secondary forest after 28 years of applying the silvicultural treatments of thinning and selection of regrowth to the existing vegetation, for which a permanent sampling plot (PMP) of 0.80 hectare established in 1994 was used, the 0.80 hectare plot was subdivided into nine subplots of the following dimensions of 20 x 20 m. Each treatment had three repetitions, and three control plots were left, thus leaving three thinning subplots, three selection and three control subplots. For the inventory, the data that was collected were: normal diameter (1.30 m), height and identification of the species. A total of 22 tree species were identified in the thinning treatment, 27 in selection and 23 in control. The species of *Lonchocarpus minimiflorus* (Black Chaperno), was the most important in the latizal category in all treatments and in the stem category *Cordia dentata* (Tigüilote) was found for thinning, *Mysrospermum frutescens* (Chiquirín) in selection and *Lonchocarpus* for control *minimiflorus* (Black Chaperno). The floristic diversity is similar in the treated plots. However, a notable difference was found in basal area and abundance. In the sapling category, the thinning treatment presented greater abundance. For the latizal and fustal category in the selection treatment, the highest abundance was found. In basal area, the thinning treatment has the greatest basal area, having 15.64 m²/ha, followed by selection with 16.17 m²/ha and finally the control with 13.92 m²/ha. After 28 years of applying the silvicultural treatments of thinning and selection, some species disappeared and new ones appeared, which indicates that the treatments gave rise to the appearance of these new species. However, the abundance and basal area have been decreasing, this due to anthropogenic activities at the site.

Keywords: Silvicultural treatments, floristic diversity and abundance.

I. INTRODUCCIÓN

“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” (Diaz & Dixon, 2006).

Según el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) (2001), la Reserva de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente es un área cuyo objetivo es proteger y conservar la vida silvestre (flora y/o fauna), del trópico seco. Sin embargo, actualmente actividades como la tala ilegal, la agricultura, ganadería y los cambios de uso del suelo han llevado a que estas áreas se encuentren en un proceso de degradación, siendo importante dar seguimiento al proceso de la sucesión que tienen las especies vegetales como forma de restauración pasiva.

Según Noder (2014), la regeneración es fundamental para el desarrollo, mantenimiento y diversidad de los bosques secundarios, este realiza un proceso dividido en cuatro fases: producción, dispersión de semillas, germinación y establecimiento de plantas, cada una de estas fases es un punto fuerte para el estudio de las especies.

“La sucesión es resumida como el desarrollo y evolución de la vegetación en los ecosistemas, este concepto es utilizado en una alta gama de enfoques multidisciplinarios de los estudios de la biología, ecología, conservación y demás contextos ambientales” (Moreno, 2011).

Existen elementos que limitan el estudio de los bosques tropicales secos y es el poco conocimiento de las características florísticas y estructura horizontal, así como, de conocimientos básicos silviculturales. La importancia de esta investigación se enfoca en conocer la dinámica de la sucesión del bosque a través de los cambios en la composición florística y estructura horizontal 28 años después de aplicados dos tratamientos silviculturales en el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente. Conociendo la dinámica de la sucesión en la composición florística y estructural, se podrá establecer una guía para favorecer una sucesión natural, que contribuirá en los conocimientos de los bosques secos en Nicaragua.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Determinar los cambios en la composición florística y estructura horizontal del bosque secundario 28 años después de aplicados dos tratamientos silviculturales en el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente, Nicaragua.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la riqueza y diversidad florística de las especies arbóreas en las áreas de bosque secundario de Chacocente 28 años después de aplicados los tratamientos.
- Analizar los cambios en la estructura horizontal del bosque secundario de Chacocente 28 años después de aplicados los tratamientos.
- Comparar la composición florística y estructura horizontal en diferentes momentos de la sucesión ecológica en la Reserva de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Estudios realizados en esta temática

3.1.1. Primer estudio

Según Aich y Narváez (1996), realizó un estudio con el objetivo de analizar cuantitativa y cualitativamente los efectos de los tratamientos silviculturales de raleo y selección de rebrotes sobre los incrementos volumétricos que se producen en la vegetación secundaria del bosque tropical seco de Chacocente, en el sitio de estudio de 0.80 ha se realizaron parcelas de 20 m x 20 m, donde se inventariaron 0.24 hectáreas, se tomó diámetro normal a la altura de 1.30 m, encontrando 42 especies donde se incluyeron árboles y arbustos, las familias más representativas son: Fabaceae, Boraginaceae, Caesalpinaceae, Rhamnacaceae y Mimosaceae. Las especies más comunes fueron: *Lonchocarpus minimiflorus*, *Myrsine frutescens* y *Vachellia collinsi*.

El incremento volumétrico de las especies del bosque secundario fue superior en el tratamiento silvicultural de selección de rebrotes (2.809 m³/ha) que el tratamiento silvicultural de raleo (1.534 m³/ha). Área basal en selección de rebrotes de 1.926 m²/ha y en raleo 0.682 m²/ha, en el raleo las especies que mejor respondieron fueron Chaperno, Chiquirín y Niño Muerto, de las cinco especies representativas, en selección de rebrotes las especies que mejor respondieron fueron el Chiquirín y Niño Muerto con incrementos considerables (Aich & Narváez, 1996).

3.1.2. Segundo estudio

Según Diaz y Dixon (2006), realizó un estudio cuyo objetivo fue de 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 el bosque seco de Chacocente, el estudio se realizó en una parcela de 0.80 ha donde se utilizaron 9 subparcelas con las dimensiones de 20 m x 20 m, donde las variables que se tomaron en cuenta fueron diámetro normal a los 1.30 m, altura e identificación de las especies, según el inventario realizado se encontraron 24 especies arbóreas en el tratamiento de raleo, 25 en selección de rebrotes y 27 en el control o testigo. El testigo presentó la

mayor diversidad florística (1.87), seguido del tratamiento de raleo (1.73) y el tratamiento de selección de rebrotes (1.24).

En comparación a los estudios antes realizado no se encontró diferencia significativa en el número de especies y diversidad florística entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, mencionan que hubo una diferencia en el área basal y abundancia. En los dos tratamientos y el testigo en la categoría de brinzal se registró la mayor abundancia, para selección (21.6 individuos/ha), en testigo (29.1 individuos/ha), y en el tratamiento de raleo se encontró en (15.8 individuos/ ha). En cuanto al área basal, el testigo presentó la mayor cantidad teniendo 30.9 m²/ha, en selección de rebrotes 28.1 m²/ha y en raleo 18.5 m²/ha (Diaz & Dixon, 2006).

3.1.3. Estudio realizado en la vegetación secundaria en trópico seco de Nandarola, Nicaragua

Según Narváez (2012), realizó un estudio con el objetivo de generar información de la dinámica, composición y estructura en el bosque tropical seco que contribuya al manejo sostenible del bosque secundario de Nandarola. En el sitio de estudio de 0.75 hectárea se inventariaron la categoría vegetativa de latizal bajo y brinzal, las variables que tomaron en cuenta fueron diámetro, altura e identificación de la especie. En 2006 inventariaron 40 especies y 3 especies nuevas se inventariaron en el año 2009. Las especies más representativas en los dos periodos por poseer el mayor número de individuos se encontraron: Cerillo, Madero negro, Chiquirín, Chaperno y Cachito.

La diversidad de especies fue un poco mayor en el 2009, confirmando de esta manera que el bosque de Nandarola sigue un proceso lento, pero seguro de enriquecimiento florístico. Los resultados que se obtuvieron respecto a la estructura horizontal mostraron que el mayor número de individuos se encontró en la categoría diamétrica menor (5 a 9.9 cm), 1,133 árboles/ha para el 2006 y 870 individuo por hectárea en el 2009, se registraron muy pocos individuos con diámetros mayores de 25 centímetros, que fue el diámetro mayor identificado en la masa arbórea de Nandarola, que para el 2006 solamente se encontró con un individuo (Narváez, 2012).

Las cinco especies que mostraron mayor incremento diamétrico en el período de estudio se encontraron *Bombacopsis quinata* (Pochote) 3.6 cm, *Bursera simarouba* (Jiñocuabo) 1.4 cm, *Cordia alliodora* (Laurel) 1.25 cm, *Anona purpurea* (Sincoya), 1.2 cm y *Karwinskia calderon* (Güiligüiste) 1.15 cm, dos de estas especies son de uso maderable (Pochote y Laurel), lo que hace tener presente la dinámica de su crecimiento, ya que el objetivo principal de la silvicultura es asegurar el producto deseado, como árboles de ciertas dimensiones y de calidad (Narváez, 2012).

3.2. Extensión y distribución de los bosques secundarios secos

Los bosques secos en América Central ocurren en áreas con precipitaciones promedio anual entre 500-2000 mm, y altitudes de 0-1000 msnm, temperaturas anuales por encima de 20°C y una estación seca de 4 a 6 meses con menos de 50 mm de lluvia (Sabogal & Valerio, 1998).

“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 bosque seco en América Central” (Martinez & Hughes, 1987).

Nicaragua cuenta con un área de 130,000 km² distribuidos en 4 regiones ecológicas, de las cuales el bosque seco se encuentra distribuido en la zona del Pacífico y Central de Nicaragua, en términos generales la zona del Pacífico es seco y caliente, su extensión es de 28,042 km² (Salas, 1993).

“En Nicaragua, el bosque tropical seco se encuentra mayormente en forma dispersa en la región del Pacífico y Central del país. Se localiza en áreas escarpadas y pedregosa con escasos potencial agropecuario” (Sabogal & Valerio, 1998).

3.3. Características principales de los bosques tropicales secos

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

- Una marcada estación seca de 6 a 8 meses.
- Las temperaturas anuales oscilan entre un mínimo de 25 °C y un máximo de 30 °C como promedio.

- La precipitación pluvial varía entre los 700 mm anuales en las zonas más áridas y 1500 mm en las zonas más lluviosas.
- Claramente más pobres en especies y de estructura más simples que los bosques húmedos.
- La totalidad de especies es relativamente heliófita.
- Del conjunto de factores medioambientales el factor limitante es el agua.

3.4. Bosque secundario

Según Finegan (1992), “el bosque secundario es la vegetación leñosa que se desarrolla en sitios cuya original ha sido totalmente destruida por la actividad humana, tales como, tala y quema practicada por la agricultura migratoria”.

Según Álvarez 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 concepto de bosque secundario abarca todos los estadios de una sucesión desde el bosque inicial que se forma en una superficie abierta natural o antropogénica, hasta su fin, excluyendo el estadio de bosque climático la cual ya no es abarcada por el concepto (Lamprecht, 1990).

3.4.1. Características del bosque secundario

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

3.5. Sucesión

La sucesión es un proceso de cambio en la estructura y composición de la vegetación en un determinado sitio, de manera que, a lo largo del tiempo, se encuentra en dicho sitio una serie de comunidades vegetales diferentes. A menudo, cada comunidad es de mayor estatura y biomasa, y contiene más especies que la anterior, este proceso se da hasta llegar a un equilibrio dinámico (Finegan, 1993).

