



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

Composición florística y estructura de la vegetación leñosa en áreas de restauración pasiva del bosque seco de la reserva natural Laipuna, cantón Macará, provincia de Loja

**Trabajo de Integración Curricular,
previo a la obtención del título de
Ingeniera Forestal**

AUTORA:

Karina Anabel Ramón Naula

DIRECTOR:

Ing. Darío Veintimilla Ramos Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 22 de agosto del 2023

Ing. Darío Alfredo Veintimilla Ramos Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Composición florística y estructura de la vegetación leñosa en áreas de restauración pasiva del bosque seco de la reserva natural Laipuna, cantón Macará, provincia de Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniera forestal**, de la autoría de la estudiante **Karina Anabel Ramon Naula**, con **cédula de identidad Nro. 1150020046**. Una vez que el trabajo cumple todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



firmado electrónicamente por:
DARIO ALFREDO
VEINTIMILLA RAMOS

Ing. Darío Alfredo Veintimilla Ramos Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Karina Anabel Ramón Naula**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1150020046

Fecha: 06/02/2024

Correo electrónico: karina.ramon@unl.edu.ec

Teléfono: 0991557121

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Karina Anabel Ramón Naula**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Composición florística y estructura de la vegetación leñosa en áreas de restauración pasiva del bosque seco de la reserva natural Laipuna, cantón Macará, provincia de Loja**, como requisito para optar el título de **Ingeniera Forestal**, autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los seis días del mes de febrero del dos mil veinticuatro.

Firma: 

Autora: Karina Anabel Ramón Naula

Cédula: 1150020046

Dirección: Sauces Norte Vía antigua a Cuenca

Correo electrónico: karina.ramon@unl.edu.ec

Teléfono: 0991557121

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Integración Curricular: Ing. Darío Alfredo Veintimilla Ramos Mg. Sc.

Dedicatoria

El presente trabajo quiero dedicar a mi padre Vicente Rodrigo Ramón Zúñiga, el cual ha sido mi pilar fundamental en todo mi proceso académico y personal, el que me ha motivado a seguir adelante pese a los obstáculos encontrados, con su amor, cariño, Gracias a él he podido llegar a donde estoy ahora. ¡Te amo papa!

También a mi mama Diana Naula por haberme dado la vida, y por supuesto a mis 3 hermanos Edison (+), Alejandra, Viviana, A mis sobrinas Alejandra, Monserrat, Jazmín, y Pablo Alejandro. A mis abuelitos Benigno Ramón y Elva Zuñiga (+) su apoyo ha sido siempre lo que me ha motivado a seguir adelante

Karina Anabel Ramón Naula

Agradecimiento

Un agradecimiento muy especial a todas las personas que de una manera u otra me brindaron de su ayuda para poder llegar al cumplimiento de esta meta tan anhelada.

A Dios, a mi padre, hermanos por brindarme el apoyo, motivación, para culminar el presente trabajo.

A una persona especial que con su amor, cariño y amistad fue parte de esta gran meta.

A mis queridos amigos y compañeros: Darío, Yiyho, Jimmy, Daniela, Sofia, Richard, Juan, David e Ing. Juan Darío, por su contribución en la toma de datos en campo.

A mis queridas compañeras y amigas Valeria, Evelyn, Mirca, con quienes hemos mantenido una gran amistad, y hemos compartido el aprendizaje a lo largo de este trayendo académico, el apoyo mutuo nos ha llevado a realizar esta meta.

A Naturaleza y Cultura Internacional Ecuador, por permitir ocupar las instalaciones de la reserva natural Laipuna y el sitio para realizar la instalación de las parcelas.

Al Ingeniero Darío Veintimilla y Paul Eguiguren por su apoyo y motivación.

A la Universidad Nacional de Loja, a los docentes de la carrera de Ingeniería Forestal por su contribución en parte de mi formación. Al Herbario “Reinaldo Espinosa”, en especial al Ing. Jaime Peña en la identificación de las especies vegetales.

A todas las personas que me brindaron mensajes y palabras de aliento.

Karina Anabel Ramón Naula

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de anexos	xii
1. Título.....	1
2. Resumen.....	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1 Bosque seco tropical	6
4.2 Características de los bosques estacionalmente secos	6
4.3 Estructura y funcionamiento de la vegetación del bosque seco.....	7
4.4 Regeneración natural del bosque seco	7
4.5 Resiliencia del bosque seco	7
4.6 Ecosistemas forestales de bosque seco en Ecuador	8
4.6.1 <i>Diversidad de especies forestales de bosque seco en la provincia de Loja</i>	9
4.6.2 <i>Estado de conservación del bosque seco de la provincia de Loja</i>	9
4.6.3 <i>Estado actual de los bosques secos de la provincia de Loja</i>	10
4.7 Ecosistemas de la Reserva Natural Laipuna	10
4.7.1 <i>Bosque deciduo piemontano del Catamayo-Alamor</i>	10

4.8 Composición florística	10
4.9 Estructura del bosque	11
4.9.1 Estructura vertical.....	11
4.9.2 Estructura horizontal	11
4.9.3 Estructura diamétrica.....	11
4.10 Parámetros estructurales de la vegetación	11
4.10.1 Densidad absoluta.....	12
4.10.2 Densidad relativa	12
4.10.3 Frecuencia relativa	12
4.10.4 Dominancia relativa.....	12
4.10.5 Índice de valor de importancia (IVI).....	12
4.11 Riqueza	12
4.11.1 Diversidad alfa.....	13
4.12 Restauración ecológica	13
4.13 Tipos de restauración ecológica.....	13
4.13.1 Restauración ecológica activa	13
4.13.2 Restauración ecológica pasiva.....	13
4 Metodología	15
5.1 Área de estudio	15
5.2 Metodología para caracterizar la composición florística y diversidad en un área de restauración pasiva en el bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna	16
5.2.1 Establecimiento de parcelas permanentes a 1200 m s.n.m.	16
5.2.2 Recolección de datos	17
5.2.3 Calculo de los parámetros estructurales de la vegetación	18
5.2.4 Índices de diversidad.....	18
5.3 Metodología para determinar la estructura del componente arbóreo en un área de restauración pasiva en el bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna.	19
5.3.1 Área basal.....	19
5.3.2 Estructura diamétrica.....	19

5.3.3 Perfil estructural: vertical y horizontal.....	19
6. Resultados.....	21
6.1 Composición florística y diversidad arbórea en un área de restauración pasiva de bosque deciduo piemontano de la reserva natural Laipuna del cantón Macara, provincia de Loja.....	21
6.1.1 Composición florística del componente arbóreo	21
6.1.2 Parámetros estructurales la vegetación del estrato arbóreo.....	23
6.2 Estructura diamétrica del componente arbóreo en un área de restauración pasiva en el bosque seco	24
6.2.2 Área basal.....	25
6.2.3 Perfil horizontal de un área de restauración pasiva de bosque seco	27
6.2.4 Perfil vertical de un área de restauración pasiva del bosque seco.....	28
7. Discusión	29
7.1 Composición florística del componente arbóreo en un área de restauración pasiva del bosque seco deciduo piemontano.....	29
7.2 Diversidad arbórea del componente leñoso	30
7.3 Estructura del componente arbóreo en un área de restauración de bosque secos	31
8. Conclusiones	34
9. Recomendaciones	35
10. Bibliografía	36
11. Anexos	47

Índice de tablas:

Tabla 1. Hoja de campo para el registro de datos de las parcelas temporales.....	17
Tabla 2. Fórmulas para obtener los parámetros estructurales del componente arbóreo.	18
Tabla 3. Matriz para el cálculo del índice de Shannon para cada especies.....	19
Tabla 4. Escala de significancia para calificar la diversidad del bosque	19
Tabla 5. Hoja de campo para el registro de información de perfil horizontal y vertical.....	20
Tabla 6. Listado de las especies encontradas en un área de restauración pasiva del bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna.....	22
Tabla 7. Especies con mayor valor ecológico un área de restauración pasiva del bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna.....	23

Índice de figuras:

Figura 1. Mapa de bioclimas del Ecuador.....	9
Figura 2. Ubicación de las parcelas permanentes en áreas de restauración pasiva en la Reserva Natural Laipuna,Macara.....	15
Figura 3. Instalación de las parcelas permanentes en áreas de restauración pasiva a 1200 m s.n.m.	17
Figura 4. Medición del DAP, 1,30 m, placa con código 1,50 m, y recolección de muestras.....	18
Figura 5. Diseño del transecto sobre la toma de datos para elaborar los perfiles verticales y horizontales.....	20
Figura 6. Familias con mayor diversidad de especies en un área de restauración pasiva del bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna.....	21
Figura 7. Familias con mayor número de individuos en un área de restauración pasiva del bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna	22
Figura 8. Número de individuos por clases diamétricas del componente arbóreo de un área de restauración pasiva del bosque seco deciduo de la reserva Laipuna.....	25
Figura 9. Área basal de cada parcela y promedio del componente arbóreo de un área de restauración pasiva del bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna.....	25
Figura 10. Área basal por clases diamétricas del componente arbóreo de un área de restauración pasiva del bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna.....	26
Figura 11. Perfil horizontal de la vegetación leñosa, en un área de restauración pasiva del bosque seco la Reserva Natural Laipuna. 1, <i>Handroanthus chrysanthus</i> , 2 <i>Ipomoea wolcottiana</i> , 3 <i>Eriotheca ruizii</i> , 4 <i>Leucaena trichodes</i> , 5 <i>Psidium guineense</i> , 6 <i>Vachellia macracantha</i> , 7 <i>Senna mollissima</i>	27
Figura 12. Perfil vertical de la vegetación leñosa, en un área de restauración pasiva del bosque seco de la Reserva Natural de Laipuna. 1, <i>Handroanthus chrysanthus</i> , 2 <i>Ipomoea wolcottiana</i> , 3 <i>Eriotheca ruizii</i> , 4 <i>Leucaena trichodes</i> , 5 <i>Psidium guineense</i> , 6 <i>Vachellia macracantha</i> , 7 <i>Senna mollissima</i>	28

Índice de anexos:

Anexo 1.Listado completo de las familias con el número de especies.....47

Anexo 2.Listado completo de las familias con el número de individuos.....47

Anexo 3.Listado completo de las especies con el IVI.....50

Anexo 4.Cálculo de índice de Shannon.....50

Anexo 5.Certificado de la traducción en ingles del resumen.52

1. Título

Composición florística y estructura de la vegetación leñosa en áreas de restauración pasiva del bosque seco de la reserva natural Laipuna, cantón Macará, provincia de Loja

2. Resumen

Los bosques secos tropicales son ecosistemas amenazados por actividades agrícolas y ganaderas, cuya dinámica de uso del suelo ha provocado un mosaico agropecuario, intensificado en áreas abandonadas; éstas últimas por acción de procesos de regeneración natural han formado bosques secundarios, cuya dinámica necesita ser estudiada y entendida. Para ello se propuso caracterizar la composición florística y determinar la estructura arbórea del bosque seco tropical en procesos de restauración pasiva. El presente estudio se realizó en un área de restauración pasiva de aproximadamente 20 años en el bosque seco en la Reserva Natural Laipuna; se inventarió cuatro parcelas de 50 × 50 m y se registró los individuos arbóreos ≤ 5 cm, se calculó los parámetros estructurales como densidad, densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia e índice de valor de importancia. Para la estructura del bosque se calculó el área basal por clase diamétrica. Para los perfiles estructurales se trazó un transecto de 50 m x 10 m, donde se registró ubicación de los árboles en las coordenadas X y Y, altura, distancia de copas y forma del árbol. En los resultados obtenidos se reporta 35 especies dentro de 31 géneros y 17 familias con un total de 835 individuos, siendo las familias más representativas Fabaceae, Nyctaginaceae, Asteraceae. Las especies más representativas por poseer el mayor número de individuos y ser ecológicamente más importantes en esta etapa de restauración pasiva fueron *Vachellia macracantha*, *Ipomoea wolcottiana*, *Erythrina velutina*, *Leucaena trichodes*, *Handroanthus chrysanthus*, presentando una diversidad media de acuerdo con el Índice de Shannon. La estructura posee el mayor número de individuos en las clases diamétricas inferiores, el área basal se concentra en las tres primeras clases diamétricas, representando el 76 % del área basal total. Los resultados indican que el área de restauración se encuentra en un estado de sucesión temprana a intermedia.

Palabras clave: composición florística, estructura diamétrica, restauración pasiva, bosque seco, sucesión secundaria, diversidad.

Abstract

Tropical dry forests are ecosystems threatened by agricultural and livestock activities, whose land use dynamics have caused an agricultural and livestock mosaic, intensified in abandoned areas; the latter by the action of natural regeneration processes have formed secondary forests, whose dynamics need to be studied and understood. For this purpose, we proposed to characterize the floristic composition and determine the tree structure of the tropical dry forest in passive restoration processes. The present study was conducted in an area of passive restoration of approximately 20 years in the dry forest in the Laipuna Nature Reserve; four plots of 50 × 50 m were inventoried and tree individuals ≤ 5 cm were recorded, structural parameters such as density, relative density, relative dominance, frequency and importance value index were calculated. The basal area per diameter class was calculated for the forest structure. For the structural profiles, a 50 m x 10 m transect was drawn, where the location of the trees was recorded in X and Y coordinates, height, crown distance and tree shape. The results obtained show 35 species within 31 genera and 17 families with a total of 835 individuals, the most representative families being Fabaceae, Nyctaginaceae, Asteraceae. The most representative species for having the largest number of individuals and being ecologically more important in this stage of passive restoration were *Vachellia macracantha*, *Ipomoea wolcottiana*, *Erythrina velutina*, *Leucaena trichodes*, *Handroanthus chrysanthus*, presenting a medium diversity according to the Shannon Index. The structure has the highest number of individuals in the lower diameter classes, the basal area is concentrated in the first three diameter classes, representing 76 % of the total basal area. The results indicate that the restoration area is in a state of early to intermediate succession.