3.5.1. Tipos de sucesión

Según Finegan (1993), existen dos tipos de sucesión:

- Sucesión primaria: son aquellas que se desarrollan sobre sustratos que nunca antes tuvieron vegetación, como materiales de origen volcánicos, sedimentos depositados por ríos, materiales expuestos por derrumbes. El sustrato generalmente muestra condiciones adversas para el desarrollo de plantas. La sucesión es lenta; a menudo incluye una fase de mejoramiento del sitio en la cual las especies fijadoras de nitrógeno pueden tener un papel importante, y casi siempre depende completamente de semillas del exterior (Finegan, 1993).
- Sucesión secundaria: es el proceso de recuperación del bosque después de que se ha abierto un claro. En el caso de un claro grande donde toda la vegetación haya sido destruida, como en el abandono de terrenos agrícolas, la sucesión empieza con el desarrollo de una vegetación dominada por hierbas, para dar paso a una vegetación arbórea que, con el tiempo, va a asumir una estructura y composición florística similar al bosque original. Si este proceso ocurre en áreas grandes y continuas pasará por fases denominadas bosques secundarios antes de llegar a una composición, estructura y equilibrio dinámico características de los bosques primarios (Finegan, 1993).

3.5.2. Importancia de conocer las sucesiones del bosque

Según Finegan (1993), “la importancia de la sucesión es fundamental de conocerla, sobre todo en la recuperación de áreas agrícolas y ganaderas abandonadas”, porque:

- En muchas partes con grandes extensiones de vegetación natural se encuentra en algún estado de la sucesión. Los bosques secundarios son buenos ejemplos de sucesión secundaria.
- Diferentes estados de la sucesión pueden cumplir con diferentes funciones y objetivos de manejo.
- El conocimiento de los procesos de sucesión puede ayudar a desarrollar sistemas de uso sostenible de la tierra.
- En diferentes fases de la sucesión, es el proceso que caracteriza la recuperación del bosque después de disturbios.

3.6.Silvicultura

La silvicultura se ocupa de la regeneración, establecimiento, desarrollo y tratamientos del bosque, 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 mismo (Alvarez & Varona, 1988).

3.6.1. Tratamientos silviculturales

“Un tratamiento silvicultural es toda intervención dirigida a mejorar la producción y la calidad de la madera de otros productos y de servicios con criterios ecológicos que garanticen la sostenibilidad de la producción y del mismo ecosistema del bosque” (Alvarez & Varona, 1988).

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 la misma clase de tamaño y por el mismo espacio (Quiros et al., 2001).

El tratamiento selección de rebrote consiste en cortar los ejes (rebotes) menos vigoroso 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 los bosques secundarios de zona seca que presentan un alto porcentaje que posee la facultad de reproducirse fácilmente por rebotes o renuevos (Alvarez & Varona, 1988).

Es importante destacar que en términos generales los tratamientos proporcionan una repuesta 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) .

3.7. Parámetros descriptivos de la vegetación

3.7.1. Índice de diversidad

Los índices para calcular la diversidad de sitios son:

- Índice de Shannon-Wiener
- Índice de Pielou

Los índices de diversidad facilitan el análisis de la composición florística, ya que se evalúa el número de especies y el número de individuo por especies, con lo cual se determina si el bosque es más diverso en cuanto menos dominancia de especies hay en el bosque y la distribución es más equitativa, además de determinar la riqueza y abundancia del bosque (Moreno, 2011).

3.7.2. 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 en el mismo plano principal, el diámetro de los árboles a la altura del pecho (DAP) y el área basal (Quiros 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)

Abundancia: “Se refiere al número relativo de individuos de cada especie forestal. La abundancia o densidad de individuos o números de árboles por unidad de área, es en general, bastante estándar bajo la condición natural climática” (Matteucci & Colman, 1982).

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

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 & Colma, 1982) .

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 resultan en extremo complicado, trabajoso y en algunos casos imposibles de realizar (Lamprecht, 1990).

3.7.3. Índice de Valor de Importancia (IVI)

“Este índice resulta de la suma de los valores relativos de la abundancia, la frecuencia y la dominancia” (Lamprecht, 1990). “El IVI es usado fundamentalmente para comparar diferentes comunidades o estratos, en base a las especies que obtiene los valores más altos y que se consideran las de mayor importancia ecológica dentro de una comunidad en particular” (Matteucci & Colma, 1982).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Descripción del área de estudio

4.1.1. Ubicación

Según MARENA (2002), el Refugio de Vida Silvestre (RVS) Río Escalante-Chacocente, se localiza en el municipio de Santa Teresa, departamento de Carazo, Nicaragua, ocupando una extensión territorial de 4,645 hectáreas. El RVS Río Escalante-Chacocente se ubica en las siguientes coordenadas: Latitud norte 11° 30'33'' y 11° 35' 28.5'' y Longitud oeste 86° 08' 33.7'' y 86° 14' 43.1'' (Figura 1).

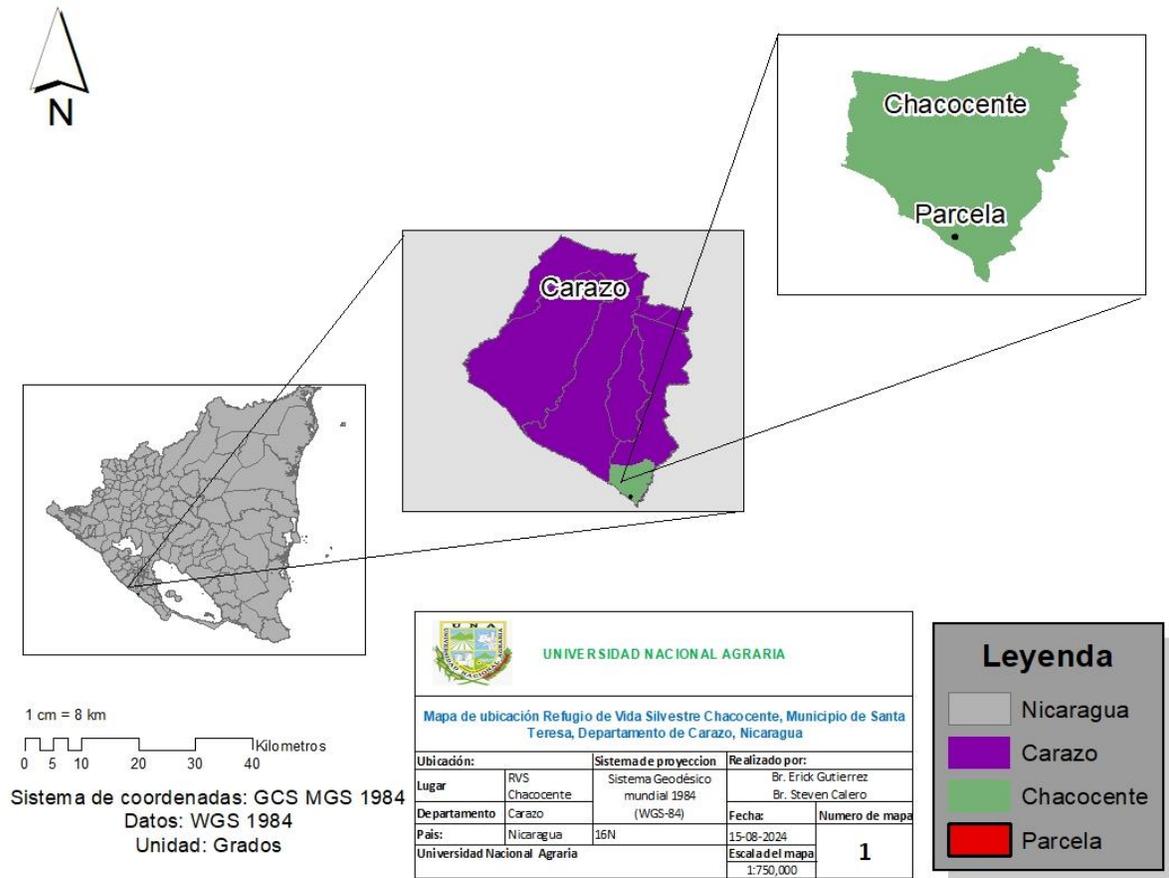


Figura 1. Localización del área de estudio, Chacocente, 2023.

4.1.2. Clima

El Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente se encuentra en la zona del pacifico de Nicaragua, lo cual según la Clasificación de Koeppen (1958), establecida en el sistema de clasificación de Holdridge, este corresponde a un clima húmedo cálido y un tipo de bosque tropical seco, con transición a bosque húmedo tropical (IRENA, 1981).

4.1.3. Temperaturas

Según Weatherspark (2023), “se presentan temperaturas promedio de 22-32 °C y raras veces se pueden observar temperaturas de 34 °C”.

4.1.4. Precipitaciones

“Cuenta con un periodo lluvioso de 7.8 meses y un periodo seco de 4.2 meses, que determinan precipitaciones promedias de 13 mm a 177 mm” (Weatherspark, 2023). “Sin embargo, las precipitaciones medias anuales van de 1000-2000 mm” (IRENA, 1987).

4.1.5. Suelo

Según Irena (1987), el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente es comprendido en un 88.5% por suelos de tipo aluviales, vertisoles y coluviales, con textura franco-arcilloso, arenoso, franco-gravoso con poca profundidad, muy y/o de poco drenado; los restantes 11.5% de suelos son planos, profundos y de permeabilidad lenta.

4.1.6. Vegetación

Según Irena (1987), MARENA realizó un estudio que dio como resultado que en Chacocente se encuentra tres tipos de bosque los cuales son: Bosque Seco caducifolio, Bosque de galería y Bosque de playa. El bosque seco caducifolio contaba con especies dominante como: *Achatocarpus nigrican* (Barazón), *Allopyllum occidentalis* (Pata de Venado), *Bursera simarouba* (Indio Desnudo), *Gliricidia sepium* (Madero Negro), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo de Ternero), *Gyrocarpum americanus* (Tlalate), *Lysiloma divaricatum* (Quebracho), *Myrospermun frutescens* (Chiquirín) y *Handroanthus ochraceus* ssp. *neochysanthus* (Cortez).

En el bosque de galería: *Albizzia caribea* (Guanacaste Blanco), *Esterolobium cyclocarpum* (Guanacaste Negro), *Pithecellobium saman* (Genízaro), *Thoungidium decadendrum* (Melero), *Ziziphus guatemalensis* (Nancigüiste) y en el bosque de playa: *Callycophyllum candidissimum* (Madroño), *Caesalpinia coriaria* (Nacascolo), *Caesalpinia exostema* (Niño Muerto), *Phyllostylon brasiliensis* (Escobillo), *Prosopis juliflora* (Agüijote) y *Ziziphus guatemalensis* (Nancigüiste) (IRENA, 1987).