Key words: floristic composition, diameter structure, passive restoration, dry forest, secondary succession, diversity.

3. Introducción

Los bosques secos tropicales son ecosistemas reconocidos mundialmente por su importancia biológica y económica, debido a que se encuentran localizados en una zona con alta biodiversidad, caracterizado por la presencia de un alto número de especies endémicas (Astudillo et al., 2019). A pesar de estas particularidades, estos bosques están amenazados por actividades antrópicas, estimándose que en Latinoamérica solo el 10 % de su territorio se encuentra dentro de áreas protegidas (León, 2017; Tierra, 2022).

En Ecuador el bosque seco se encuentra localizado en el centro y sur de la región occidental de los Andes (Sierra, 1999) en las provincias de Imbabura, Loja, Santa Elena, Guayas, Esmeraldas, Manabí y El Oro (MAE, 2014). Presenta una variación de su rango altitudinal encontrándose entre 0 – 1 000 m s.n.m, donde se estima que el 60 y 75 % del ecosistema de bosque seco original ha desaparecido (Aguirre y Kvist, 2005; Espinosa et al., 2012).

Los bosques secos en el sur del Ecuador se caracterizan por ocupar el 31 % del área total cubriendo alrededor de 3 400 km² del territorio (Aguirre et al., 2013) siendo un mosaico fragmentado de relictos boscosos, producto de las diferentes presiones, entre las que se puede señalar la extracción selectiva de madera, el sobrepastoreo de caprinos y bovinos, la expansión de la frontera agrícola, la cacería, entre otros (Paladines, 2003). Este escenario ha generado la degradación de estos ecosistemas, produciendo cambios tanto en estructura como en la composición florística (Aguirre, 2012).

Tal como sucede en diferentes procesos de cambio de uso de suelo, las áreas deforestadas por agricultura o ganadería posteriormente a su uso son abandonadas (Finegan, 1992). Muchas de estas áreas derivan en bosques secundarios, pero otras áreas permanecen degradadas debido a diversos agentes depresores de regeneración tales como pastoreo de ganado, especies competidoras (García et al., 2014; Centelano et al., 2011). En este sentido, la restauración ecológica de estas zonas degradadas cobra importancia como una estrategia para recuperar los servicios ecosistémicos y la funcionalidad de los recursos naturales (Solorzano, 2021).

La restauración ecológica pasiva constituye un proceso de sucesión a partir de la repoblación de vegetación natural en áreas degradadas por causas naturales o antrópicas (Cabrera et al., 2022; Sánchez et al., 2022). Es decir, áreas abandonadas son recolonizadas por la vegetación y fauna derivando en bosques secundarios a partir de la regeneración natural de

especies arbóreas y arbustivas, proceso que es base para la renovación y la continuidad de las especies (Norden, 2014). Estos procesos de sucesión se desarrollan a partir de agentes clave de dispersión tales como lluvia de semillas, dispersión por aves, viento, generalmente en temporada de lluvias (Vargas y Ramírez, 2014), así como la cercanía a bosques nativos, supresión de incidencia para la regeneración natural pueda establecerse en sus fases tempranas de desarrollo (Quesada, 2008; Suarez y Vargas, 2019).

La restauración pasiva en bosques secos, como estrategia de conservación, implica aprovechar los cambios naturales en tierras previamente utilizadas para la agricultura y la ganadería. La comprensión de la sucesión y la ecología es fundamental (Reyes et al., 2012) y se requiere un monitoreo continuo de la composición florística para evaluar el éxito de la restauración y realizar ajustes según sea necesario. La limitada información disponible destaca la necesidad de investigaciones adicionales para mejorar estrategias de restauración en este tipo específico de ecosistema. (Sainge et al., 2020; Mazón et al., 2017).

Por otra parte, en las últimas dos décadas se han realizado esfuerzos para valorar y caracterizar los recursos del bosque seco, por medio de estrategias de conservación como la declaración de reserva de Biósfera “Bosque Seco” (Paladines, 2016) y la firma de convenio entre el Ministerio del Ambiente y Agua y Transición Ecológica (MAATE) y la Mancomunidad de Municipalidades del Sur Occidente de la provincia de Loja, donde se formalizó el compromiso para dar mantenimiento a 2 302,18 ha de bosque seco (Alfaro, 2020).

Con los antecedentes mencionados, el presente trabajo de investigación contribuye al conocimiento de la composición florística, estructura y estado actual de un escenario de restauración pasiva en el bosque seco para conocer el proceso de sucesión secundaria, que lleva a la recuperación de la funcionalidad ecosistémica, cuya información sirva para el diseño de estrategias de manejo, conservación y restauración de bosques secos tropicales. Para este fin se cumplieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Contribuir con el conocimiento científico sobre la restauración pasiva en áreas degradadas de bosque seco en la Reserva natural Laipuna, Macará, Loja.

Objetivos específicos

- Caracterizar la composición florística y diversidad del componente arbóreo en un área de restauración pasiva en el bosque seco
- Determinar la estructura del componente arbóreo en un área de restauración pasiva en el bosque seco.

4. Marco teórico

4.1 Bosque seco tropical

Conocido también como Bosque Tropical Estacionalmente Seco (BTES) (Murphy y Lugo, 1995) esta definición es utilizada también para los bosques secos del Neotrópico (Mayden, 1997). Los bosques secos tropicales comprenden bosques caducifolios y semicaducifolios que crecen bajo condiciones severas de clima comprendidas en un periodo de sequía extensa y una precipitación aproximada de 4 meses (Espinosa, 2012). Se desarrollan en condiciones climáticas extremas, comprendidas por precipitación media a lo largo de todo el año inferior a 1600 mm, en un periodo de 3 - 4 meses, generalmente en febrero, marzo, abril y mayo, así mismo presenta un periodo de sequía que se prolonga de 5 a 6 meses siendo un clima cálido con una temperatura media anual de 23,4 (Gentry, 1995; Pucha et al., 2015).

4.2 Características de los bosques estacionalmente secos

Los bosques secos tropicales comprenden la mayor cantidad de especies espinudas (Pennington et al., 2000) y la presencia de semillas anemócoras es decir aquellas que se dispersan por el viento, así mismo una alta capacidad de rebrote, permitiendo una alta resiliencia (Ramírez et al., 2018). La familia dominante es Fabaceae, representada por el mayor número de géneros y especies (Linares-Palomino et al., 2010; Almazán-Núñez, 2012; Guerra et al., 2021), caracterizada por presentar especies con adaptaciones para vivir en condiciones de recursos hídricos limitados (Pizano y García, 2014).

Estos bosques presentan menor área basal y altura de los árboles en comparación al bosque húmedo (Murphy y Lugo, 1986; Lamprecht, 1990). Otro atributo importante de este bosque en época seca es la presencia de abundante hojarasca la cual tarda en descomponerse hasta la llegada de la época de lluvias debido a la baja humedad durante el resto del año (Pennington et al., 2000).

Según Espinosa (2012) la estructura y composición florística son propias, se pueden encontrar afinidades entre núcleos que indican fuertes relaciones históricas y biogeográficas entre regiones. En esencia, poseen una estructura simple y de menor biomasa en relación con los bosques húmedos, esto hace que los bosques secos tropicales sean considerados ecosistemas de alta resiliencia (FAO y PNUMA, 2020).

Cañadas (1983) define como formaciones ecológicas de bosque seco tropical, bosque muy seco tropical, matorral espinoso tropical. Cerón et al. (1999), agrupan las formaciones vegetales como bosque deciduo de tierras bajas y bosque semideciduo piemontano y la

Evaluación Nacional Forestal como bosque seco pluvioestacional y bosque seco andino (Aguirre, 2012).

4.3 Estructura y funcionamiento de la vegetación del bosque seco

Los procesos sobre la estructuración de las comunidades vegetales en este ecosistema, involucra varios factores, uno de ellos es la disponibilidad del agua, un factor limitante importante dentro del bosque seco (Espinosa, 2012). Este factor, definido como crítico para el establecimiento, supervivencia y desarrollo de las plantas (Ruthenberg, 1980; Ramírez et al., 2018) condiciona los procesos ecológicos básicos, interacciones bióticas, la dinámica de las comunidades vegetales y la estructura florística (Espinosa et al., 2011; Murphy y Lugo 1995).

4.4 Regeneración natural del bosque seco

La regeneración en bosques altamente perturbados está influenciada en parte por la fuente de semillas, la abundancia de arbustos y árboles ya existentes (Gerhardt, 1992) el primer tipo e intensidad de manejo del área, incluida la introducción de pastos foráneos, el fuego y la compactación por parte del ganado y los sistemas mecanizados. Las plantas reemplazadas en el bosque seco se ven influenciadas por la interacción entre factores bióticos y abióticos (Powers et al., 2009). Dichos factores afectan a dos procesos críticos para la regeneración: i) la producción de estructuras de regeneración (semillas, propágulos vegetativos y/o rebrotes), y ii) el establecimiento de estos propágulos o rebrotes. Un estudio realizado por Aguirre et al. (2013), indica que la regeneración natural permite medir la respuesta de las especies al aprovechamiento y los niveles de reposición del bosque, especies características como *Prosopis juliflora* y *Cloroleucón manganeso*, son favorecidas por la escarificación de sus semillas, consumidas por el ganado bovino y caprino mientras que especies típicas *Ceiba trichistandra*, *Erioteca ruizii*, *Cochlospermum vitifolium* presentan una regeneración escasa.

4.5 Resiliencia del bosque seco

A pesar de la pérdida o reducción de los atributos ecológicos del bosque seco, presenta una resiliencia ecológica que cuenta con dos componentes: la resistencia y la recuperación, los cuales permiten retornar a las condiciones similares previas al disturbio o perturbaciones en el ecosistema (Hodgson et al., 2015). Considerado un ecosistema altamente resiliente, posee una capacidad de sobreponerse tras haber sido perturbado consiguiendo regresar a su estado, estructura, composición (Ramírez, 2018). Muestra patrones de diversidad indicando la relación entre la comunidad epigea, la dinámica de la hojarasca y los fenómenos climáticos estacionales extremo (Escribano, 2016).

4.6 Ecosistemas forestales de bosque seco en Ecuador

Se encuentran en el Sur occidente y valles secos del callejón interandino, a su vez forman parte de la región tumbesina, abarcado aproximadamente 135 000 km², tienen características de ecosistemas desérticos, xéricos y pluvioestacionales (Figura 1). Ubicados desde Esmeraldas en el norte del Ecuador hasta el noroeste de Perú (Madsen, 2002).

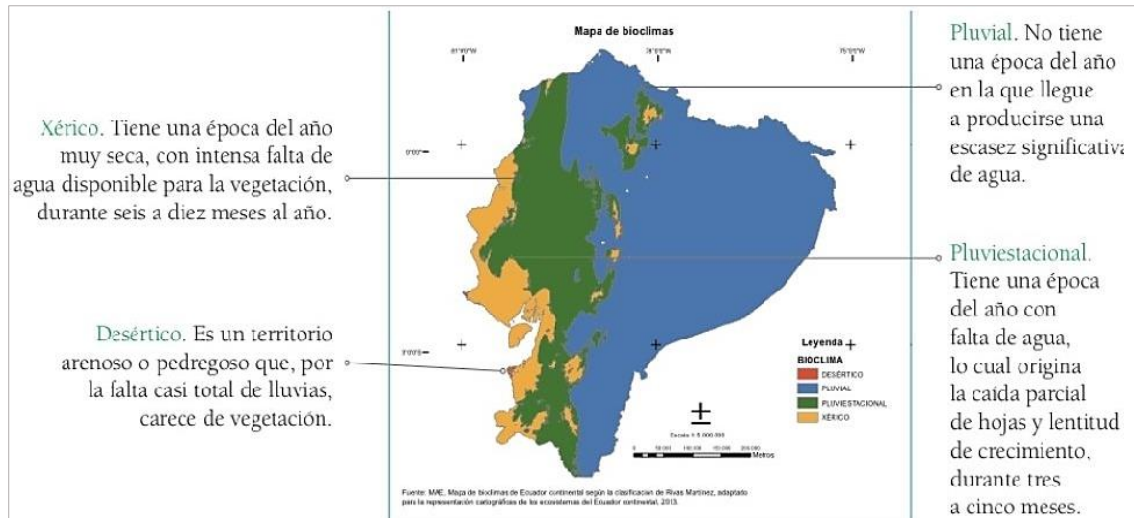


Figura 1. Mapa de bioclimas del Ecuador (Melo et al., 2013).

Según el MAE (2013) en el Ecuador se encuentran los siguientes ecosistemas secos: Arbustal deciduo y Herbazal de playas del Litoral, Salinas, Herbazal inundado lacustre del Pacífico Ecuatorial, Herbazal inundable ripario de tierras bajas del Jama-Zapotillo, Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo, Bosque bajo y Arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo, Manglar del Jama-Zapotillo, Bosque deciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, Bosque deciduo piemontano del Catamayo-Alamor, Bosque deciduo montano bajo del Catamayo-Alamor, Bosque y Arbustal semideciduo del norte de los Valles, Bosque y Arbustal semideciduo del sur de los Valles, Arbustal semideciduo del sur de los Valles. Otros autores como Sánchez et al. (2006), Aguirre et al. (2005) reconocen siete formaciones vegetales: Matorral seco espinoso, bosque seco deciduo, bosque seco semideciduo, bosque seco montano bajo, bosque seco interandino del sur, bosque seco interandino oriental y bosque seco interandino del norte.

De forma general, la composición florística de estos ecosistemas secos ha registrado 275 especies, comprendidas mayormente en el bosque seco semideciduo con alrededor de 148 especies, mientras que en el bosque seco deciduo se encuentran 139 especies (Sánchez et., 2006; Aguirre et al., 2005). Aguirre et al. (2021) menciona que en la actualidad ya no quedan extensiones intactas del bosque seco semideciduo y tampoco de las tres formaciones de bosque seco interandino.

4.6.1 Diversidad de especies forestales de bosque seco en la provincia de Loja

Del total de la superficie el 31 % se considera como bosque seco (3 400 km²) (Aguirre et al., 2013). Por tal razón la composición florística y estructura está determinada e influenciada por actividades antrópicas sean por humano o naturales (Gerhardt y Hytteborn, 1992). La gran parte de la vegetación representativa de este tipo de ecosistemas se encuentra en la provincia de Loja principalmente en los cantones Macará y Zapotillo, ubicados en terrenos planos con pendientes de 10 a 35 %, con un total grado de defoliación del bosque en las que todas las especies de árboles en temporada seca pierden sus hojas (Montaño, 2012). En la provincia de Loja, en 8 cantones como Zapotillo, Macará, Célica, Pindal, Puyango, Paltas y Sozoranga; se reportan 219 especies de árboles y arbustos, siendo 19 especies endémicas (Aguirre y Kvits, 2005; Aguirre, 2014). Son importantes debido a la flora y fauna única por esta razón es considerada como un EBA (Endemic Bird Area) (Aguirre y Kvist, 2009).

Restringidos a un área geográfica pequeña (50 000 km²) entre Ecuador y Perú por lo que se consideran ecosistemas frágiles y el sustento de las comunidades rurales (López, 2002; Aguirre, 2013). Presentan una estructura de bosque de casi siempre tres doseles: dosel (árboles), dosel medio (arbustos pequeños) y hierbas en época de invierno, las especies vegetales características son: *Bursera graveolens* (palo santo), *Piscidia carthagenensis* (barbasco), *Geoffroea spinosa* (almendro), *Handroanthus chrysanthus* (guayacán) *Loxpterygium huasango* (gualtaco), *Cochlospermum vitifolium* (polo polo), *Cordea lutea* (overal), *Pithecellobium excelsum* (Chaquiro), *Erythrina velutina* (porotillo) y *Caesalpinia glabrata* (charán negro), (Montaño y Roa, 2012). Las principales especies de árboles que se aprovechan son el *Ceiba trichistandra* (ceibo), *Cordia lutea* (overal), *Eriotheca ruizii* (pasallo), *Caesalpinia glabrata* (charán), *Guazuma ulmifolia* (guázimo), *Simira ecuadorensis* (guápala), *Ficus citrifolia* (higuerón), *Bursera graveolens* (palo santo), *Erythrina velutina* (porotillo), *Colicodendron scabridum* (zapote de perro) (Aguirre et al., 2019).

4.6.2 Estado de conservación del bosque seco de la provincia de Loja

Aunque la degradación ha sido extensa algunas zonas todavía presentan un buen estado de conservación de especies, debido a estrategias que favoreció la conservación de estos ecosistemas, una de ellas la declaratoria de zona de veda bajo la cota de 1 000 m s.n.m en 1978 (Muñoz et al., 2019). La importancia de conservación de estos bosques se considera debido a la distribución de algunas especies que encuentran restringidas al suroccidente de Loja, entre ellas se destaca las siguientes especies endémicas *Terminalia valverdeae* (Combretaceae), *Chloroleucon mangense* (Mimosaceae), *Agonandra excelsa* (Opiliaceae) y *Tillandsia*

spiralipetala (Bromeliaceae) (Aguirre, 2012). Cabe mencionar que el bosque seco ofrece servicios ecosistémicos tales como: la captura carbono, agua, entre otros, por esta razón la diversidad de especies que habitan e interactúan en los bosques tienen gran importancia (Aguirre et al., 2018).

4.6.3 Estado actual de los bosques secos de la provincia de Loja

La población ha explotado una gran parte de forma excesiva lo que con lleva que algunos recursos estén en deterioro y hasta la desaparición de las especies, la razón es porque existe un desconocimiento de la estructura, composición y función de los ecosistemas (Aguirre y Geada, 2013).

Aguirre et al. (2018) indica que los niveles de aprovechamiento de Productos Forestales No Maderables (PFNM) no son elevados, por esta razón las especies típicas que brindan estos mantienen su dinámica población, en donde existe el riesgo de la extracción excesiva o incremento del aprovechamiento puede alterar la estructura del bosque. Así mismo Aguirre et al. (2018) indica que la valoración de los bienes y servicios ecosistémicos no siempre está presente en las comunidades, lo que con lleva a una escasa preocupación por su uso racional y eficiente, poniendo en peligro al bosque como ecosistema.

4.7 Ecosistemas de la Reserva Natural Laipuna

4.7.1 Bosque deciduo piemontano del Catamayo-Alamor

Bosque deciduo con árboles de hasta 20 m de alto, presentando tres estratos, como es el estrato herbáceo, principalmente compuesto por individuos de la familia Acanthaceae y Asteraceae, el estrato arbustivo caracterizado por especies de las familia Capparaceae, Asteraceae, Solanaceae, Boraginaceae y Euphorbiaceae, y el estrato arbóreo con individuos de la familia Fabaceae, Malvaceae y Bignoniaceae, es un ecosistema caracterizado por colinados y escaparados, con suelos bien drenados, entre 400 a 1 600 m n.s.m (MAE,2013).

4.8 Composición florística

Es útil para comparar las comunidades en función a la riqueza, grado de diversidad de especies y endemismo (Hernández y Valero, 2005). Es dada por factores ambientales, la dinámica y ecología del bosque en la que describe el número de familias, géneros y especies al momento de realizar un inventario (Louman et al., 2001). Así mismo, se puede indicar el aspecto florístico de un área que está dado por la heterogeneidad de plantas que se logran identificar en una determinada categoría de vegetación, y se ven expresados mediante la suma de todas las especies diferentes registradas en un transecto o parcela, es importante clasificar de acuerdo con la forma de vida expresa en árbol, arbustos, hierbas (Aguirre, 2019).

4.9 Estructura del bosque

Es respuesta a la incidencia de la radiación, al flujo de la precipitación al interior de la comunidad y acción del viento (Rangel y Velásquez, 1997). Definida por el ordenamiento espacial y distribución de las especies arbóreas, tanto vertical como horizontal, son distribuciones de frecuencia de los atributos arbóreos (Gadow et al., 2007). Desempeñando un papel importante en los elementos de la masa vegetal (Moran-Donjuan et al., 2013).

4.9.1 Estructura vertical

Según Aguirre (2013) se refiere a la disposición de los individuos en las diferentes formas de vida y estratos de la comunidad, es decir, las características de las especies y las condiciones, como clima, temperatura, la influencia de la luz y el aumento de la humedad en las diferentes alturas inciden con una respuesta.

4.9.2 Estructura horizontal

Según Manzanero (2003) el suelo y el clima con sus características indican la estructura horizontal del bosque, el ecosistema muestra la mejor respuesta antes estas características. Así mismo a las limitaciones y amenazas presentes, es comprendido en la forma espacial de los individuos, es decir, es la cobertura del estrato leñoso sobre el suelo (Aguirre, 2013).

4.9.3 Estructura diamétrica

Es la distribución del número de árboles en función a la clase diamétrica basales, generalmente tiene la forma de una “J” invertida, sin embargo, la mejor forma de entender las distribuciones diamétricas es estudiando por separado cada especie así se observa una gran diversidad de comportamientos relacionando el número de árboles por el área (Aguirre, 2019).

4.9.3.1 Distribución en clases diamétricas

La distribución de las clases diamétricas se determina para las diferentes especies arbóreas de una masa forestal, lo que nos permite evaluar el estado ecológico y de conservación mediante la detección de características de dinámica forestal que pueden influir en la estructura de la masa forestal, tales como la falta de regeneración o el envejecimiento de las masas, permitiendo conocer el tipo de productos que se puede obtener del bosque y modelar cambios futuros del tipo de bosque a escala del paisaje la cual determina un momento específico de tiempo es decir la edad o un año en particular (Ajbilou et al., 2003; Vega et al., 2022).

4.10 Parámetros estructurales de la vegetación

Los parámetros estructurales de la vegetación son indicativos importantes considerados en ecología para evaluar o valorar estudios de la vegetación. De acuerdo con Aguirre (1999) los parámetros estructurales de la vegetación a evaluarse son los siguientes:

4.10.1 Densidad absoluta

La densidad absoluta se define como el número total de individuos por unidad de área o superficie perteneciente a una determinada especie, para el cálculo no es necesario contar todos los individuos de una zona, sino que se puede realizar muestreos en áreas representativas

$$\text{Densidad absoluta (D)\# Ind/m}^2 = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total de area mustrada}}$$

4.10.2 Densidad relativa

La densidad relativa (DR), permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, se considera el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población.

$$\text{Densidad relativa (Dr)\%} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} \times 100$$

4.10.3 Frecuencia relativa

Es el número de unidades de muestreos en las que una especie está presente. La frecuencia relativa de una especie se calcula como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

$$\text{Frecuencia Relativa (Fr)} = \frac{\text{Numero de parcelas en la que esta la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

4.10.4 Dominancia relativa

Es el porcentaje de biomasa que aporta una especie, Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada.

$$\text{Dominancia Relativa (DmR)\%} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

4.10.5 Índice de valor de importancia (IVI)

Este índice muestra la importancia ecológica de una especie dentro de una comunidad vegetal como tal, teniendo que la especie que obtiene el IVI más alto significa que es ecológicamente dominante en el uso de recursos (nutrientes y energía del ecosistema). Su ausencia implica cambios sustanciales en la estabilidad del ecosistema:

$$\text{Índice Valor Importancia (IVI)\%} = \frac{\text{DR} + \text{DmR} + \text{FR}}{3}$$

4.11 Riqueza

Es definida como el número de especies de fauna y flora diferentes presentes en un área determinada, en un determinado tiempo, la cual indica la opulencia o exuberancia de una comunidad, explicando la variación y la ecología en las que se trata de entender los procesos (Melic, 1993; Alcolado 1998).

4.11.1 Diversidad alfa

Es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, es decir la biodiversidad intrínseca de cada comunidad vegetal concreta del paisaje en cuestión, esta sirve para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente, es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (Moreno, 2001).

4.11.1.1 Índice de Shannon

Manifiesta la importancia y semejanza de los valores a través de todas las especies muestreadas, con la finalidad de medir el grado promedio en predecir que una especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asumiendo que los individuos al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, así se permitirá comparar diferentes comunidades o un mismo hábitat a través del tiempo de manera rápida y sujeta a comprobación estadística (Moreno, 2001).

4.12 Restauración ecológica

Es un proceso que ayuda al restablecimiento de un ecosistema que inicia o acelera la recuperación con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad (composición de especies, estructura y función) respecto al daño, transformación o destrucción directa o indirectamente de las actividades del ser humano (SER, 2004).

4.13 Tipos de restauración ecológica

4.13.1 Restauración ecológica activa

Consiste en la intervención directa del ser humano sobre la estructura, características de un ecosistema degradado con la finalidad de reemplazarlo, rehabilitarlo o restaurarlo para poder garantizar la existencia de un ecosistema, en estructura y función (Mola et al., 2018).

4.13.2 Restauración ecológica pasiva

Consiste en eliminar o minimizar las barreras o perturbaciones causantes de la degradación, comprendidas en recuperar por sí mismo el ecosistema, en estructura y funcionalidad, a su vez tener la posibilidad de contemplarse como primera opción, en algunos casos, sus resultados pueden ser comparables y con frecuencia mayores a los de la restauración activa (Mola et al., 2018).

4.13.2.1 Restauración pasiva del bosque seco

Como consecuencia de la transformación y cambio presentado en el bosque seco, también es uno de los ecosistemas de preferencia para los asentamientos humanos en los trópicos (Murphy y Lugo 1986; Quesada y Stoner 2004; Sánchez-Azofelia et al., 2005; Pizano y García,

2014). La restauración ecosistémica pasiva es una estrategia que consiste en reintegrar los servicios ecosistémicos y la funcionalidad los ecosistemas (Solorzano, 2021).

Es considerada como base de la regeneración natural para la renovación y la continuidad de las especies (Norden, 2014). Es decir, es un proceso con sucesiones a partir de la repoblación de alguna vegetación natural, en donde la fuente principal es la lluvia de semillas, dispersión por aves, viento, entre otras, generando un cambio en la composición de especies que dominaban el ecosistema las semillas dispersadas por el viento entran fácilmente en el proceso de restauración natural, la plantación podría restringirse a árboles dispersados por animales (Gerhardt, 1992; Vargas y Ramírez, 2014). Cabe recalcar que este bosque se caracteriza por procesos sucesionales lentos, una regeneración de plantas paulatina, reproducción estacional alta y la dependencia alta a la polinización por animales (Janzen, 1988).

Avella et al. (2019) en su estudio sobre la sucesión secundaria en un bosque secundario de Colombia con implicaciones para la restauración ecológica determinó que la composición florística de las especies en las 3 categorías con diferentes años de abandono se encontraron tres grupos florísticos, lo que indica que tanto la riqueza como el área basal aumentan con la edad de abandono de las coberturas, así mismo el número total de individuos aumento con la edad del abandono.

Leiva et al. (2008) en su estudio sobre la regeneración natural del bosque seco tropical en Costa Rica y relación de la vegetación con el suelo indica que a los 10 años en pastos abandonados con incidencia periódica del fuego, la vegetación se ve dominada por especies pioneras, dosel ralo de un estrato, abundancia de hierbas, presencia de vegetación remanente, arbustos de porte bajo y tallos múltiples, mientras que en 15 años también se evidencia la dominancia de especies pioneras dosel ralo con parches de mayor densidad, abundancia de hierbas, presencia de árboles remanes, arbustos de porte bajo y tallos múltiples. Entre 1-2 estratos incipientes. A su vez, en 20 años aún se evidencia la dominancia de especies pioneras, dosel parcialmente cerrado con al menos 2 estratos, menor abundancia de hierbas, presencia de árboles remanes, arbustos de porte bajo y tallos múltiples y finalmente en 40 años ya presenta un dosel cerrado y de mayor altura, 3 estratos bien definidos, hierbas poco abundantes, árboles adultos.