4.2. Metodología de estudio

4.2.1. Descripción y localización de las parcelas

El presente estudio se llevó a cabo en una parcela de muestreo permanente (PMP) de 0.80 ha, la cual se dividió en 9 subparcelas con las dimensiones de 20 x 20 m. “La parcela y subparcelas se establecieron en el año de 1994 por la Escuela de Ciencias Forestales encuentra localizada a un kilómetro de la antigua estación del Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente” (Aich & Narváez, 1996).

4.2.2. Tratamientos silviculturales aplicados

Según Aich y Narváez (1996), se aplicaron tratamientos silviculturales en 1994 de raleo y selección, a cada subparcela se le asignó un tratamiento, resultando en tres repeticiones para cada uno de los tratamientos y testigo (Figura 2). Los tratamientos fueron aplicados en el año 1994, cuando la edad del bosque secundario era de aproximadamente 8 años.

Los criterios que tomaron en cuenta para cada tratamiento fueron, para el tratamiento de Selección se tomó en cuenta: mayor altura y grosor, forma recta de la rama y si el tallo estaba sano o vigoroso, además que el corte que se realizaron fue a la altura de 20 cm con una inclinación de aproximadamente de 60°, esto con la finalidad de proporcionar el escurrimiento del agua. Para el tratamiento de raleo los criterios que tomaron en cuenta fueron: estado fitosanitario, rectitud del tronco, diámetros y altura.

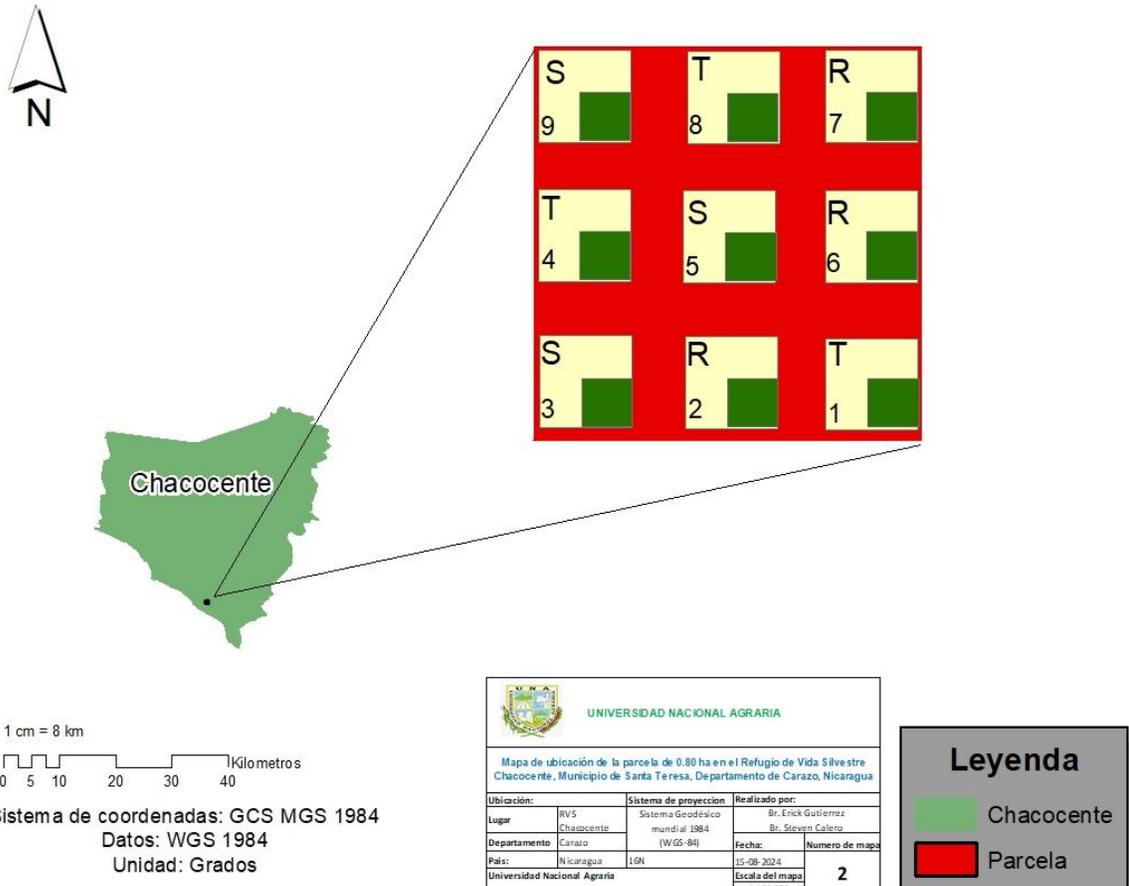


Figura 2. Distribución de las subparcelas establecidas en 1994. Chacocente, 2023.

4.3.Recolección de datos

Para la categoría de fustal se tomaron en cuenta los árboles con diámetros normal (a los 1.30 m) mayores a 10 cm y para latizal se inventarió árboles con diámetro normal menores a 9.9 cm y mayores 1.5 m de altura. estas dos categorías vegetativas se inventariaron en cada subparcela de 20 x 20 m. Las variables que se registraron fueron:

- Nombre común de la especie: Corresponde al nombre común con que se le conoce al árbol y la identificación se logró con ayuda de un baqueano.
- Diámetro normal: Se tomó a una altura medida a partir de 1.3 metros de la superficie del suelo, utilizando una cinta diamétrica. La unidad empleada es el centímetro.
- Altura: Se tomó con ayuda de las herramientas pistola haga, midiendo desde la base del árbol hasta la copa.

Para la categoría de brinzal se tomaron en cuenta los individuos entre 30 cm y 1 m de altura. Los datos de los brinzales fueron evaluados en parcelas anidadas de 10 x 10 m, localizadas en el extremo de cada subparcela de 20 x 20 m. La variable registrada fue:

- a) Nombre común de la especie: Corresponde al nombre común con que se le conoce al árbol y la identificación se logró con ayuda de un baqueano.

4.4. Materiales y equipos de campo

Para el levantamiento de los datos en las subparcelas se emplearon los siguientes instrumentos: cinta métrica, para delimitar las parcelas y las líneas de inventarios, brújula para determinar el azimut y el jalón para guiar la determinación del azimut; estacas, machetes, pintura de spray (roja), cinta biodegradable, también se utilizaron formatos (Anexo 1 y 2) para cada tipo de estrato a la hora de realizar el levantamiento florístico.

4.5. Procesamiento de la información

4.5.1. Cálculo número de individuos por hectárea

La determinación de individuos por hectárea (Lamprecht, 1990).

$$NI/ha = \frac{1}{Np * Tp} * \sum NI_m$$

Donde:

Np: Número de parcelas

Tp: Tamaño de la parcela

$\sum NI_m$: Sumatoria de todos los individuos muestreados

NI/ha: Número de individuos por hectárea

4.5.2. Calculo área basal

La determinación del área basal se realizó mediante la fórmula propuesta por (Prodan et al., 1997) la razón matemática responde a:

$$Ab = \frac{\pi}{4} * Dn^2$$

Donde:

$\pi/4$: Constante que equivale 0.7854

Dn: Diámetro normal del árbol en metro

Ab: Área basal

4.5.3. Abundancia

“Se refiere a la densidad de individuos, números de árboles por unidad de área” (Matteucci & Colma, 1982). “La abundancia relativa es el número de individuos de cada especie entre el total de los individuos multiplicados por 100, la fórmula es la siguiente” (Lamprecht, 1990):

$$Ar = \left(\frac{Ai}{\sum A} \right) * 100$$

Donde:

Ar: Abundancia relativa

Ai: Abundancia absoluta de la especie

$\sum A$: Sumatoria de la abundancia total de las especies

4.5.4. Frecuencia

Distribución espacial para el conjunto de especies presentes en cada una de las tres parcelas.

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, es un indicador para el grado de homogeneidad de un bosque (Lamprecht, 1990).

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$Fr = (n / N) * 100$$

Donde:

N: Número de parcelas establecidas

N: Número de parcelas en que se encuentra la especie

Fr: Frecuencia

4.5.5. Índice de valor de importancia (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, en este estudio el análisis se realizó en la misma comunidad, pero en tiempos diferentes. Este índice resulta de la suma de los valores relativos de la abundancia, frecuencia y dominancia (Lamprecht, 1990).

$$IVI = abundancia\% + frecuencia\% + dominancia\%$$

4.5.6. Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Para evaluar la diversidad de especies se utilizó el índice de Shannon - Wiener, el cual mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, adquiere valores de cero cuando existe una sola especie. El índice Shannon-Wiener, aumenta con el número de especies y toma mayores valores cuando las proporciones de las distintas especies son similares (Shannon-Wiener, 1949).

$$H' = -\sum\left[\left(\frac{n_i}{n}\right) \ln\left(\frac{n_i}{n}\right)\right]$$

Donde:

H': Índice de Shannon-Wiener

n_i: Número de individuos que pertenece a la i-ésima especie en la muestra

n. Número total de individuos en la muestra

ln: Logaritmo natural

4.5.7. Índice de Pielou

Este índice evalúa la uniformidad de la abundancia relativa de las especies proveniente del índice de Shannon. El valor del índice de Pielou oscila entre 0 y 1, el 0 indica uniformidad es decir la dominancia de una especie y el número 1 señala que todas las especies son las igualmente abundante (Matteucci & Colma, 1982).

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

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

4.5.8. Coeficiente de similaridad de Jaccard

“El coeficiente de igualdad o similaridad florística se determinará por el coeficiente de Jaccard, en función del tiempo”g (Magurran, 1988), Se empleará la siguiente ecuación:

$$Ij = \frac{C}{a + b + c}$$

Donde:

Ij: Coeficiente de similitud de Jaccard

a: Número de especies en el sitio A

b: Número de especies en el sitio B

c: Número de especies presentes en ambos sitios A y B

4.5.9. Dendograma

Los gráficos de dendogramas se generaron en el programa de Past, para facilitar la interpretación de los resultados de la similaridad entre tratamiento y periodo de estudio. Este grafico consiste en una agrupación de valores donde hay mayor similaridad, en la cual se pone una escala de 0 a 1.

4.5.10. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos cuantitativos se utilizaron nueve subparcelas instalada en 1994, con el objetivo de estudiar el proceso evolutivo de la sucesión ecológica y el efecto de los tratamientos de raleo y selección en el bosque secundario de Chacocente, en base a la comparación de la composición florística y estructura horizontal con los estudios anteriores.

El análisis de la estructura horizontal, incluye la agrupación de las categorías diamétricas mayores a 1 centímetro, para determinar los cambios en la estructura se analizó en base a la densidad (Arb/ha) y área basal (m^2/ha) del bosque secundario.