4 Metodología

5.1 Área de estudio

La investigación se realizó en la Reserva Natural Laipuna, perteneciente a la Fundación Naturaleza y Cultura Internacional, localizada en la parroquia Larama, cantón Macara, provincia de Loja. Tiene una extensión aproximada de 2 562 ha y se ubica entre 350 y 1 500 m s. n. m.; entre las coordenadas geográficas -4,215846 latitud y -79,881109 longitud (Wurz et al., 2023) (Figura 2).

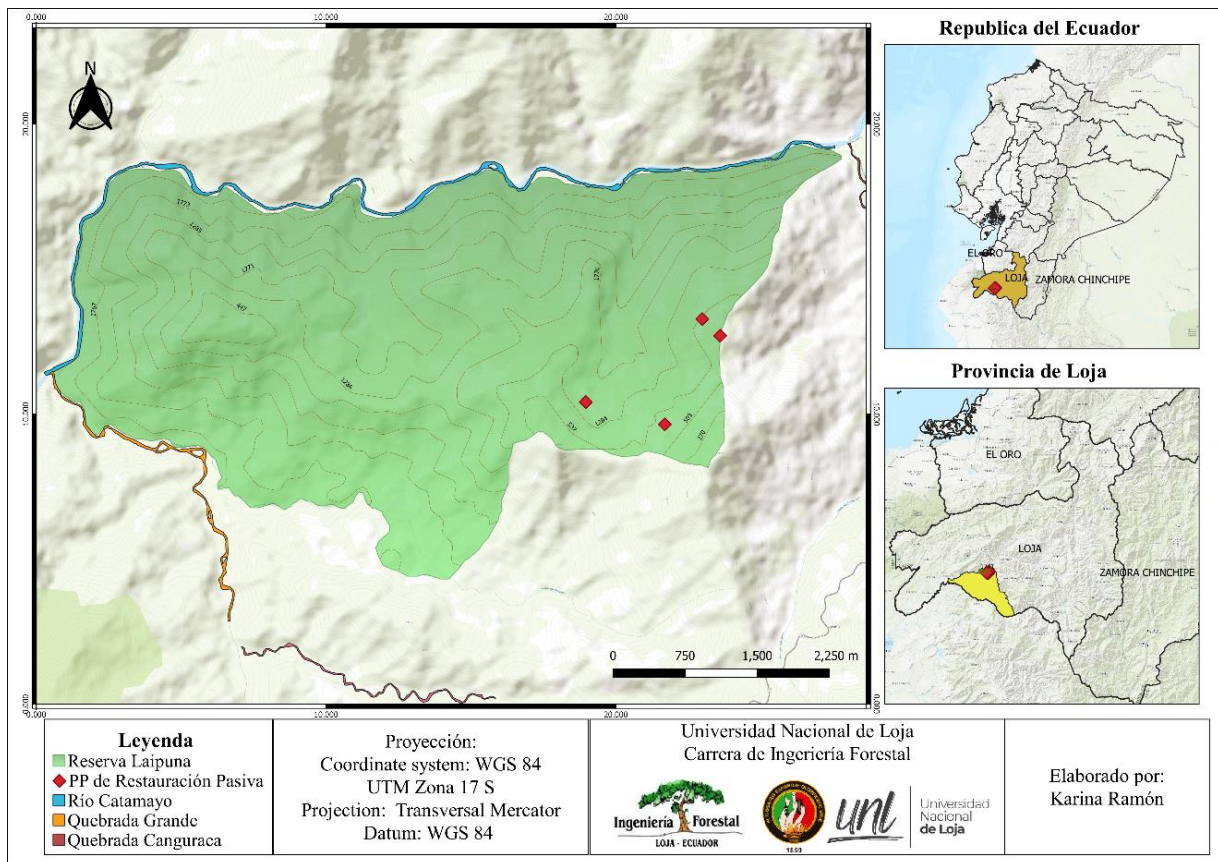


Figura 2. Ubicación de las parcelas permanentes a 1200 m s.n.m. en áreas de restauración pasiva en la Reserva Natural Laipuna, Macara.

5.1.1 Características ecológicas y edafoclimáticas

La Reserva Natural Laipuna forma parte de los remanentes de bosque seco de la Región Tumbesina, la cual es conocida como “Endemic Bird Area” (EBA) dada la biodiversidad registrada, también forma parte de la Reserva de la Biosfera Transfronteriza bosques de la Paz de la UNESCO (Aguirre y Kvist, 2009; Wurz et al., 2023) y de acuerdo con el sistema de clasificación de Ecuador continental la vegetación es clasificada como un ecosistema deciduo piemontano Catamayo - Alamor (MAE, 2013).

Tiene una extensión aproximada de 2 562 ha formada por bosque primario, áreas de restauración, en la parte alta existe la presencia de neblina y más humedad, presentando un bosque semideciduo en cierta parte del año, mientras que en la parte media y baja se encuentra bosque seco, el cual es caracterizado por perder sus hojas en la época seca y presentar un bosque verde en la estación lluviosa de enero a mayo (Bustamante, 2009; Pucha-Cofrep et al., 2015).

La Reserva Natural Laipuna tiene condiciones climáticas cálido-secas, en dos pisos altitudinales de la RNL, la precipitación media anual es de 625 mm (a 600 m s.n.m.) y una temperatura media de 24,3 °C (Wurz et al., 2023) mientras que 649 mm (a 1200 m s.n.m) y una temperatura media de 17,5 °C (Peters y Richter, 2012). El suelo es arcilloso, medianamente pedregoso, con abundante hojarasca en el suelo (Aguirre y Geada, 2017).

5.1.2 Historia del área de restauración pasiva de la Reserva Laipuna

Antiguamente este terreno y sus alrededores fueron destinados para cultivo y luego potreros abiertos, aproximadamente desde el 2003, la Fundación Naturaleza y Cultura internacional compro estas áreas y fueron cercadas con alambre eliminando las diferentes perturbaciones, con la finalidad de conservar la biodiversidad. Este sitio presenta una topografía irregular o levemente inclinada en la zona alta que actualmente se encuentran en un estado de abandono, las cuales están sometidas a la recuperación del ecosistema mediante restauración pasiva, que viene siendo la regeneración natural de la cobertura vegetal sobre estas tierras, en donde se van estableciendo bosques secundarios. Su entorno está formado por un camino primario a bosque nativo, en el sitio se encontraron árboles remanentes que no concuerdan con la edad estimada para el sitio ya que exceden las dimensiones esperadas. La edad estimada a la fecha para efectos de este estudio es de 20 años.

5.2 Metodología para caracterizar la composición florística y diversidad en un área de restauración pasiva en el bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna

La caracterización de la composición, estructura y diversidad del componente arbóreo se realizó siguiendo el protocolo de instalación de parcelas permanentes de monitoreo (Gómez Caal, 2000), adaptando las unidades muestrales a nuestro estudio, como se describe a continuación.

5.2.1 Establecimiento de parcelas permanentes a 1200 m s.n.m.

En las áreas de restauración pasiva de la Reserva Natural Laipuna, se seleccionaron sitios representativos de restauración pasiva en una altitud de 1200 m s.n.m., en las que se instaló cuatro parcelas permanentes de 50 × 50 m (2 500 m²), las cuales están divididas en cuatro cuadrantes de 25 × 25 m. Las parcelas fueron distanciadas 300 m entre sí, esto para mantener

la independencia de las unidades muestrales y capturar la mayor variabilidad de la composición florística, También se consideró una distancia de 20 m de vías y borde de los fragmentos de restauración pasiva para evitar el efecto de borde, así como se evitó en lo posible quebradas y terrenos con pendientes mayores a 100 %. En los vértices de cada parcela se colocó tubos PVC y se delimito con piola plástica, además fueron georreferenciadas mediante GPS (Figura 3).



Figura 3. Instalación de las parcelas permanentes en áreas de restauración pasiva a 1200 m s.n.m.

5.2.2 Recolección de datos

En las cuatro parcelas permanentes se midió todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) \geq a 5 cm (Tabla 1) los cuales fueron identificados con un código inscrito en una placa de metal (Figura 4). La identificación se realizó directamente en campo y se recolecto muestras botánicas de los individuos que no fueron posibles identificar, las cuales fueron llevadas al Herbario “Reinaldo Espinosa”- LOJA de la Universidad Nacional de Loja. La nomenclatura taxonómica fue verificada de acuerdo con el Angiosperm Phylogeny Group (APG IV), la base de datos Trópicos del Jardín Botánico de Missouri, el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (León-Yañez et al., 1999) y la plataforma en internet Word Flora Online. Los datos de campo se recabaron en la siguiente hoja de campo (Tabla 1)

Tabla 1. Hoja de campo para el registro de datos de las parcelas temporales.

Coordenadas UTM:		Fecha:			
Número de parcela:		Numero de subparcela:			
Altitud:		Lugar:			
Descripción del sitio:					
N° Individuos	Nombre común	Nombre científico	DAP (m)	HT (m)	Observaciones

Fuente: Aguirre (2019)



Figura 4. Medición del DAP_{1,30 m}, placa con código _{1,50 m}, y recolección de muestras

5.2.3 Cálculo de los parámetros estructurales de la vegetación

A partir de los datos obtenidos se calcularon los parámetros estructurales considerados para caracterizar la vegetación. Las fórmulas utilizadas se describen en la Tabla 2 (Cerón, 1993; Aguirre y Aguirre, 1999 y Cottam y Curtis, 1956).

Tabla 2. Fórmulas para obtener los parámetros estructurales del componente arbóreo.

Parámetro	Fórmula
Densidad absoluta (# Ind/m ²)	$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total de area muestreada}}$
Densidad relativa (%)	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} \times 100$
Frecuencia Relativa (%)	$\frac{\text{Numero de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$
Dominancia Relativa (%)	$\frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$
Índice Valor Importancia (%)	$\frac{\text{DR} + \text{DmR} + \text{FR}}{3}$

5.2.4 Índices de diversidad

Para obtener la diversidad alfa de la vegetación se calculó el índice de Shannon-Wiener a partir de los datos obtenidos de individuos \geq a 5 cm de DAP (Cerón, 2003) y se utilizó la fórmula:

$$H = \sum_{i=1}^s (P_i)(\ln_2 P_i)$$

Donde:

H = Índice de las especies

S = Número de especie

Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie

iLn = Logaritmo natural

Para el cálculo del índice de Shannon de cada especie se utilizó la matriz (Tabla 3)

Tabla 3. Matriz para el cálculo del índice de Shannon para cada especie (Aguirre, 2019)

Especies	Número de individuos	Pi	LN "Pi"	Pi * Ln "Pi"
Total	N			$-\sum \text{Pi} * \text{Ln, Pi}$

Para interpretar los resultados y calificar la diversidad se consideró la escala de significancia propuesta por Aguirre (2019) (Tabla 4).

Tabla 4. Escala de significancia para calificar la diversidad del bosque

Valores	Significancia
0,00 – 1,35	Diversidad baja
1,36 – 3,50	Diversidad media
> 3,50	Diversidad alta

5.3 Metodología para determinar la estructura del componente arbóreo en un área de restauración pasiva en el bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna.

5.3.1 Área basal

A partir de los datos obtenidos en la composición florística de los individuos \geq a 5 cm de DAP, se calculó el área basal aplicando la fórmula:

$$\text{Área basal (G)} = 0,7854 * (\text{DAP})^2$$

5.3.2 Estructura diamétrica

Para conocer la estructura diamétrica de la vegetación leñosa del área de restauración, con los datos registrados del estrato arbóreo, se agrupó todos los individuos en seis clases diamétricas, con intervalo de 5 cm para la primera clase (latizales altos), y posteriormente con intervalos de 10 cm para las clases diamétricas (fustales), tanto para el número de individuos como para el área basal.

5.3.3 Perfil estructural: vertical y horizontal

El perfil horizontal nos da una idea de la distribución espacial de los individuos en el área de estudio, mientras que el perfil vertical nos muestra cómo los individuos están ocupando diferentes estratos y la representatividad de cada especie en los mismos. Para el perfil vertical y horizontal se seleccionó una de las parcelas instaladas. En medio de la parcela seleccionada se trazó un transecto de 10 × 50 m donde se registró la posición, el diámetro de copa y la altura de cada árbol dentro del mismo. Para esto se empleó la siguiente hoja de campo:

Tabla 5. Hoja de campo para el registro de información de perfil horizontal y vertical.

Fecha:		Sitio:							
Parcela:									
Nº Árbol	Especie	Distancia Eje madre	Distancia a la izquierda del eje	Distancia a la derecha del eje	Altura Total del árbol	Dibujo de la forma de la copa de perfil	Diámetro de copa N-S	Diámetro de copa E-W	Dibujo de la forma y proyección de copa (diámetro de copa)

En la Figura 5 se muestra el esquema del transecto para levantar información que permitió elaborar los perfiles estructurales

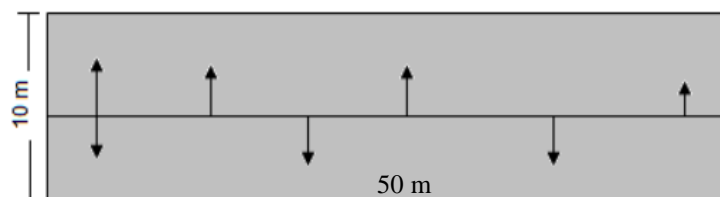


Figura 5. Diseño del transecto sobre la toma de datos para elaborar los perfiles verticales y horizontales.

Posteriormente se graficó en un papel milimetrado los perfiles, tanto horizontal como vertical, con sus respectivos números de identificación de cada individuo por especie, seguidamente se calcó el gráfico en una hoja de papel bond, la cual se escaneó con una resolución de 350 dpi para su mejor visualización (Mogrovejo y Pardo, 2004).

6. Resultados

6.1 Composición florística y diversidad arbórea en un área de restauración pasiva de bosque deciduo piemontano de la reserva natural Laipuna del cantón Macara, provincia de Loja

6.1.1 Composición florística del componente arbóreo

En un área muestreada de 10 000 m² se registraron 835 individuos \geq 5 cm de DAP, los cuales corresponden a, 35 especies dentro de 33 géneros y en 17 familias botánicas.

Las cinco familias con la mayor cantidad de especies fueron Fabaceae, (12) con 34,29 %, Nyctaginaceae (4) con 11,43 %, seguidas por Asteraceae (2), Myrtaceae, (2) y Capparaceae con dos que representa el 5,71 %. El detalle de todas las familias se encuentra en el anexo 1

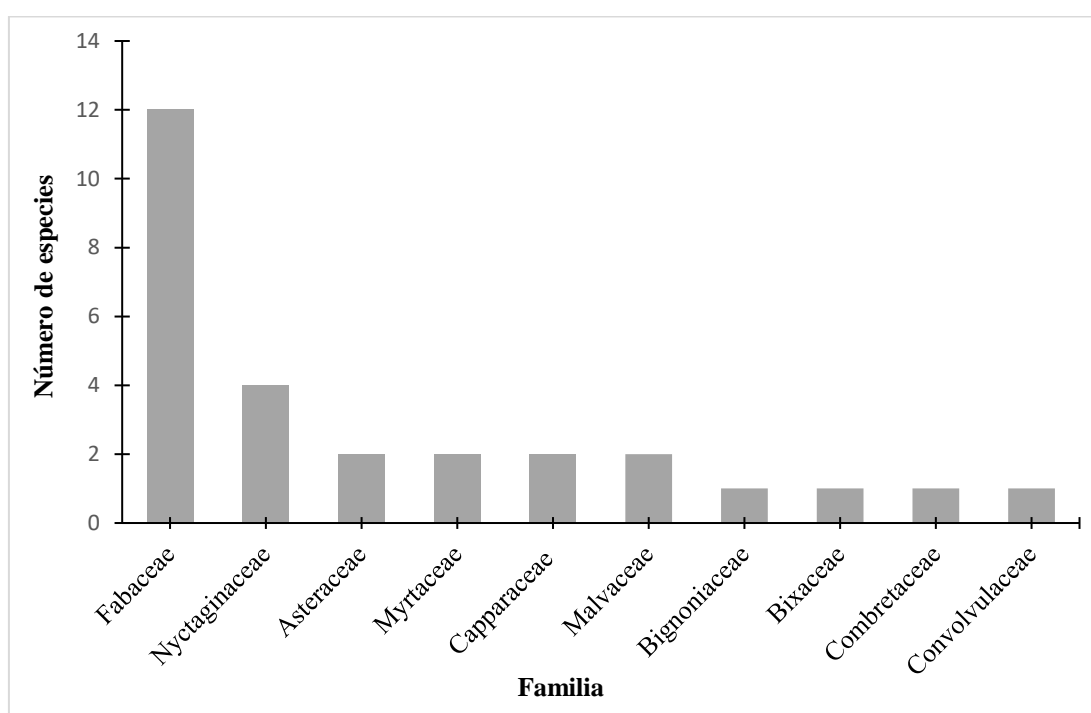


Figura 6. Familias con mayor diversidad de especies en un área de restauración pasiva del bosque deciduo piemontano de la reserva Laipuna.

De las 17 familias botánicas en el área de estudio, las que presentaron el mayor número de individuos fueron: Fabaceae con 429 individuos, Nyctaginaceae con 195 individuos representando, Asteraceae con 50 individuos, Myrtaceae con 34 individuos y Capparaceae con 24 individuos, El detalle de todas las se encuentra en el anexo 2

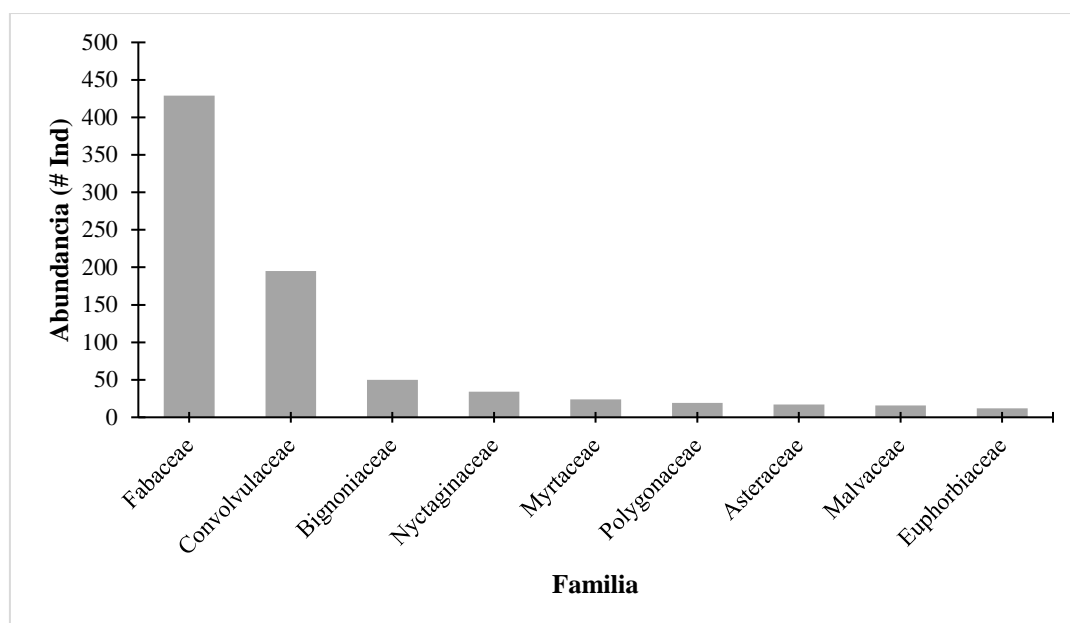


Figura 7. Familias con mayor número de individuos en un área de restauración pasiva del bosque deciduo piemontano de la reserva Laipuna.

La Tabla 6 muestra las 35 especies del componente arbóreo, con sus valores máximos, mínimos, y promedio del diámetro a la altura del pecho.

Tabla 6. Listado de las especies encontradas en un área de restauración pasiva del bosque seco d piemontano de la reserva Laipuna.

Nombre científico	Familia	Nombre Común	DAP (cm)		
			Max	Min	Prom
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Stiltedly,	Solanaceae	pico pico	10,1	5,2	6,8
<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J,W,Grimes	Fabaceae	angolo	14,7	5,1	8,70
<i>Bauhinia cf aculeata</i> L,	Fabaceae	pata de vaca	22	5,6	14,90
<i>Bougainvillea peruviana</i> Bonpl,	Nyctaginaceae	boungavilla	10,8	6	7,70
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	Fabaceae	charan verde	20,3	5,1	8,70
<i>Casearia</i> sp,	Salicaceae		6,4	6,4	6,40
<i>Ceiba trischistandra</i> (A,Gray) Bakh,	Malvaceae	ceibo café de	51	5,33	29,80
<i>Citharexylum gentryi</i> Moldenke	Verbenaceae	campo	7,4	5	5,70
<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau	Polygonaceae	añalque	43	5,1	12,10
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd,) Spreng,	Bixaceae	polo polo	41,5	8	18,00
<i>Eriotheca ruizii</i> (K,Schum,) A,Robyns	Malvaceae	pasallo	44,9	5,1	18,80
<i>Erythrina velutina</i> Willd,	Fabaceae	porotillo	55	9,1	32,10
<i>Ficus citrifolia</i> Willd,	Moraceae	mata palo	20,4	5,3	12,90
<i>Fulcaldea laurifolia</i> (Bonpl,) Poir,	Asteraceae	guayache	23,7	6,1	11,80
<i>Geoffroea spinosa</i> M,de Moussy	Fabaceae	almendro	24,7	15,5	20,60

<i>Guapira</i> sp,	Nyctaginaceae		16,3	5,1	9,20
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) SOGrosa	Bignoniaceae	guayacan	22	5,4	8,50
<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rosa	Convolvulaceae	samba samba	41	5,1	12,70
<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth,	Fabaceae	chakra	11,8	5	6,60
<i>Machaerium millei</i> Standl,	Fabaceae	cabo de hacha	10,2	10,2	10,20
<i>Morisonia petiolaris</i> (Kunth) Christenh, & Byng	Capparaceae		6	6	6,00
<i>Morisonia scabrida</i> (Kunth) Christenh, & Byng	Capparaceae	zapote de perro	8,8	6,1	7,00
<i>Phyllanthus</i> sp,	Euphorbiaceae		7,8	5,2	6,40
<i>Piptadenia flava</i> (DC.) Benth,	Fabaceae	sierrilla	9,8	5,3	7,40
<i>Pisonia aculeata</i> L,	Nyctaginaceae	pego pego	15,4	5,7	9,60
<i>Pisonia floribunda</i> Hook,f,	Nyctaginaceae		11,6	7,5	9,90
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw,) DC,	Fabaceae	algarrobo	8,4	5,6	6,60
<i>Psidium guineense</i> Sw,	Myrtaceae	guayabilla	14,6	5,1	7,90
<i>Psidium rostratum</i> McVaugh	Myrtaceae	guayabilla	6,4	5,2	5,70
<i>Senna incarnata</i> (Benth,) H, S, Irwin & Barneby	Fabaceae		13,9	5,2	6,90
<i>Senna mollissima</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd,) HSIrwin & Barneby	Fabaceae	vainillo	9,8	5,1	6,90
<i>Terminalia valverdeae</i> AH Gentry	Combretaceae	guarapo	15,2	6,2	10,70
<i>Vachellia macracantha</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd,) Seigler & Ebinger	Fabaceae	faique	41,3	5	12,70
<i>Verbesina</i> sp,	Asteraceae		6	5,2	5,70
<i>Ziziphus thyrsoflora</i> Benth,	Rhamnaceae	ebano	13,4	13,3	13,40

6.1.2 Parámetros estructurales la vegetación del estrato arbóreo

En la Tabla 7 se muestra los parámetros estructurales de las 12 especies más representativas del componente leñoso en un área de restauración pasiva del bosque seco de la Reserva Natural Laipuna. En el Anexo 3 se puede observar los cálculos para todas las especies, en las que se reportó a *Vachellia macracantha*, *Ipomoea wolcottiana* y *Erythrina velutina* como las especies ecológicamente más importantes de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Tabla 7. Especies con mayor valor ecológico un área de restauración pasiva del bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna.

Nombre científico	N ind/ha	DR%	FR%	DmR %	IVI %
<i>Vachellia macracantha</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd,) Seigler & Ebinger	249	29,82	4,94	33,07	22,61
<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rosa	195	23,35	3,70	25,21	17,42
<i>Erythrina velutina</i> Willd,	15	1,80	3,70	12,19	5,90
<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq,) Benth,	66	7,90	4,94	2,05	4,96
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq,) SOGrosa	50	5,99	2,47	2,75	3,74

<i>Eriotheca ruizii</i> (K,Schum,) A,Robyns	12	1,44	4,94	4,20	3,52
<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau	19	2,28	3,70	2,75	2,91
<i>Senna incarnata</i> (Benth,) H, S, Irwin & Barneby	23	2,75	4,94	0,79	2,83
<i>Senna mollissima</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd,) HSIrwin & Barneby	18	2,16	4,94	0,59	2,56
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	22	2,63	3,70	1,30	2,54
<i>Psidium guineense</i> Sw,	21	2,51	3,70	0,98	2,40
<i>Citharexylum gentryi</i> Moldenke	5	0,60	6,17	0,11	2,29
Total	835	100	100	100	100

Nota: Abundancia (# Ind); Densidad relativa (DR); Frecuencia relativa (Fr); Dominancia relativa (DmR); Índice de valor de importancia (IVI)

6.1.3 Índice de Shannon

En el índice de Shannon se obtuvo un valor de 2,46, representando una diversidad media, es decir significa una uniformidad media de los valores de importancia de todas las especies de la muestra. Para observar el cálculo de índice de Shannon de todas las especies del componente arbóreo en un área de restauración pasiva del bosque seco, en el Anexo 4.

6.2 Estructura diamétrica del componente arbóreo en un área de restauración pasiva en el bosque seco

La Figura 8 muestra la distribución de individuos por clases diamétricas del área de restauración. La distribución de individuos por clase diamétrica presenta una forma de J invertida. Las clases diamétricas I, II y III concentran la mayor cantidad de individuos, representando un 96,76 % del total de individuos de las seis clases diamétricas en el área de estudio. Las especies más comunes dentro de estas tres clases diamétricas fueron *Vachellia macracantha*, *Ipomoea wolcottiana*, *Leucaena trichodes*, *Handroanthus chrysanthus* y *Senna incarnata*. Por otra parte, las clases IV, V y VI concentran menor número de individuos, principalmente de las especies *Erythrina velutina*, *Vachellia macracantha*, *Ceiba trischistandra*, *Eriotheca ruizii*, *Ipomoea wolcottiana*, y *Coccoloba ruiziana*, *Cochlospermum vitifolium*. Las especies de la clase diamétrica VI corresponden a árboles tolerados para la sombra, antes de la restauración los cuales fueron *Erythrina velutina*, *Ceiba trischistandra*.