Se utilizó el índice de Shannon-Wiener para la comparación de la diversidad de especies entre los periodos de 1995, 2005 y 2023. Se realizó a través de la prueba estadística sobre la similitud o diferencia en la diversidad – abundancia de t de Hutchinson utilizando el programa bioestadístico “Paleontological Statistics” (Oyvind et al., 2000), este mismo programa se utilizó para generar dendogramas para analizar la similaridad entre cada tratamiento y el testigo por periodo.

Se utilizó el índice de Pielou para determinar la uniformidad en base a la abundancia por especie, este se utilizó para analizar si el proceso de la sucesión va avanzando, debido a que a medida avanza la sucesión la dominancia baja y el bosque se vuelve más uniforme en base a su abundancia de especies.

El Índice de Valor de Importancia (IVI) de las diferentes especies, se realizó para determinar las especies más representativa ecológicamente en este estudio y compararlas con los estudios anteriores.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Composición florística y estructura horizontal del bosque secundario en 2023

5.1.1. Caracterización de la composición florística 28 años después de aplicados los tratamientos

Se registró una riqueza florística de 38 especies, entre arbóreas y arbustivas, de estas especies 36 son arbóreas que representan el 95% del total, y 2 especies arbustivas lo que representa un 5%. La superficie total que se inventario fue de 0.36 ha.

En el anexo 3 se presenta la lista de especies encontradas en el sitio. En el tratamiento de selección se encontró la mayor diversidad florística donde fueron inventariadas 27 especies pertenecientes a 14 familias botánicas. Para el testigo se inventariaron 23 especies perteneciente a 16 familias. Para el tratamiento de raleo se reportaron 22 especies que están dentro de 12 familias. En los dos tratamientos y el testigo la familia más representativa según el número de especies que la conforma es la Fabaceae registrando 9 especies en raleo, 10 en selección y 7 en testigo.

5.1.2. Similitud y diversidad florística entre los tratamientos para el 2023

De acuerdo con el coeficiente de Jaccard, la similitud entre el tratamiento de raleo y el testigo es del 41%, y entre el tratamiento de selección y el testigo es del 42%, indicando similitudes moderadas con el testigo. Sin embargo, la similitud entre raleo y selección alcanza el 50% (Figura 3), lo que sugiere que las parcelas tratadas comprarte una cantidad significativa de especies. Esto podría ser resultado del favorecimiento de especies por el espacio creado al retirar árboles. Se identificaron especies únicas en cada tratamiento: *Achatocarpus nigricans* (Barazón), *Esenbeckia berlandieri* spp. *litoralis* (Conchita), *Handroanthus ochraceus* ssp. *neochysanthus* (Cortez) en testigo, y *Senna skinneri* (Abejón), *Shoepfia shreberi* (Melón árbol) en raleo.

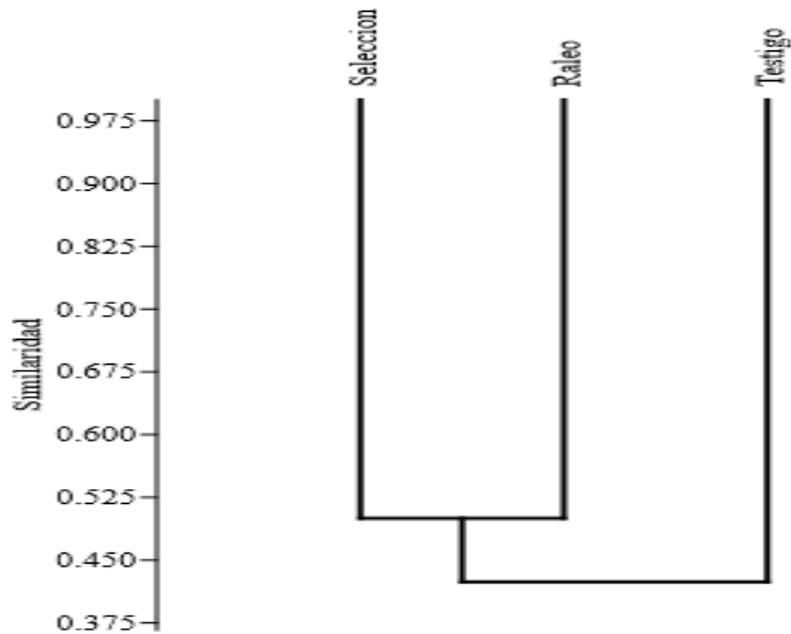


Figura 3. Similitud entre los tratamientos y el testigo para el 2023.

5.1.3. Índices de diversidad por categoría de vegetación y tratamiento

El anexo 4 muestra la composición y diversidad florística de las categorías de vegetación en Chacocente, evaluadas en 2023, para los tratamientos de raleo, selección y testigo.

En la categoría de brinzal, el testigo presenta la menor diversidad con solo 4 familias y 4 especies, y un índice de Shannon-Wiener muy bajo de 0.39, indicando una baja diversidad. El tratamiento de selección, por otro lado, muestra la mayor diversidad con 13 familias y 19 especies, y el índice de Shannon-Wiener más alto de 2.05, lo que sugiere una gran variedad de especies y una distribución más equitativa, evidenciada también por un índice de Pielou de 0.70. El tratamiento de raleo está en un punto intermedio, con 7 familias y 12 especies, y un índice de Shannon-Wiener de 1.30.

En la categoría de latizal, el número de familias es igual en todos los tratamientos, con 6 familias en cada uno. Sin embargo, el tratamiento de selección muestra el mayor número de especies (12) y el índice de Shannon-Wiener más bajo (1.22) comparado con el testigo (1.51), que, a pesar de tener la misma cantidad de especies (9), presenta una mayor diversidad. El índice de Pielou también es más alto en el testigo (0.69), indicando una distribución más equitativa de las especies.

Para la categoría de fustal, el testigo tiene la mayor cantidad de familias (12) y especies (17), con el índice de Shannon-Wiener más alto (2.52), lo que indica la mayor diversidad florística y una distribución equitativa de especies (índice de Pielou de 0.89). El tratamiento de selección sigue con 7 familias y 16 especies, y el índice de Shannon-Wiener de 2.41, mientras que el raleo muestra 6 familias y 12 especies, con un índice de Shannon-Wiener de 2.11.

5.1.4. Índice de valor de importancia (IVI)

El cuadro 1 detalla las especies más importante en la categoría de fustal para cada tratamiento evaluado, utilizando el índice de valor de importancia (IVI). En el tratamiento de raleo la especie con mayor IVI es *Cordia dentata* (Tigüilote), que también se encuentra en el tercer lugar en el tratamiento de selección. En el tratamiento de selección, *Mysrospermum frutescens* (Chiquirín) ocupando el primer lugar. Para el testigo, *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno negro) es la especie de mayor importancia que también se encuentra en el cuarto lugar en el tratamiento de selección. La especie *Caesalpinia exostemma* (Niño muerto) aparece en los tres tratamientos: ocupa el tercer lugar en raleo y el quinto en selección y testigo, destacándose como una de las especies más relevante en todos los tratamientos evaluados.

Cuadro 1. Cinco especies más importante en la categoría de fustal en relación al IVI en cada tratamiento

Tratamiento	Especie	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	IVI
RALEO	<i>Cordia dentata</i>	28.57	19.66	9.52	19.25
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	15.71	19.63	9.52	14.95
	<i>Caesalpinia exostemma</i>	12.86	9.20	14.29	12.12
	<i>Senna atomaria</i>	10.00	6.51	9.52	8.68
	<i>Caesalpinia coriana</i>	2.86	12.85	9.52	8.41
	Otras (7 spp)	30.00	32.15	47.62	36.59
	Total	100	100	100	100
	<i>Mysrospermum frutescens</i>	25.35	14.97	8.00	16.11
	<i>Lysiloma divaricatum</i>	8.45	19.49	8.00	11.98
	<i>Cordia dentata</i>	14.08	12.27	8.00	11.45
SELECCIÓN	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	9.86	4.68	8.00	7.51
	<i>Caesalpinia exostemma</i>	7.04	6.83	8.00	7.29
	Otras (11 spp)	35.21	41.76	60.00	45.66
	Total	100	100	100	100
	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	21.67	9.57	4.17	11.80
	<i>Lysiloma divaricatum</i>	10.00	19.11	4.17	11.09
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	5.00	15.45	12.50	10.98
TESTIGO	<i>Guazuma ulmifolia</i>	10.00	8.56	12.50	10.35
	<i>Caesalpinia exostemma</i>	11.67	9.68	8.33	9.89
	Otras (12 spp)	41.67	37.62	58.33	45.87
	Total	100	100	100	100

En la categoría de latizal se presentan los cinco especies más importante para cada tratamiento evaluado, utilizando el índice de valor de importancia (IVI). La especie de *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno negro) ocupa el primer lugar en los dos tratamientos y testigo siendo esta la más importante. En el tratamiento de raleo la especie de *Caesalpinia exostemma* (Niño Muerto) ocupa el segundo lugar. Para el tratamiento de selección *Bursera simaruba* (Jiñocuabo) es la segunda más importante. Para testigo la que se encuentra de segundo lugar es *Vachellia collinsii* (Cornizuelo) la cual además ocupa el tercer lugar en el tratamiento de raleo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cinco especies más importante en la categoría de latizal en relación al IVI en cada tratamiento

Tratamiento	Especie	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	IVI
RALEO	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	63.16	63.90	23.08	50.04
	<i>Caesalpinia exostemma</i>	8.77	9.60	15.38	11.25
	<i>Vachellia collinsii</i>	3.51	4.25	15.38	7.72
	<i>Cordia dentata</i>	3.51	9.46	7.69	6.89
	<i>Capparis pachaca spp.</i>				
	<i>Oxysepala</i>	7.02	3.34	7.69	6.02
	Otras (4 spp)	14.04	9.45	30.77	18.09
	Total	100	100	100	100
SELECCIÓN	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	71.95	57.65	20.00	49.87
	<i>Bursera simaruba</i>	2.44	6.51	13.33	7.43
	<i>Mysrospermum frutescens</i>	3.66	10.10	6.67	6.81
	<i>Thouindium decandrum</i>	4.88	6.79	6.67	6.11
	<i>Semialarium mexicamun</i>	4.88	2.99	6.67	4.85
	Otras (7 spp)	12.20	15.97	46.67	24.94
	Total	100	100	100	100
	TESTIGO	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	57.69	51.17	25.00
<i>Vachellia collinsii</i>		7.69	8.50	16.67	10.95
<i>Coccoloba caracasana</i>		11.54	10.42	8.33	10.10
<i>Cordia dentata</i>		3.85	7.54	8.33	6.57
<i>Casearia tremula</i>		3.85	6.93	8.33	6.37
Otras (4 spp)		15.38	15.45	33.33	21.39
Total		100	100	100	100

5.2. Análisis de la estructura horizontal del bosque 28 años después de aplicados los tratamientos

El cuadro 3 presenta la abundancia por categoría de vegetación en los diferentes tratamientos que se evaluaron para el año 2023. Para la categoría de brinzal el tratamiento de raleo presento mayor abundancia, para el caso de la categoría de latizal y fustal el tratamiento con mayor abundancia es selección seguido por el tratamiento de raleo. En el caso del área basal para la categoría de latizal el tratamiento de selección es el mayor, y para fustal la mayor cantidad de área basal se concentra en el tratamiento de selección, seguido por el raleo y testigo, estos dos ultimo no presentan una gran diferencia en área basal en comparación al tratamiento de selección.