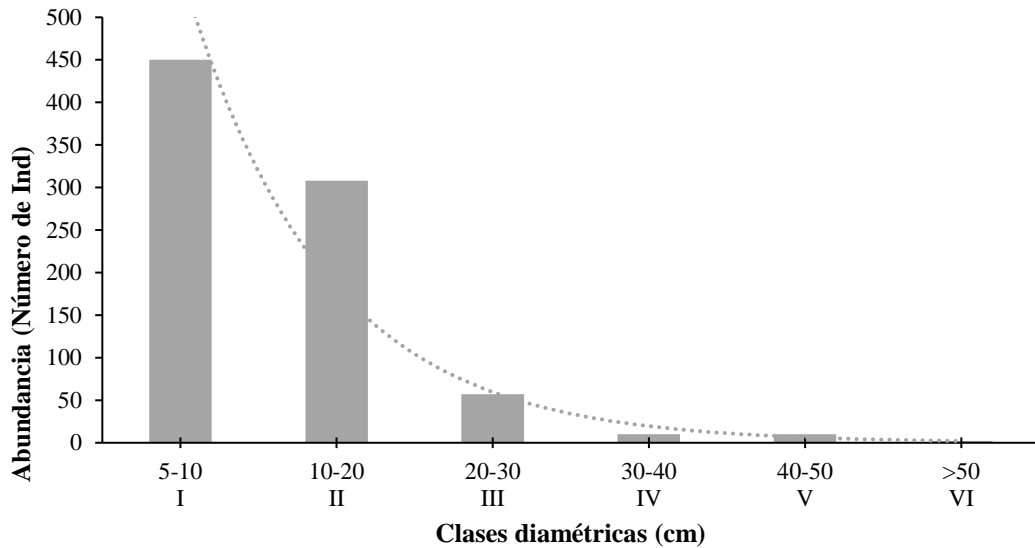


Figura 8. Número de individuos por clases diamétricas del componente arbóreo de un área de restauración pasiva del bosque deciduo piemontano de la reserva Laipuna.

6.2.2 Área basal

La Figura 9 muestra el área basal de las cuatro parcelas, así como el promedio de las cuatro, presentando un total de 11,68 m²/ha, en un área de restauración.

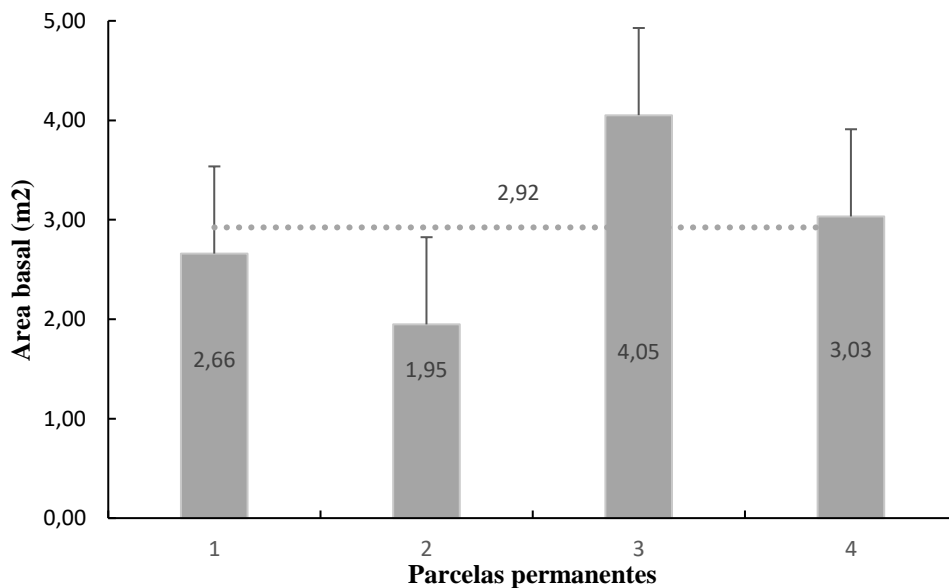


Figura 9. Área basal de cada parcela y promedio del componente arbóreo de un área de restauración pasiva del bosque deciduo piemontano de la reserva Laipuna.

La Figura 10 muestra la distribución del área basal por clases diamétricas, Se observa que la mayor cantidad de área basal se encuentra concentrada en la clase diamétrica II (10 - 20 cm), representando el 39,26 % del área basal total. En general existió una mayor concentración de área basal en la clase diamétrica I, II y III, representando el 76,2 % mientras que las clases IV, V y VI representan una menor cantidad de área basal total

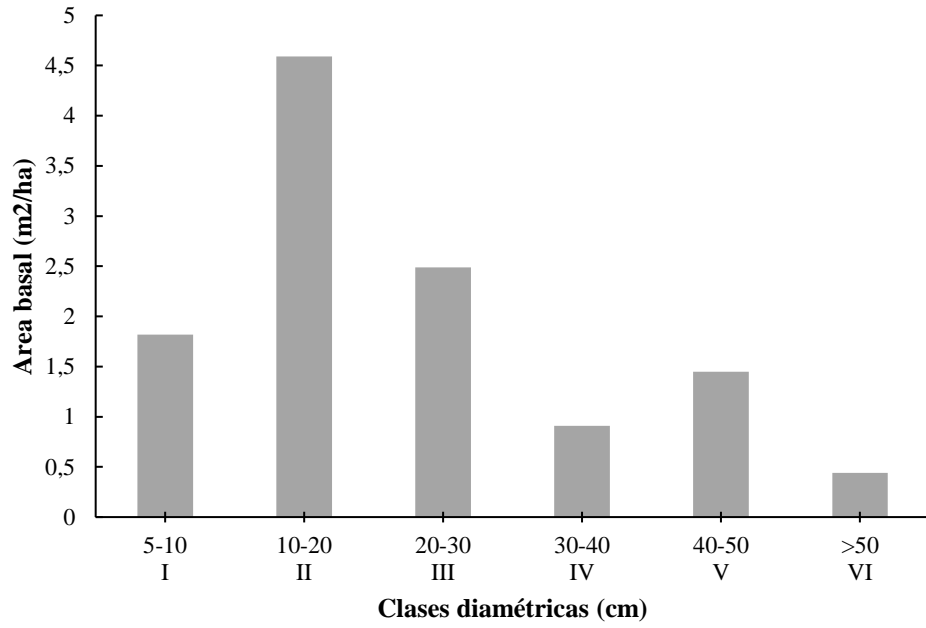


Figura 10. Área basal por clases diamétricas del componente arbóreo de un área de restauración pasiva del bosque seco deciduo piemontano de la reserva Laipuna.

6.2.3 Perfil horizontal de un área de restauración pasiva de bosque seco

La figura 11 muestra la distribución horizontal de los individuos mayores a 5 cm de DAP. Se puede evidenciar la presencia de pocas especies con mayor abundancia en el transecto, pero con una distribución agrupada a lo largo del mismo, mostrando claros extensos del dosel y zonas extensas descubiertas de vegetación leñosa.

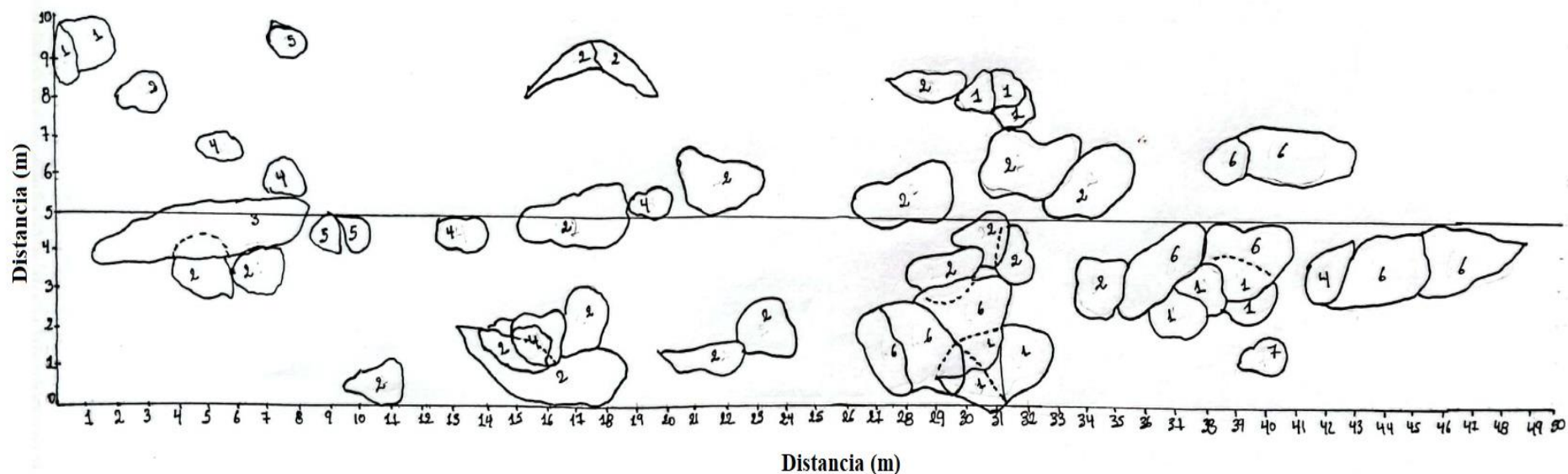


Figura 11. Perfil horizontal de la vegetación leñosa, en un área de restauración pasiva del bosque seco la Reserva Natural Laipuna. 1, *Handroanthus chrysanthus*, 2, *Ipomoea wolcottiana*, 3, *Eriotheca ruizii*, 4, *Leucaena trichodes*, 5, *Psidium guineense*, 6, *Vachellia macracantha*, y 7, *Senna mollissima*

6.2.4 Perfil vertical de un área de restauración pasiva del bosque seco

En la figura 12 se muestra la distribución vertical de los individuos mayores a 5 cm de DAP. Se puede distinguir la presencia de tres estratos, uno superior que alcanza alturas entre 10-14 m dominado por *Vachellia macracantha*, con presencia de pocos individuos de *Eriotheca ruizii*; un estrato intermedio con alturas entre 5-10 m dominado por *Ipomoea wolcottiana*, *Leucaena tichodes*, y pocos individuos de *Handroanthus chrysanthus*. Finalmente, un estrato bajo de hasta 5 m de altura dominado por latizales altos de *Psidium guineense*, *Handroanthus chrysanthus*, *Ipomoea wolcottiana* y escasos individuos de *Senna mollissima*.

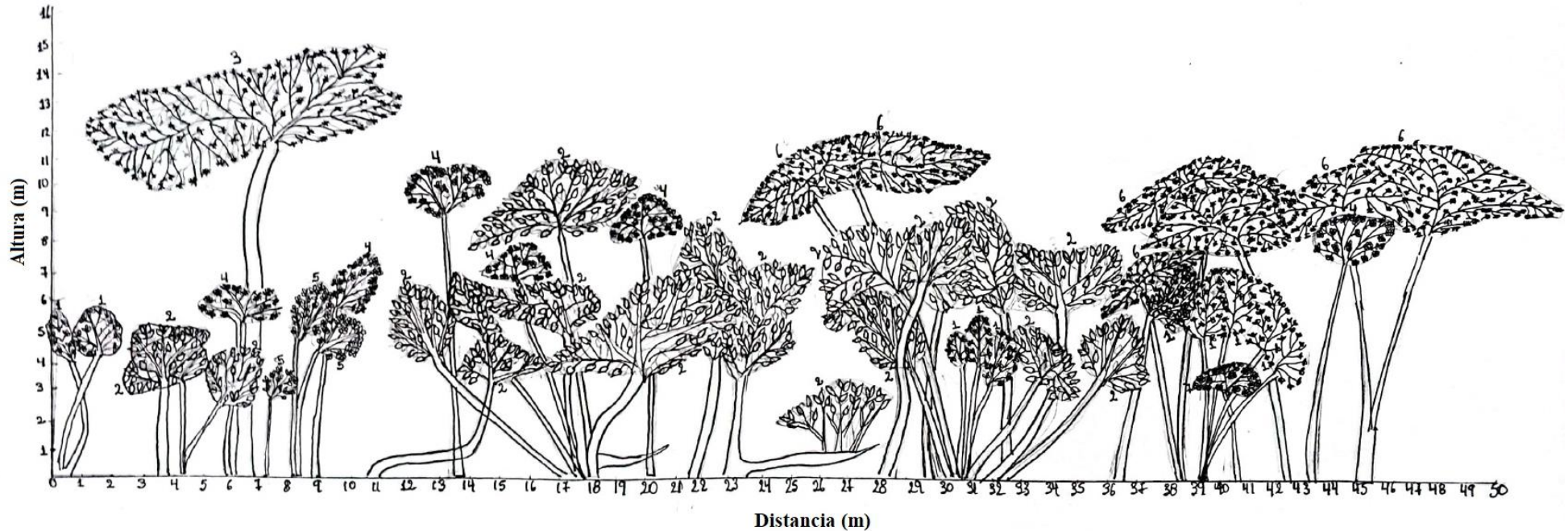


Figura 12. Perfil vertical de la vegetación leñosa, en un área de restauración pasiva del bosque seco de la Reserva Natural de Laipuna. 1. *Handroanthus chrysanthus*, 2. *Ipomoea wolcottiana*, 3. *Eriotheca ruizii*, 4. *Leucaena trichodes*, 5. *Psidium guineense*, 6. *Vachellia macracantha*, y 7. *Senna mollissima*

7. Discusión

7.1 Composición florística del componente arbóreo en un área de restauración pasiva del bosque deciduo piemontano

Las áreas de restauración pasiva poseen un histórico de actividades agrícolas y ganaderas, que posteriormente fueron abandonadas, comprenden una etapa de recuperación de los atributos ecológicos de composición, estructura y diversidad de la vegetación, comprendidos en niveles secundarios (Guerra et al., 2021; Avella, 2019; Chazdon, 2009; Lebrija et al., 2008). Esto indica que la riqueza y diversidad aumenta de acuerdo con la edad del abandono. Algunas investigaciones indican que la recuperación de los atributos en los bosques secundarios se llega a reestablecer después del disturbio, en una serie consecutiva de períodos de sucesión (Chazdon, 2014).

El área de restauración pasiva del presente estudio se encuentra en recuperación de agricultura y ganadería aproximadamente desde hace 20 años, donde la especie dominante es *Vachellia macracantha*, lo que indica que es una especie importante en la sucesión secundaria del bosque seco; esto tiene concordancia con los resultados del estudio realizado por Haro-Carrión, (2021) en un bosque secundario seco de la costa, que anteriormente fue un pastizal en abandono con una recuperación desde hace 25 años en el que se realizó un monitoreo, y las especies predominantes fueron *Vachellia macracantha*, *Prosopis juliflora*.

En cuanto a la composición florística del componente leñoso en el área de restauración pasiva de la reserva natural Laipuna se registraron 35 especies dentro de 33 géneros en 17 familias, diversidad similar a la reportada por Brenes-Chaves et al. (2019) en cuatro parcelas permanentes de 2 400 m² en un área de conservación de Tempisque (Costa Rica), quienes registran 36 especies en 17 familias; valor menor al número de especies encontradas por Reyes (2012) en 3600 m² en un área de conservación en Guanacaste (Costa Rica) quien registra 58 especies en 27 familias, la diferencia se podría dar por factores edáficos y climáticos competencia intra e interespecífica y del tamaño de ocurrencia de claros en el bosque, así mismo por la presencia de fauna que ayuda a la dispersión de las semillas.

En cuanto a nivel de familia, Fabaceae fue la mejor representada, tanto en número de especies como de individuos, esto es consistente con lo reportado en otros estudios del Neotrópico seco (Almazán-Núñez, 2012; Guerra et al., 2021; Ambuludí, 2009) debido a que es una de las familias que presentan resiliencia a climas extremos. De igual forma, Vargas y

Ramírez (2014), menciona que la familia Fabaceae contiene especies que se caracterizan por altas tasas de crecimiento y una alta capacidad competitiva, así mismo muchas de las especies producen abundantes frutos y semillas que son consumidas por diversas aves y mamíferos, lo que ayuda a la dispersión de semillas.

A pesar de la dominancia de especies pioneras en el área de restauración pasiva, la cercanía de los fragmentos al bosque nativo puede ser un factor que ha favorecido la presencia de otras especies de estados sucesionales intermedios, ya que en la composición florística se reportan especies endémicas como *Eriotheca ruizii*, *Ceiba trischistandra*, *Albizia multiflora*, *Prosopis juliflora*, *Terminalia valverdae*; estas especies aún se encuentran con pocos individuos, sin embargo se hace la relación con el bosque seco de Macara y Zapotillo (Cueva et al., 2019; Muñoz et al. 2014; Aguirre, 2017; Aguirre, 2021), lo que indica que su regeneración y crecimiento ha sido beneficiado por diversos factores como la fauna (aves y mamíferos), las corrientes del viento que son más fuertes en las partes más elevadas del área, lo que ayuda a la dispersión de semillas y la exclusión del ganado, que ha permitido el establecimiento de especies de sucesión secundaria intermedia. Aunque florísticamente aún se encuentra muy distante de tener la composición de un bosque nativo, la presencia de especies endémicas en la zona es un buen indicador de recuperación del área.

7.2 Diversidad arbórea del componente leñoso

El índice de diversidad de Shannon-Wiener, indica que la diversidad presente en el área de estudio, a 20 años de restauración pasiva es de 2,46 siendo así que los hallazgos de este estudio difieren con un estudio realizado por Brenes-Chaves et al. (2019), en un bosque secundario seco deciduo en Costa Rica con una edad de abandono entre 20-30 años, registran una diversidad de Shannon de 2,23. Por otro lado, en un estudio realizado por Pacheco (2021) en un bosque secundario seco de Guanacaste en Costa Rica, el índice de Shannon se encuentra por encima con 3,13. Estas diferencias de diversidad pueden deberse al tipo de perturbación en cada escenario, como es el caso de este estudio, en el que presenta una perturbación por agricultura y luego ganadería, en que es invidente una mayor compactación de suelo, sumado a los cambios ambientales en los últimos años, condiciones climáticas extremas (sequía o saturación hídrica por el fenómeno de El Niño), cuya recurrencia potenciaría sus efectos (Cueva et al., 2019). Mientras tanto el otro escenario presenta una perturbación solo por ganadería, en la que existe gran cantidad de árboles remanentes y condiciones edáficas, que muestran suelos inceptisoles (López, 2002).

El número de especies y el índice de diversidad mostraron una tendencia de incremento al avanzar la sucesión ecológica secundaria, este patrón ha sido detectado en otros estudios, es decir que los valores de diversidad presentes en los bosques secundarios con estas edades de abandono aún están muy lejos de alcanzar la diversidad de los bosques primarios secos (Lebrija et al., 2008). Un estudio realizado por Pacheco (2021) en áreas de bosque seco deciduo de diferentes edades de abandono y con diferentes perturbaciones en Guanacaste (Costa Rica) indica que un bosque secundario seco de 37 años ya podría alcanzar una diversidad alta de 3,41. Sin embargo, se debe señalar que los bosques nativos secos pueden reportar valores de diversidad medio o alto dependiendo del tipo de suelo, tipo de ecosistema y factores ambientales, tal es el caso de un bosque seco deciduo en el sector “El Chilco” en el Suroccidente del Ecuador en donde se reportó un índice de Shannon de 2,51 (Muñoz et al., 2014), y por otra parte, un estudio realizado por Jaramillo et al. (2018) en un bosque seco deciduo en Bramaderos, también al suroccidente del Ecuador, el cual reportó un índice de Shannon de 2,4. Otra razón de reportar bajos valores de diversidad puede deberse al grado de intervención antrópica al que están sometidas muchas áreas de bosque nativo, las cuales son utilizadas cotidianamente por las comunidades locales para proveerse de madera, leña y el pastoreo de ganado caprino y bovino principalmente (Aguirre-Padilla et al., 2018).

7.3 Estructura del componente arbóreo en un área de restauración de bosque deciduo piemontano.

Los valores del área basal encontrada en el área de restauración pasiva del presente estudio son de 11,68 m²/ha con una desviación estándar de 0,88 en un periodo aproximadamente de 20 años de recuperación. Este resultado es similar a un estudio realizado por Gordillo et al. (2020) en un bosque seco en recuperación en Chiapas-México de 19 años, en el cual se presenta un área basal de 11,1 m²/ha, lo cual podría deberse al efecto acumulado del uso agrícola del suelo en la región sobre la composición de especies. Por otro lado, en un estudio realizado por Reyes (2012) en un bosque seco de recuperación en Guanacaste Costa Rica en 18 años presenta un área basal mayor de 23,31 m²/ha. Esta gran diferencia puede atribuirse posiblemente a la presencia de árboles relictos dejados para sombra de ganado. De la misma manera estudios realizados por Dupuy et al. (2012); Leiva et al. (2009) indican que el área basal tiene tendencia a aumentar con el tiempo de abandono y podrían relacionarse con aspectos o factores, así mismo con las perturbaciones que han tenido cada uno de estos sitios, y también la mayores restricciones fisiológicas y fisiológicas experimentadas, las limitaciones sobre el crecimiento varían por la sequía.

La presencia de una distribución diamétrica en forma de "J" invertida en un área de bosque seco tropical en la región central de Brasil como indican Imaña et al. (2011), los individuos \geq a 5 cm en las primeras clases tiene un mayor porcentaje y también han demostrado la tendencia de la J invertida es decir que el ecosistema tiende a encontrarse en una etapa de recuperación. Similar tendencia reporta Brenes-Chaves et al. (2019) en su estudio en bosque seco de Costa Rica. Lamprecht (1990), menciona que la distribución diamétrica en bosques nativos jóvenes o en proceso de recuperación tiende a mostrar una "J" invertida. Esto puede deberse a la dinámica natural de la sucesión ecológica, donde las plántulas y árboles jóvenes tienen una mayor tasa de crecimiento y supervivencia en comparación con individuos más grandes.

Las clases diamétricas por el área basal en donde las tres primeras clases representa 76 % con diámetros de 5-30 cm, mientras que las clases diamétricas de 30-50 cm representan el 24 % debido que se encuentran árboles emergentes que posiblemente fueron dejados para sombra del ganado. Similar tendencia es reportada por Brenes-Chaves et al. (2019) en su estudio, donde reporta un pico de área basal en clases diamétricas intermedias, producto de la presencia de árboles tolerados durante el uso de suelo agropecuario de las áreas de restauración. Aunque las condiciones ambientales son muy diferentes entre el presente estudio y el de Costa Rica, este patrón puede repetirse por la dinámica de cambio de uso de suelo y recuperación de áreas degradadas de bosque seco en los trópicos (Reyes, 2012; Pacheco, 2021). Quiroga et al. (2019) menciona que el valor mínimo registrado en DAP es de 5 cm, correspondiente al criterio de medición establecido para el estudio, llegando a ser considerado más apropiado para bosque seco, ya que el criterio más común usado en bosques tropicales es de 10 cm. De acuerdo con este criterio Imaña et al. (2011) en su estudio realizado en Brasil reporta la misma estructura diamétrica con la mayoría de los árboles en la clase menor de 5-10 cm y a su vez el 58,7 % de los individuos del muestreo son menores a 9 cm de diámetro; lo cual es un patrón consistente en bosques secundarios secos.

7.3.1 Perfil horizontal y vertical de un área de restauración pasiva de bosque deciduo piemontano

El perfil horizontal mostró que *Handroanthus chrysanthus*, *Ipomoea wolcottiana*, *Vachellia macracantha*, crecen de manera agrupada, dejando claros y zonas descubiertas de cobertura leñosa que es a su vez colonizada por hierbas y arbustos anuales. Esta dinámica puede deberse a que la zona aún se encuentra en proceso de recuperación. Sin embargo, si se compara

con un bosque seco de línea base, Lamprecht (1990) menciona estos bosques de por sí ya tienen características que van desde bosques densos a ralos, esto último bastante consistente con la distribución espacial de los individuos de las especies identificadas en el presente estudio.

El perfil vertical de estudio muestra tres estratos uno alto, dominante (10-15 m), uno medio (5-10 m) codominante y uno bajo (0-5 m) dominado o estrato de latizales altos. El patrón del perfil vertical es muy similar al reportado en un estudio realizado por Imaña et al. (2011) en un bosque seco en recuperación en Brasil, en el que se identificó tres estratos con una ligera variación en la altura frente al estudio de Laipuna, definiendo como un primer estrato (0-5m) en el segundo (5-7 m) y en el tercero (7-11 m). Patrón similar se reporta en el estudio de Bustamante (2009) en el bosque seco del mismo sitio reporta tres estratos en los que indica que existe un primer estrato también conocido como dominante (10-13 m) el segundo estrato como codominante y el tercero como dominado (3,5 a 4,5 m). La diferencia de alturas puede darse por la disimilitud de especies encontradas en ambos estudios, las cuales pueden presentar diferentes respuestas a los factores climáticos y edáficos, gradiente altitudinal, inclusive a las perturbaciones naturales y antrópicas.

Un patrón por destacar en este estudio fue el hábito de ciertas especies de emitir varios ejes como rebrotes, posiblemente como respuesta al estrés climático, que favorece a que las especies se desarrollen a partir de brotes vegetativos al aprovechar el extenso sistema de raíces y el almacenamiento de nutrientes en las partes restantes de la planta madre, especialmente después de cualquier tipo de perturbación (Espinosa, 2012). La información proporcionada por Jiménez et al. (2017) sobre la altura de los árboles en bosques secos, que varía entre 4.75 y 32 metros, es valiosa para contextualizar la altura de los árboles en nuestro estudio. El hecho de que el rango de altura en su investigación La información proporcionada por Jiménez et al. (2017) sobre la altura de los árboles en bosques secos, que varía entre 4.75 y 32 metros, es valiosa para contextualizar la altura de los árboles. El hecho de que el rango de altura en el presente estudio supere el estrato más alto mencionado puede atribuirse al estado de sucesión del área de estudio, Además, la referencia al sistema de clasificación de ecosistemas en Ecuador proporciona un marco adicional para entender las características del bosque seco de referencia el cual se caracteriza por presentar especies con una altura de dosel superior de hasta 20 metros (MAE 2013).

8. Conclusiones

- El área de restauración pasiva del bosque deciduo piemontano de Laipuna presenta una composición florística típica de áreas en proceso de recuperación, dominada por familias como Fabaceae, Nictagynaceae, Asteraceae, Myrtaceae, Capparaceae, congregando a 37 especies, las más representativas *Vachellia macracantha*, *Ipomoea wolcottiana*, *Erythrina velutina*, *Leucaena trichodes*, luego de 20 años de restauración.
- La composición florística está dominada por especies de sucesión inicial, sin embargo, se puede evidenciar la presencia de especies de sucesión intermedia, lo que indica que el proceso de restauración ecológica a 20 años de iniciado presenta características de un bosque secundario en un estado temprano de sucesión intermedia, esperándose que las especies pioneras se reduzcan y pierdan espacio por competencia en los próximos años.
- La diversidad media registrada en el área de restauración pasiva es una clara evidencia de que los procesos de restauración tienden a recuperar la diversidad alfa, aunque en períodos extensos de tiempo y condicionados principalmente por factores como historia de uso de suelo, cercanía a zonas de bosque original remanente.
- La distribución por clases diamétricas concentra el mayor número de individuos en las clases inferiores, con pocos individuos en las clases mayores, posiblemente pertenecientes a árboles relictos durante el uso de suelo anterior a la restauración. El mayor porcentaje de área basal del área de restauración pasiva se concentra en las primeras clases diamétricas.
- El perfil vertical muestra que el área de restauración tras 20 años presenta un patrón de distribución vertical en tres estratos, con un dosel superior que aún no se aproxima a la dimensión de un dosel superior de un bosque deciduo piemontano, que es el ecosistema de referencia de esta área. Por otra parte, el perfil horizontal indica que las especies crecen de manera agrupada con evidentes claros dominados por vegetación herbácea y arbustiva.