Según Finegan (1992), es una característica natural que en la categoría de brinzal se encuentre una mayor cantidad de individuos, esto debido a que es la primera etapa de las categorías, donde diferentes especies e individuos logran germinar y comienzan una gran competencia, por nutrientes, espacio e iluminación, y algunos individuos y especies no logran persistir en el transcurso del tiempo y es por eso que en cada categoría vegetativa puede ir disminuyendo la cantidad de individuos.

Cuadro 3. Característica estructural del bosque secundario 28 años después de haberse aplicado tratamientos silviculturales

Categoría vegetativa	Variable	Tratamiento		Testigo
		Raleo	Selección	
Brinzales	Abundancia (Arb/ha)	1083.33	908.33	625.00
	Área basal (m ² /ha)	-	-	-
Latizales	Abundancia (Arb/ha)	475.00	683.33	216.67
	Área basal (m ² /ha)	0.98	1.27	0.83
Fustales	Abundancia (Arb/ha)	583.33	591.67	500.00
	Área basal (m ² /ha)	14.66	14.90	13.09
Total	Abundancia (Arb/ha)	2141.67	2183.33	1341.67
	Área basal (m ² /ha)	15.64	16.17	13.92

En la figura 4, 5 y 6 se muestra la distribución de área basal y de árboles por hectárea, mayores a 1 cm de Dap por categoría diamétrica en los diferentes tratamientos evaluados. En el caso de la densidad (Arb/ha), para los dos tratamientos y el testigo se presenta un patrón similar en la distribución del número de árboles por clase diamétrica, dado que el número de árboles disminuye a medida que la clase diamétrica aumenta, resultando una curva semejante a una jota invertida, lo cual es natural según Lamprecht (1990), ya que es una característica de los bosques heterogéneos tropicales y que garantiza la regeneración natural que repondrá a los árboles maduros.

La distribución del área basal por categoría diamétrica en los dos tratamientos presenta una distribución irregular, donde para el tratamiento de raleo (Figura 4) la mayor cantidad de área basal está entre la categoría de 10 a 19.9 cm, esto indica que en estas categorías se encuentran una densidad alta en comparación a las otras categorías diamétricas. Según Finegan (1993), la distribución irregular en el área basal es una característica de bosque secundarios que han sido intervenidos o han sufrido algún disturbio.

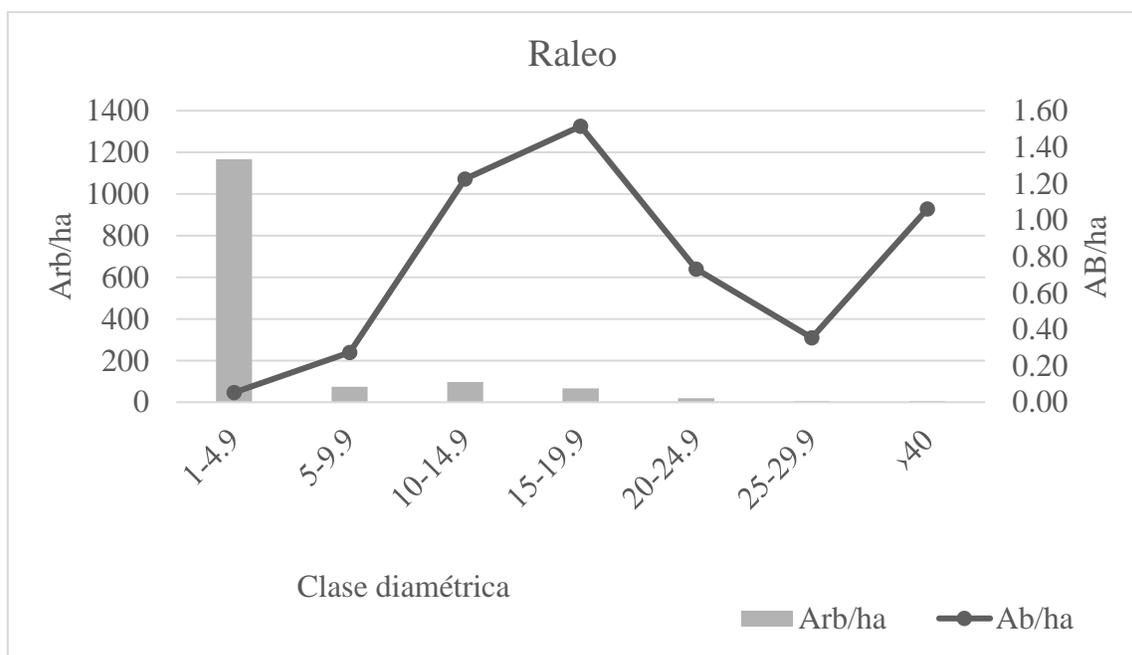


Figura 4. Distribución del número de árboles y área basal para el tratamiento de raleo.

La figura 5 muestra la distribución de la densidad (Arb/ha) y el área basal (Ab/ha) para el tratamiento de selección. La distribución del área basal por categoría diamétrica presenta una distribución irregular, donde la mayor cantidad de área basal está entre la categoría de 10 a 19.9 cm, al igual que el tratamiento de raleo, esto indica que en estas categorías se encuentran una densidad alta en comparación a las otras categorías diamétricas.



Figura 5. Distribución del número de árboles y área basal para el tratamiento de selección.

En el caso del testigo (Figura 6) la distribución es más homogénea, donde la mayor cantidad de área basal se concentra entre las categorías diamétricas de 10 hasta 29.9 cm, esto indica que no ha habido ningún disturbio y que lleva un proceso natural de la sucesión donde tiende a ser más homogéneo conforme avanza la sucesión.

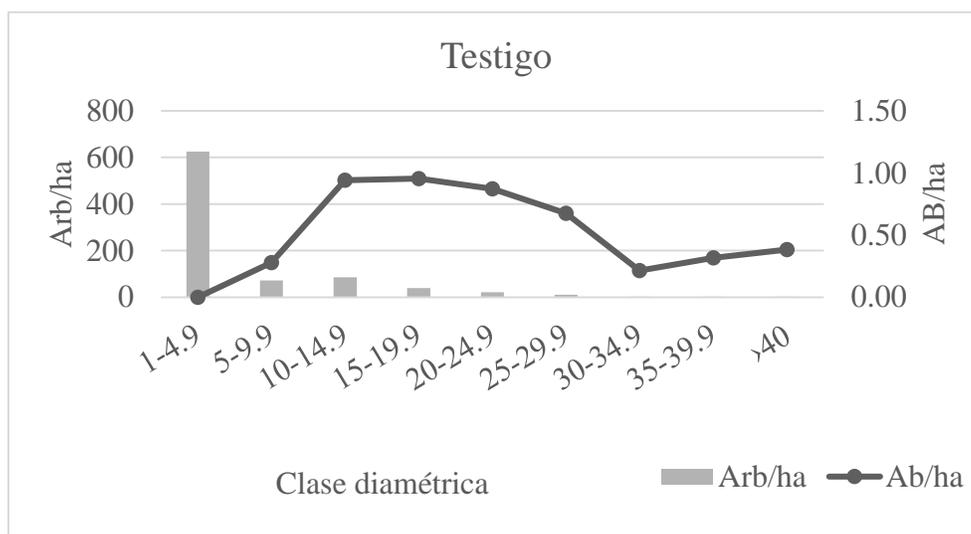


Figura 6. Distribución del número de árboles y área basal para testigo.

5.3. Comparación de los tratamientos en los periodos de estudio

5.3.1. Comparación de la composición y estructura horizontal por tratamiento en los periodos de estudios

En el tratamiento de raleo hubo especies que solo estuvieron presente en un solo periodo de estudio 1995, 2005 y este estudio. El cuadro 4 detalla las especies que estuvieron presente en solo un periodo, para el año 1995 se registró dos especies *Enseadenia litorali* (Conchita) y *Thouindium decandrum* (Melero). En el 2005 *Achatocarpus nigricans* (Barazón), *Albizia niopoides* (Guanacaste blanco) y *Calycophyllum candidissimum* (Madroño). Las especies *Bonellia nervosa* (Barbasco), *Rauwolfia* spp. (Comida de Culebra) *Randia obcardata* (Crucita) y *Shoepfia schreberi* (Melón árbol) son las especies nuevas que aparecieron en este estudio.

El anexo 4 detalla las 14 especies que lograron permanecer desde 1995 hasta 2023, de las cuales las que se destacan *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno negro), *Mysrospermum frutescens* (Chiquirín), *Vachellia collinsii* (Cornizuelo,) y *Cordia gerascanthus* (Laurel macho).

Las especies que lograron permanecer a lo largo del tiempo pertenecen al gremio de heliófita durables y están presente en todas las etapas de la sucesión (RainDrop, 2020), por lo cual, hace que estén presente desde 1995 hasta 2023. Según Finegan (1993), algunas especies pioneras que se establecen en la primera etapa de la sucesión logran permanecer en el sitio, solo que su abundancia disminuye.

Cuadro 4. Especies que estuvieron presente solo en un estudio en el tratamiento de raleo

Nombre común	Nombre científico	1995	2005	2023
Conchita	<i>Enseadenia litorali</i>	✓	-	-
Melero	<i>Thouindium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.)	✓	-	-
Barazón	<i>Achatocarpus nigricans</i> (Triana)	-	✓	-
Guanacaste blanco	<i>Albizia niopoides</i>	-	✓	-
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	-	✓	-
Barbasco	<i>Bonellia nervosa</i> (Jacq)	-	-	✓
Comida de culebra	<i>Rauvolfia</i> spp. L	-	-	✓
Crucita	<i>Randia obcordata</i> (L)	-	-	✓
Melón (árbol)	<i>Shoepfia schreberi</i> (Jacq)	-	-	✓

El cuadro 5 detalla las especies que estuvieron presente en solo un periodo de estudio en el tratamiento de selección. Para el año 1995 se registraron *Senna skinneri* (Abejón), *Enseadenia litorali* (Conchita), *Handroanthus ochraceus* ssp. *neochysanthus* (Cortez), *Solanum erianthum* (Lava Plato) y *Machaerium biovulatum* (Palo de Faja). En el 2005 se reportaron 2 especies nuevas *Phyllostylon brasiliensis* (Escobillo) y *Achatocarpus nigricans* (Barazón).

Para este estudio se identificaron 7 especies nuevas *Machaerium biovulatum* (Uña de Gato), *Erythroxyllum havanense* (Tetilla), *Astronium graveolens* (Palo Overo), *Capparis pachaca* spp. *Oxysepala* (Naranjillo), *Casearia corymbosa* (Cerito), *Randia obcardata* (Crucita) y *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste Negro). El anexo 5 se enlistan las 14 especies que lograron permanecer desde 1995 hasta 2023, de las cuales se destacan *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno negro), *Mysrospermum frutescens* (Chiquirín), *Vachellia collinsii* (Cornizuelo), *Karwinskia calderonii* (Güiligüiste) y *Cordia gerascanthus* (Laurel Macho).

Cuadro 5. Especies que estuvieron presente solo en un estudio en el tratamiento de selección

Nombre común	Nombre Científico	1995	2005	2023
Abejón	<i>Senna skinneri</i> (Mill)	✓	-	-
Conchita	<i>Enseadenia litorali</i>	✓	-	-
Cortez	<i>Handroanthus ochraceus</i> ssp. (Cham.) Mattos	✓	-	-
Lava plato	<i>Solanum erianthum</i> D. Dox	✓	-	-
Palo de faja	<i>Machaerium biovulatum</i> Mich	✓	-	-
Escobillo	<i>Phyllostylon brasiliensis</i>	-	✓	-
Barazón	<i>Achatocarpus nigricans</i> (Triana)	-	✓	-
Uña de gato	<i>Machaerium biovulatum</i> (Pers)	-	-	✓
Tetilla	<i>Erythroxyllum havanense</i> (Jacq)	-	-	✓
Palo overo	<i>Astronium graveolens</i> (Jacq)	-	-	✓
Naranjillo	<i>Capparis pachaca</i> spp. <i>Oxysepala</i> (L.)	-	-	✓
Cerito	<i>Casearia corymbosa</i> (Kunth)	-	-	✓
Crucita	<i>Randia obcardata</i> (L)	-	-	✓
Guanacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq)	-	-	✓

En el estudio de 1995 no se inventariaron las parcelas pertenecientes a testigo, sino que fue hasta el 2005 que se inventariaron dichas parcelas. Al igual que los tratamientos en el testigo hubo especies que solo se registraron en un periodo. Para el 2005 fueron 7 especies que en el año 2023 no se registraron que fueron *Senna atomaria* (Vainillo), *Capparis pachaca* spp. *oxysepala* (Naranjillo), *Randia obcardata* (Crucita), *Calycophyllum candidissimum* (Madroño), *Alophyllus psilospermus* (Padre de Familia), *Bonellia nervosa* (Barbasco) y *Enseadenia litorali* (Conchita). Las especies *Ximenia americana* (Jocomico) y *Casearia tremula* (Yayo) fueron las especies nuevas que aparecieron en este estudio (Cuadro 6).

A partir del 2005 hasta el 2023 fueron 20 especies que permanecieron de las cuales se destacan *Achatocarpus nigricans* (Barazón), *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno negro), *Mysrospermum frutescens* (Chuiquirín) y *Vachellia collinsii* (Cornizuelo) (Anexo 6).

Cuadro 6. Especies que estuvieron presente solo en un estudio en el testigo

Nombre Común	Nombre científico	2005	2023
Vainillo	<i>senna atomaria</i> (L.)	✓	-
Naranjillo	<i>Capparis pachaca</i> spp. <i>Oxysepala</i> (L.)	✓	-
Crucita	<i>Randia obcardata</i> (L)	✓	-
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	✓	-
Padre de familia	<i>Alophyllus psilospermus</i>	✓	-
Barbasco	<i>Bonellia nervosa</i> (Jacq)	✓	-
Conchita	<i>Enseadenia litorali</i>	✓	-
Jocomico	<i>Ximenia americana. L</i>	-	✓
Yayo	<i>Casearia tremula</i> (Jacq)	-	✓

Al igual que muchas especies fueron las que permanecieron y algunas fueron la más representativa, también en cada periodo se registraron las familias más representativas según el número de especies que la conforman. En 1995 la familia de la Fabaceae tuvo 4 especies y la Boraginaceae presento 6 especies, esta misma familia en el año 2005 y 2023 solo registro 2 especies. La Fabaceae en el 2005 se mantuvo registrando 4 especies y para el 2023 aumentó encontrándose 12 especies siendo esta familia la más representativa.

La familia de la Fabaceae es muy representativa en los bosques secos y húmedos de Nicaragua, además esta alberga especies que sirven para forraje al ganado mayor y menor, y muchas de sus tienen valor ornamental y maderable, además es considerada una de la familia más diversa debido a su gran variabilidad morfológica, fisiológica y ecológica que presentan las especies que la conforman (Dafne, 2021).

El cuadro 7 detalla el número de especies encontradas por cada tratamiento en los periodos de 1995, 2005 y este estudio. Para el tratamiento de raleo en el año 2005 registró la mayor cantidad de especies (24). Para este estudio se inventariaron 27 especies, siendo este el que tuvo la mayor riqueza en el tratamiento de selección. Los tratamientos no provocaron la desaparición de especies, sino que los resultados demuestran la dinámica natural de los bosques secundarios.

Según Finegan (1992), 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 tenía 8 años de edad, su primera evaluación fue en 1995 cuando tenía 9 años, su segunda evaluación se realizó en 2005 en el cual tenía 19 años, y en este estudio se realizó su tercera evaluación con 37 años de edad.

La estructura horizontal representada por la densidad (Arb/ha) y Área basal por hectárea (m^2/ha) fue mayor en el año 2005 para los dos tratamientos evaluados raleo y selección. En el año 1994 se aplicaron los dos tratamientos silviculturales, por tal razón, en 1995 la densidad y área basal es menor en comparación a los otros estudios. Debido a la población cercana al sitio de estudio y a sus actividades, el bosque se vio afectado en la estructura horizontal, por tal razón, la densidad y área basal disminuyeron en comparación al año 2005 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Variación temporal en el número de especies, densidad y área basal 28 años después de haberse aplicado los tratamientos

Variable	Tratamiento					
	Raleo			Selección		
	1995	2005	2023	1995	2005	2023
Número de especies	23	24	22	25	25	27
Densidad Arb/ ha	1533	3492	2142	2666	4667	2183
Área basal m^2/ha	2.48	18.51	15.64	5.53	28.11	16.17

Para las parcelas de testigo se tomaron desde el año 2005, debido a que en el estudio de Aich y Narváez (1996), no se encuentran resultados de dichas parcelas. Para el 2005 se registró la mayor densidad y área basal por hectárea, además presentó la mayor riqueza florística siendo 27 especies la inventariadas. Para este estudio las actividades antropogénicas afectaron la riqueza y estructura horizontal, donde estas dos variables disminuyeron (Cuadro 8).

Cuadro 8. Variación temporal entre 2005 y 2023 en el número de especies, densidad y área basal, en las parcelas de testigo

Variable	Testigo	
	2005	2023
Número de especies	27	23
Densidad Arb/ha	3624	1342
Área basal m ² /ha	30.9	13.92

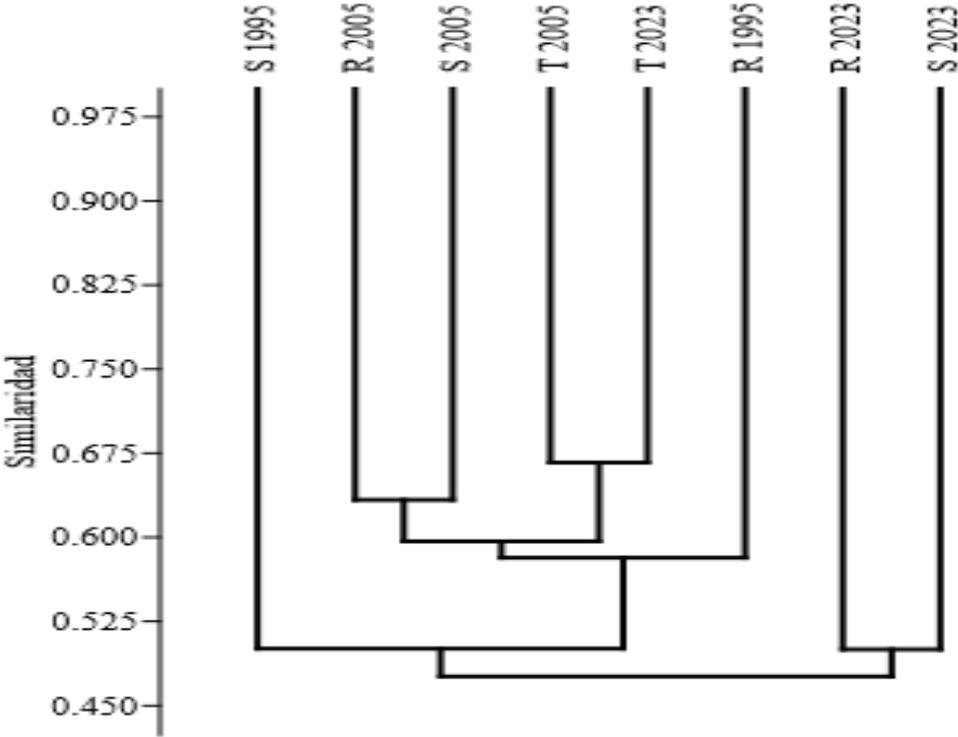
5.3.2. Similaridad y diversidad florística de los tratamientos en los periodos de estudios

De acuerdo con el coeficiente de Jaccard, la similaridad entre el tratamiento de raleo de 1995 y 2005 es del 62%, y entre 1995 y 2023 disminuyó un 10% siendo del 52 % de especies que comparten en ambos periodos. Sin embargo, la similaridad entre el 2005 y 2023 es del 55% en cuanto a su composición (Figura 7). Para el año 1995 y 2005 presentó la mayor similaridad entre especies, lo que indica que la variación no fue notoria en cuanto a la riqueza florística. Para el año 1995 y 2023 la similaridad es menor, esto muestra que la sucesión ha estado avanzando, por lo cual muchas especies no se encuentran en el sitio y nuevas especies logran establecerse.

Para el tratamiento de selección la similaridad entre el año 1995 y 2005 es del 56%, y entre 1995 y 20023 es del 40%, mientras que la similaridad entre 2005 y 2023 es del 57%, lo que indica que comparte una cantidad significativa (Figura 7). Los años que comparte la mayor similaridad es entre 2005 y 2023, por lo cual se espera que sean pocas las nuevas especies lleguen al sitio.

Según Finegan (1993), en el proceso de la sucesión secundaria es natural que algunas especies desaparezcan siendo algunas que pertenecen a la primera etapa de la sucesión las cuales están dentro del gremio de las heliófita efímeras y otras persisten en menor abundancia, estas especies están en el grupo de las heliófita durables, y nuevas especies aparezcan, por lo tanto, entre más distante sean los periodos ha comprar menor será la similaridad, y esto ocurre al comparar los tratamientos de los años 1995 y 2023.

Para el testigo la similaridad entre el año 2005 y 2023 es del 66% (Figura 7), siendo las parcelas no tratadas las que presentaron mayor similaridad en comparación a las parcelas tratadas, lo cual indica que el proceso natural de la sucesión del bosque tiende a más equilibrio, por lo tanto, se espera que a futuro la similaridad aumente.



T: Testigo, **R:** Raleo, **S:** Selección.

Figura 7. Similaridad entre tratamiento y testigo por cada periodo de estudio.

5.3.3. Índices de diversidad por categoría de vegetación y tratamiento

El cuadro 9 detalla la diversidad según el índice de Shannon-Wiener y la uniformidad según el índice de Pielou.

Al comparar la diversidad y la uniformidad del 2005 y este estudio se encontró que, en la categoría de brinzal, el tratamiento de raleo actual registró un índice de Shannon-Wiener de 1.30, a pesar que la diversidad es baja en el 2005, su uniformidad es más equitativa con un índice de Pielou de 0.60. El tratamiento de selección, actualmente muestra la mayor diversidad con un índice de Shannon-Wiener de 2.05. Sin embargo, la distribución de las especies es más equitativa para el 2005 con un índice de Pielou de 0.91. Para el testigo en 2005 se registró un índice de Shannon-Wiener de 1.89. La diversidad actualmente del testigo fue afectada por un disturbio antropogénico.

En la categoría de latizal, para el 2005 se registró la mayor diversidad en los dos tratamientos y el testigo. En el tratamiento de raleo se registró la mayor diversidad con un índice de Shannon-Wiener de 1.5, a pesar que la diversidad actual es baja en comparación al 2005, su distribución es más equitativa, evidenciada por un índice de Pielou de 0.63. El tratamiento de selección, por otro lado, actualmente mostro la mayor diversidad con un índice de Shannon-Wiener de 1.22, también evidenciada por un índice de Pielou (0.49). Para el testigo, se registró en el 2005 la mayor diversidad con un índice de Shannon-Wiener de 1.62, pero actualmente la distribución de las especies es más homogénea.

Para la categoría de fustal, para el tratamiento de raleo en el 2005 se registró la mayor diversidad según el índice de Shannon-Wiener (2.17). El tratamiento de selección en el 2005 presentó un índice de Shannon-Wiener de 2.37, en el caso del índice de Pielou para el 2005 y este estudio se presenta la misma uniformidad de especies siendo de 0.87. Para el testigo actualmente la diversidad es mayor con un índice de Shannon-Wiener de 2.52, y en el índice de Pielou no se registró ninguna variación siendo para los dos estudios de 0.89.

Cuadro 9. Variación temporal de la composición y diversidad florística de las categorías de vegetación por cada tratamiento en dos periodos (2005-2023)

Categoría de vegetación	Variable	Tratamiento				Testigo	
		Raleo		Selección		2005	2023
		2005	2023	2005	2023		
Brinzales	N° de familias	4	7	8	13	7	4
	N° de especies	4	12	9	19	8	4
	Shannon-Wiener	0.83	1.30	1.99	2.05	1.89	0.39
	Pielou	0.60	0.53	0.91	0.7	0.91	0.13
Latizales	N° de familias	15	6	13	6	18	6
	N° de especies	21	9	21	12	25	9
	Shannon-Wiener	1.5	1.38	0.83	1.22	1.62	1.51
	Pielou	0.49	0.63	0.27	0.49	0.5	0.69
Fustales	N° de familias	7	6	10	7	10	12
	N° de especies	11	12	15	16	15	17
	Shannon-Wiener	2.17	2.11	2.37	2.41	2.42	2.52
	Pielou	0.9	0.85	0.87	0.87	0.89	0.89

5.3.4. Índice de valor de importancia (IVI)

En los periodos de 1995, 2005 y este estudio en los dos tratamientos se encuentran algunas especies en común que según su índice de valor de importancia (IVI) son las más importante. Las especies *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno negro), *Vachellia collinsii* (Cornizuelo), *Caesalpinia exostema* (Niño muerto) y *Myrospermum frutescens* (Chiquirín), son especies que aparecen en las primeras etapas de la sucesión ecológica, ya que son especies pioneras que ayudan a recuperar suelo degradados, cabe mencionar que su rango de dispersión es grande ya que la mayoría se dispersa por el viento. además de estar en las primeras etapas de la sucesión estas especies se han logrado mantener a lo largo del tiempo (RainDrop, 2020).

Según Finegan (1993), a medida avanza la sucesión las especies que aparecieron de primero, van disminuyendo su abundancia y otras especies nuevas aparecen. De las cuatro especies mencionadas la que siempre aparece en primer lugar en la categoría de latizal para el año 2005 y este estudio es *Lonchocarpus minimiflorus* (Chaperno negro). Según Aich y Narváez (1996), y Díaz y Dixon (2006), reportaron una especie que para el 2023 no aparece, la cual es *Gyrocarpus americanus* (Talalate), esta especie al igual que las demás, aparece en la primera etapa de la sucesión.

5.3.5. Efecto de los tratamientos y factores que pudieron influir sobre los resultados de la composición florística

Los resultados obtenidos en relación a la diversidad florística y estructura horizontal para los tratamientos evaluados en el año 2023 son similares entre sí, no encontrando mucha diferencia entre los tratamientos de raleo y selección. En los diferentes resultados expuesto en este estudio se puede lograr observar que la riqueza y diversidad no fueron afectada por los tratamientos en comparación con las parcelas de testigos. De acuerdo a los análisis estadísticos demuestran que la diversidad florística y estructura horizontal fue mayor en las parcelas tratadas en comparación a las no tratadas es similar tanto para las parcelas tratadas y la no tratadas.

Los resultados indican que los tratamientos tuvieron resultados positivos y que se eliminaron un adecuado número de individuo entre todas las especies existente al momento de la aplicación de los tratamientos y que estos no fueron dirigidos a la extinción de una especie en particular, Aich y Narváez (1996) y Díaz y Dixon (2006), reportaron resultados similares al presente estudio.

Según un informante clave (Manuel Rodríguez) que es baqueano de la zona, menciona que cerca del área de estudio se encuentra una población aledaña, por lo cual, las actividades antropogénicas como lo es el pastoreo de ganado y la extracción de leña fueron factores que produjeron cambios en la composición florística y estructura horizontal del bosque secundario.

VI. CONCLUSIONES

La composición florística y la estructura horizontal del bosque secundario en estudio, presento un alto nivel de diversidad, por lo cual, la sucesión va encaminando su proceso natural donde en futuros años llegara a ser un bosque maduro, que es donde los cambios son casi nulos.

La sucesión secundaria en el sitio de estudio se vio favorecida ya que en 1994 se aplicaron tratamientos silviculturales, lo cual permitió que la diversidad florística aumentara y la estructura horizontal tuvo cambio, donde en el 2005 presento datos mayores referente al estudio 1994 y 2023.

Los disturbios o intervenciones interrumpen el proceso de la sucesión y esto se refleja en el área basal donde en los dos últimos estudios (2005-2023) presenta una distribución irregular en los tratamientos aplicados. Sin embargo, el área basal de un bosque sin intervención su distribución es más homogéneo como se presenta en el testigo en los dos últimos estudios.

En el proceso natural de la sucesión muchas especies permanecen a lo largo del tiempo las cuales pertenecen al gremio de las heliófita durables y otras desaparecen o su abundancia disminuye, estas especies pertenecen a las heliófita efímeras. Sin embargo, este es el proceso natural que se refleja en un sitio donde se presenta la sucesión secundaria.

VII. RECOMENDACIONES

Integrar el componente socioeconómico en la investigación, para ver la importancia y demanda de las especies arbóreas en el sitio.

Identificar un instrumento para evaluar los disturbios en el ecosistema que permitan determinar su frecuencia.

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

Continuar monitoreando los cambios y la dinámica en la composición florística y estructura horizontal del bosque secundario del Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente hasta alcanzar la madurez del bosque con el objetivo de tener información para el manejo de los bosques secos secundarios y detectar los cambios causados por la intervención del hombre o por efectos del calentamiento global.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aich, M., & Narváez, O. (1996). *Evaluación Preliminar de dos Tratamientos Solviculturales en Vegetación Secundaria del Bosque Tropical Seco del Refugio de Vida Silvestre Chacocente*. Tesis: Universidad Nacional Agraria.
- Alvarez, P., & Varona, J. (1988). *Silvicultura*. Ciudad de la Habana: Pueblo.
- Dafne, M. (Enero de 2021). *Botánica aplicada: Fabaceae*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/34788324_Familia_Fabaceae
- Diaz, A., & Dixon, L. (2006). *Composición Florística y Estructural de un Bosque Secundario Después de Aplicarse dos Tratamientos Silviculturales en el Refugio de Vida Silvestre de Chacocente-Carazo*. Tesis: Universidad Nacional Agraria.
- Finegan, B. (1992). *El Potencial de Manejo de los Bosques Húmedos Secundarios Neotropicales de las Tierras Bajas*. CATIE.
- Finegan, B. (1993). *Apuntes del curso de bases ecológicas para el manejo de bosques tropicales*. Costa Rica: CATIE.
- IRENA. (1981). *Estudio básico Chacocente*. Managua: MARENA Central.
- IRENA. (1987). *Estudio de la vegetación del Refugio de vida silvestre de Río Escalante-Chacocente*. Managua: MARENA Central.
- Lamprecht, J. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. Rossford, Alemania: Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit.
- Magurran, A. (1988). *Diversidad Ecológica y sus Medidas*. Nueva Jersey: Princeton University Press.
- MARENA. (2001). *Informe del estado ambiental en Nicaragua*. Managua: MARENA Central.
- MARENA. (2002). *Plan de manejo del refugio de vida silvestre río Escalante Chacocente*. Managua: Enrique Bolaños Fundación. Recuperado de <https://www.enriquebolanos.org/media/informe/Refugio%20de%20vida%20Silvestre%20Río%20Escalante-Chacocente.pdf>
- Martinez, H., & Hughes, C. (1987). *Manejo de Vegetación secundaria en las Zonas secas de América Central, México y el Caribe*. Huaraz: Perú.
- Matteucci, S., & Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico: Washington.
- Moreno, C. (2011). *Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas*. México: México.

- Narváez, O. (2012). *Dinámica de crecimiento, estructura y composición de la vegetación secundaria en trópico seco de Nandarola, Nicaragua*. Tesis: Universidad Nacional Agraria.
- Norder, N. (2014). Colombia Forestal. *Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales*, 247-261.
- Oyvind, H. (2000). *Google play store*. Obtenido de PAST: <https://past.en.lo4d.com>
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F., & Real, P. (1997). *Mensura forestal*. Costa Rica: Serie Investigación y educación en desarrollo sostenible.
- Quiros, D., Louman, B., Valerio, J., & Jiménez, W. (2001). *Bases ecológicas*. Centro Agronómico de investigaciones y enseñanza.
- RainDrop. (Septiembre de 2020). Recuperado de <https://www.raindropsv.com/guia-esp-arb/lonchocarpus-minimiflorus-donn.-sm.->
- Richards, P. (1976). *The Tropical Rain Forest; an Ecological Study*. University Press.
- Sabogal, C., & Valerio, L. (1998). *Forest composition, structure and regeneration in a dry forest of the Nicaragua Pacific coast. In: Forest Biodiversity in North Central and South America, And the Caribbean*. New York, USA: UNESCO.
- Salas, J. (1993). *Arboles de Nicaragua*. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente: Hispamer.
- Shannon-Wiener. (1949). *The mathematical theory of communication*. university of Illinois Press. EEUU: Urbana.
- Synnott, T. (1980). *Tropical rainforest silvicultura: a research Project report*. Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford.
- Weatherspark. (2023). *Chispa del tiempo*. Recuperado de <https://weatherspark.com/y/14347/Average-Weather-in-Nandaime-Nicaragua-Year-Round>

IX. ANEXO

Anexo 1. Formato utilizado para la recolección de datos en la categoría de brinzal

Tratamiento	N° Parcela	Especie	N° árbol	Observaciones
-------------	------------	---------	----------	---------------

Anexo 2. Formato utilizado para la recolección de datos en la categoría de fustal y latizal

N° Parcela	Tratamiento		DAP	Altura	Estado Fitosanitario	Observaciones
	Especie	N° de ejes				

Anexo 3. Listado general de las especies arbóreas y arbustivas, encontradas en el inventario del área de estudio de Chacocente

Nombre común	Nombre científico	Familia	Tratamiento		T	Forma de vida
			R	S		
Abejón	<i>Senna skinneri</i> (Mill)	Fabaceae	✓			Árbol
Barazón	<i>Achatocarpus nigricans</i> (Triana)	Achatocarpaceae			✓	Árbol
Barbasco	<i>Bonellia nervosa</i> (Jacq)	Primulaceae	✓	✓		Arbusto
Cerito	<i>Casearia corymbosa</i> (Kunth)	Salicaceae		✓		Árbol
Chaperno negro	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> (Jacq)	Fabaceae	✓	✓	✓	Árbol
Chiquirín	<i>Mysrospermum frutescens</i> (Jacq)	Fabaceae	✓	✓	✓	Árbol
Comida de culebra	<i>Rauvolfia</i> spp. L	Apocynaceae	✓			Árbol
Conchita	<i>Esenbeckia berlandieri</i> spp. L	Rutaceae			✓	Árbol
Cornizuelo	<i>Vachellia collinsii</i> (Saff)	Fabaceae	✓	✓	✓	Árbol
Cortez	<i>Handroanthus ochraceus</i> ssp. <i>Neochysanthus</i> (Cham.) Mattos	Bignonaceae			✓	Árbol
Crucito	<i>Randia obcardata</i> (L)	Rubiaceae	✓	✓		Árbol
Granadillo arbustivo	<i>Coursetia elíptica</i> . (DC.)	Fabaceae			✓	Árbol
Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> (Lam)	Malvaceae	✓		✓	Árbol

Anexo 3. Continuación...

Guanacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq)	Fabaceae	✓	✓		Árbol	
Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i> (Zucc.)	Rhamnaceae			✓	Árbol	
Huesito	<i>Allophylus racemosus</i> (L.)	Sapindaceae			✓	Árbol	
Huevo de chanco	<i>Tabernaemontana glabra</i> (L.)	Apocynaceae	✓	✓	✓	Árbol	
Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i> (L.)	Burseraceae			✓	Árbol	
Jocomico	<i>Ximenia americana</i> . L	Olacaceae			✓	Árbol	
Laurel macho	<i>Cordia gerascanthus</i> .L	Boraginaceae	✓	✓	✓	Árbol	
Melero	<i>Thouindium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.)	Sapindaceae			✓	Árbol	
Melón (Árbol)	<i>Shoepfia schreberi</i> (Jacq)	Shoepfiaceae	✓			Árbol	
Nacascolo	<i>Caesalpinia coriana</i> (Jacq.) Willd.	Fabaceae	✓	✓	✓	Árbol	
Nancigüiste	<i>Ziziphus guatemalensis</i> (Mill.)	Rhamnaceae	✓	✓	✓	Árbol	
Naranjillo	<i>Capparis pachaca</i> spp. <i>Oxysepala</i> (L.)	Capparaceae	✓	✓		Árbol	
Niño muerto	<i>Caesalpinia exostemma</i> (L.)	Fabaceae	✓	✓	✓	Árbol	
Palo de rosa	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers)	Celastraceae			✓	Árbol	
Palo overo	<i>Astronium graveolens</i> (Jacq)	Anacardaceae			✓	Árbol	
Papaturro	<i>Coccoloba caracasana</i> (P. Browne)	Polygonaceae	✓			Arbusto	
Poro-poro	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd)	Bixaceae				✓	Árbol
Quebracho	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq)	Fabaceae	✓	✓	✓	Árbol	
Sangregado del pacifico	<i>Pterocarpus rohrii</i> (Jacq)	Fabaceae			✓	Árbol	
Talalate	<i>Gyroscarpus americanus</i> (Jacq)	Hernandiaceae	✓	✓	✓	Árbol	
Tetilla	<i>Erythroxyllum havanense</i> (Jacq)	Erythroxyllaceae			✓	Árbol	
Tigüilote	<i>Cordia dentata</i> (Jacq)	Boraginaceae	✓	✓	✓	Árbol	
Uña de gato	<i>Machaerium biovulatum</i> (Pers)	Fabaceae			✓	Árbol	
Vainillo	<i>Senna atomaria</i> (L.)	Fabaceae	✓	✓		Árbol	
Yayo	<i>Casearia tremula</i> (Jacq)	Salicaceae	✓	✓	✓	Árbol	

Anexo 4. Composición y diversidad florística de las categorías de vegetación por cada tratamiento hace 28 años en Chacocente

Categoría de vegetación	Variable	Tratamiento		Testigo
		Raleo	Selección	
Brinzales	Nº de familias	7	13	4
	Nº de especies	12	19	4
	Shannon – Wiener	1.308	2.057	0.399
	Pielou	0.53	0.70	0.13
Latizales	Nº de familias	6	6	6
	Nº de especies	9	12	9
	Shannon – Wiener	1.386	1.223	1.516
	Pielou	0.63	0.49	0.69
Fustales	Nº de familias	6	7	12
	Nº de especies	12	16	17
	Shannon – Wiener	2.113	2.41	2.524
	Pielou	0.85	0.87	0.89

Anexo 5. Especies que permanecieron en los tres periodos de estudio en el tratamiento de raleo

Nombre común	Nombre científico	1995	2005	2023
Abejón	<i>Senna skinneri</i> (Mill)	✓	✓	✓
Cachito	<i>Tabernaemontana glabra</i> (L.)	✓	✓	✓
Chaperno negro	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> (Jacq)	✓	✓	✓
Chiquirín	<i>Mysrospermum frutescens</i> (Jacq)	✓	✓	✓
Cornizuelo	<i>Vachellia collinsii</i> (Saff)	✓	✓	✓
Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> (Lam)	✓	✓	✓
Laurel macho	<i>Cordia gerascanthus</i> (L.)	✓	✓	✓
Nacascolo	<i>Caesalpinia coriana</i> (Jacq.) Willd	✓	✓	✓
Niño muerto	<i>Caesalpinia exostemma</i> (L.)	✓	✓	✓
Papaturro	<i>Coccoloba caracasana</i> (P. Browne)	✓	✓	✓

Anexo 5. Continuación...

Quebracho	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq)	✓	✓	✓
Talalate	<i>Gyroscarpus americanus</i> (Jacq)	✓	✓	✓
Tigüilote	<i>Cordia dentata</i> (Jacq)	✓	✓	✓
Vainillo	<i>senna atomaria</i> (L.)	✓	✓	✓

Anexo 6. Especies que permanecieron en los tres periodos de estudio en el tratamiento de selección

Nombre común	Nombre científico	1995	2005	2023
Cachito	<i>Tabernaemontana glabra</i> (L.)	✓	✓	✓
Chaperno negro	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> (Jacq)	✓	✓	✓
Chiquirín	<i>Mysrospermum frutescens</i> (Jacq)	✓	✓	✓
Cornizuelo	<i>Vachellia collinsii</i> (Saff)	✓	✓	✓
Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i> (Zucc.)	✓	✓	✓
Laurel macho	<i>Cordia gerascanthus</i> (L.)	✓	✓	✓
Melero	<i>Thouindium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.)	✓	✓	✓
Nacascolo	<i>Caesalpinia coriana</i> (Jacq.) Willd	✓	✓	✓
Nancigüiste	<i>Ziziphus guatemalensis</i> (Mill.)	✓	✓	✓
Niño muerto	<i>Caesalpinia exostemma</i> (L.)	✓	✓	✓
Palo de rosa	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers)	✓	✓	✓
Sangregado	<i>Pterocarpus rohrii</i> (Jacq)	✓	✓	✓
Talalate	<i>Gyroscarpus americanus</i> (Jacq)	✓	✓	✓
Vainillo	<i>senna atomaria</i> (L.)	✓	✓	✓

Anexo 7. Especies que permanecieron a partir del 2005 hasta el 2023 en el tratamiento de testigo

Nombre común	Nombre científico	2005	2023
Barazón	<i>Achatocarpus nigricans</i>	✓	✓
Cachito	<i>Tabernaemontana glabra</i>	✓	✓
Chaperno	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	✓	✓
Chiquirín	<i>Mysrospermum frutescens</i>	✓	✓
Cornizuelo	<i>Vachellia collinsii</i>	✓	✓
Cortez	<i>Handroanthus ochraceus</i> ssp. <i>Neochysanthus</i>	✓	✓
Granadillo arbustivo	<i>Coursetia elíptica</i>	✓	✓
Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>	✓	✓
Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i>	✓	✓
Laurel macho	<i>Cordia gerascanthus</i>	✓	✓
Melero	<i>Thouindium decandrum</i>	✓	✓
Nacascolo	<i>Caesalpinia coriana</i>	✓	✓
Nancigüiste	<i>Ziziphus guatemalensis</i>	✓	✓
Niño muerto	<i>Caesalpinia exostemma</i>	✓	✓
Palo de rosa	<i>Semialarium mexicanum</i>	✓	✓
Papaturro	<i>Coccoloba caracasana</i>	✓	✓
Poro-Poro	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	✓	✓
Quebracho	<i>Lysiloma divaricatum</i>	✓	✓
Talalate	<i>Gyroscarpus americanus</i>	✓	✓
Tigüilote	<i>Cordia dentata</i>	✓	✓