9. Recomendaciones

- Continuar con el monitoreo de las parcelas para entender mejor los procesos de sucesión favorecidos por actividades de restauración pasiva.
- Realizar más estudios en diferentes sitios, edades y perturbaciones para conocer el efecto de estas condiciones sobre la dinámica sucesional y resiliencia del bosque seco, debido a que se encuentran en una constante amenaza por actividades del ser humano.
- Implementar un plan de acción de la reserva a futuro, en la que se debería incorporar los bosques secundarios de diferentes edades en las etapas de sucesión.
- Considerar variables edafoclimáticas para entender como es la influencia sobre la restauración del bosque seco deciduo piemontano.

10. Bibliografía

- Acosta Vargas, L., G., Quesada Monge, R., Reyes Cordero, D., & Castillo Ugalde, M. (2012). Restauración del bosque seco tropical de Costa Rica: evolución del bosque y conservación de especies. [Congreso de estudiantes, tecnológico de Costa Rica]. TEC. <https://copa.acguanacaste.ac.cr/bitstream/handle/11606/883/Restauraci%20del%20bosque%20seco%20tropical%20de%20Costa%20Rica%20evoluci%20y%20conservaci%20de%20especies.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguirre M., Z., Betancourt F., Y., González, H., J., (2013). Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador, *Avances*. 15(2), 144-155. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5350870>
- Aguirre Mendoza, Z. H., Chamba Valarezo, M., Díaz López, M., y Pacheco Pineda, E. (2021). Composición florística y estructura de un remanente de bosque seco en la Estación Experimental Zapotepamba, Loja, Ecuador, *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 97–112, <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/877>
- Aguirre-Mendoza, Z., Geada-López, G., y Betancourt-Figueras, Y. (2013). Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y utilidad para el manejo local. *Revista CEDAMAZ*, 3 (1), 54-65. https://www.researchgate.net/publication/264158604_Regeneracion_natural_del_bosque_seco_de_la_provincia_de_Loja
- Aguirre, N. (4 de abril del 2013). *Estructura y dinámica del ecosistema forestal*, Wordpress. <https://nikolayaguirre.files.wordpress.com/2013/04/4-estructura-y-dinamica-de-bosques.pdf>
- Aguirre, M., Z., & Kvist, L., P. (2009). Composición florística y estructura de bosques estacionalmente secos en el suroccidental de Ecuador, provincia de Loja, municipios de Macara y Zapotillo. *Arnaldoa*, 16(2), 87-89. DOI:10.13140/2.1.1288.0008
- Aguirre, M., Z., Rivera, M., M. E., y Granda, M., V. (2019). Productos forestales no maderables de los bosques secos de Zapotillo, Loja, Ecuador, *Arnaldoa*, 26(2), 575-594. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26204>

- Aguirre, Z. (2012). Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático, MAE/FAO - Finlandia, Quito, Ecuador, 140 p. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>
- Aguirre, Z. (2019). *Métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador
- Aguirre, Z., Aguirre, N., Y Muñoz, Ch., J. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador, *Arnaldoa*, 24(2), 523-542. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa,242,24206>
- Aguirre, Z., Kvist, P. y Sánchez, O., (2006) Bosques secos en Ecuador y su diversidad. Universidad Mayor de San Andrés. Botánica Económica de los Andes Centrales. p. 162-187.
- Aguirre, Z., y Aguirre, N. (1999). Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales, Herbario Loja # 5, Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja, Loja – Ecuador.
- Aguirre, Z., Y Geadá-Lopez, G. (2017), Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador, *Arnaldoa*, 24(1), 207-228. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa,241,24107>
- Aguirre-Padilla, N, I., Alvarado-Espejo, J., y Granda-Pardo, J. (2018). Bienes y servicios ecosistémicos de los bosques secos de la provincia de Loja, *Bosques Latitud Cero*, 8(2), 118-130. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/499>
- Alfaro, A. (10 de diciembre del 2020). *Restauración ecosistémica: mecanismo de adaptación, mitigación y resiliencia en la Reserva de Biósfera Bosque Seco*. PROAmazonía. <https://www.proamazonia.org/restauracion-ecosistemica-mecanismo-de-adaptacion-mitigacion-y-resiliencia-en-la-reserva-de-biosfera-bosque-seco/>
- Almazán-Núñez, R., C., Arizmendi, M., Eguiarte, L., E., y Corcuera, P. (2012). Changes in composition, diversity and structure of woody plants in successional stages of tropical dry forest in southwest Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(4), 1096-1109. <https://doi.org/10.7550/rmb,30403>

- Alvis G., J., F. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 115-122. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612009000100013&script=sci_arttext
- Alcolado, P. M. (1998). Conceptos e índices relacionados con la diversidad. *Instituto de Oceanología*, 7-21.
- Ambuludí, L. (2009). *Estudio comparativo de la composición florística, estructura y dinámica de la regeneración natural en Bosque Seco intervenido y no intervenido de la Reserva Natural Laipuna, Macará*. [Tesis de grado, Facultad agropecuaria y Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional-UNL
- Astudillo-Sánchez, E., Jame, F., Medina, G., y Medina, A. (2019). Gestión de los bosques tropicales estacionalmente secos de la provincia de Santa Elena, Ecuador: una perspectiva desde la conservación. *Industrial data*, 22(2), 117-127. <https://doi.org/10.15381/idata.v22i2.17393>
- Avella-M., A., García-G., N., Fajardo-Gutiérrez, F., y González-Melo, A., (2019). Patrones de sucesión secundaria en un bosque seco tropical interandino de Colombia: sugerencias para la restauración ecológica. *Caldasía*, 41 (1), 12-27. <https://doi.org/10.15446/caldasias.v41n1.65859>
- Barrios M., M, (2022). *Restauración activa y pasiva de bosque parque talado en el litoral oeste de Uruguay*. [Tesis de grado, Facultad de ciencias, Universidad de la republica de Uruguay]. Repositorio -UDELAR
- Brenes-Chaves, L., Méndez-Cartín, A. L., Sánchez-Toruño, H., Montero-Flores, W., Barquero-Elizondo, A. I., & Hernández-Sánchez, L. G. (2019). Análisis de la composición y estructura del bosque secundario en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Ostional, Guanacaste, con miras a su restauración. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 16(39), 33-42. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v16i39.4417>
- Cabrera Verdesoto, C., Murillo Quiroz, L., Salvatierra P., D., Jiménez González, A., y Briones A., G. (2022). Análisis de la regeneración natural de las especies forestales del Jardín Botánico de la Universidad Técnica de Manabí. *Ab Intus*, (9), 7-17, http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/2

- Celentano, D., Zahawi, R. A., Finegan, B., Casanoves, F., Ostertag, R., Cole, R. J., & Holl, K. D. (2011). Restauración ecológica de bosques tropicales en Costa Rica: efecto de varios modelos en la producción, acumulación y descomposición de hojarasca. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1323-1336. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000300032
- Colón, S., M., y Lugo, A., E., (2006). Recovery of a Subtropical Dry Forest After Abandonment of Different Land Uses, *Biotropica*, 38(3), 354–364. <http://www.jstor.org/stable/30043254>
- Cottam, G., y Curtis, J., T. (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3), 451-460. <https://doi.org/10.2307/1930167>
- Curry, T. (2022). Mexico's Tropical Dry Forests. *Elsevier*, 76-84. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128211397000076>
- Escribano-Ávila, G. (2016). El bosque seco neotropical de la provincia Ecuatoriana: un pequeño gran desconocido. *Ecosistemas*, 25(2), 1-4. DOI: 10,7818/ECOS,2016,25-2,01
- Espinosa, C. (2012). *Estructura y funcionamiento de ecosistemas secos del Sur de Ecuador* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio UPM
- Espinosa, C., de la Cruz, M., Luzuriaga, A., y Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas*, 21(1-2). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/35>
- FAO y PNUMA (2020). El estado de los bosques del mundo 2020, *Los bosques, la biodiversidad y las personas*. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- Finegan, B. (1996). Patrón y proceso en las selvas tropicales secundarias neotropicales: los primeros 100 años de sucesión, *Tendencias en Ecología y Evolución. Elsevier* 11(3), 119–124. doi:10.1016/0169-5347(96)81090-1
- Gadow, K, V., Sánchez, O, S., y Álvarez, J., G. (2007). Estructura y crecimiento del bosque. *Universidad de Göttingen*,

<https://www.researchgate.net/publication/265270198> Estructura y Crecimiento del Bosque

- Gentry, A. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. Pages 146–194. in S. H. Bullock, H. A. Mooney, and E. Medina, editors. *Seasonally Dry Tropical Forests*. E (eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK;
- Gerhardt, K., y Hytteborn, H. (1992). Natural dynamics and regeneration methods in tropical dry forests -an introduction- *Journal of Vegetal. Sciences*, 3, 361-364. <https://doi.org/10.2307/3235761>
- Gordillo, R., M., Pérez, M., Á., y Castillo S., Á. (2020). Estructura y composición arbórea del bosque tropical caducifolio secundario en la Depresión Central, Chiapas, México. *Madera y Bosques*, 26(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632055>
- Guerra-Martínez, F., García-Romero, A., Martínez-Morales, M., Á., y López-García, J. (2021). Resiliencia ecológica del bosque tropical seco: recuperación de su estructura, composición y diversidad en Tehuantepec, Oaxaca. *Revista mexicana de biodiversidad*, 92. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3422>
- Haro-Carrión, X., Loiselle, B., Putz, F. (2021). Diversidad de especies de árboles, composición y biomasa aérea a través de los tipos de cobertura de suelo de bosque seco en la costa de Ecuador. *Ciencias de la Conservación Tropical*;14. doi: 10.1177/1940082921995415
- Hernández, L., y Valero, N., (2005). Desarrollo sustentable del bosque húmedo tropical: características, ecología y uso (con énfasis en Venezuela). Fondo Editorial UNEG, <https://acortar.link/VaKP8V>
- Hodgson, D., McDonald, J., L., y Hosken, D., J. (2015). What do you mean, “resilient”? *Trends in Ecology and Evolution*, 30, 503-506, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.06.010v>
- Iglesias, J., Chinchero, M, A., Santiana, J. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, *Ministerio del Ambiente del Ecuador*, 98, Quito.
- Imaña, E., J. (2011). *Mensura dasométrica*, Universidade de Brasília, <http://dx.doi.org/10.26512/9788587599377>

- Imaña, E., J., Otacílio, S., A., e Imaña, R., Ch. (2011). Estructura diamétrica de un fragmento del bosque tropical seco de la región del eco-museo del cerrado, Brasil. *Colombia Forestal*, 14 (1), 23-30.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392011000100003&lng=en&tlng=es.
- Jiménez, A., Gabriel, J., Tapia, M. (2017). Ecología Forestal: Una mirada desde la UNESUM. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.
- Juárez, Y. (2014). Dasometría apuntes de clase y guía de actividades prácticas. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. <https://acortar.link/Cpmmol>
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, Posibilidades para un aprovechamiento sostenido*. Eschborn: GTZ, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit,
- Lebrija-Trejos, E., Bongers, F., Pérez-García, E, A., & Meave, J, A. (2008). Successional Change and Resilience of a Very Dry Tropical Deciduous Forest Following Shifting Agriculture. *Biotropica*, 40(4), 422–431. doi:10.1111/j.1744-7429.2008.00398.x
- Leiva, J., A., Rocha, O., J., Mata, R., y Gutiérrez-Soto, M., V. (2009). Cronología de la regeneración del bosque tropical seco en Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica: II, La vegetación en relación con el suelo. *Revista de Biología Tropical*, 57 (3), 817-836.
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000300029&lng=en&tlng=es,
- León, T. (21 de diciembre del 2017), *Deforestación y cambio climático se estudia en los bosques secos del sur del Ecuador*, UTPL. <https://noticias.utpl.edu.ec/deforestacion-y-cambio-climatico-se-estudia-en-los-bosques-secos-del-sur-del-ecuador>
- Linares-Palomino, R., Kvist, L., Aguirre-Mendoza, Z., y Gonzales-Inca, C. (2009).. Diversidad y endemismo de especies de plantas leñosas en los bosques estacionalmente secos del Pacífico Ecuatorial. *Biodiversidad y Conservación*, 19(1), 169–185. doi:10.1007/s10531-009-9713-4
- López, F. (2002). Ecuador-Perú, conservación para la Paz, Editorial UTPL, Loja, Ecuador.
- Louman, B., D, Quiroz y M, Nilson., (2001). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3971>

- Madsen, J. (2002). Cactus en el Sur del Ecuador., En: Aguirre, Z., J., E., Madsen, E, Cotton y H.Balslev (eds,) *Botánica austroecuatoriana: Estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe* (Pp, 289—304), Abya-Yala, Quito, Botánica Sistemática Ecuatoriana.
- Manzanero, C., M. (2 de marzo del 2003). *Estructuras del bosque, Estación biológica de las Guacamayas*. SlidePlayer. <https://slideplayer.es/slide/10771943/>
- Mayden. (1997). A hierarchy of species concepts:the denouement in the saga of the species problem. In species: *The units of Biodiversity* (ed by Claridge, M.F., Dawah,H.A. &Wilson, R.M.). Chapman and Hall, London, p.381-424.
- Mazón M., Maita, J., y Aguirre, N. (Ed.). (2017). Restauración del paisaje en Latinoamérica: experiencias y perspectivas futuras, Memorias del Primer Congreso Ecuatoriano de Restauración del Paisaje, Universidad Nacional de Loja, CONDESAN, Loja, Ecuador <https://condesan.org/wp-content/uploads/2018/10/Memorias-CERP-CAMBIOS-v2-1.pdf>
- Melo, O., y Vargas, R. (2002). *Evaluación ecológica y silvicultural de los ecosistemas boscosos*. Universidad de Tolima, CRQ, CARDER, CORCOPALDAS, CORTOLIMA. <https://www.yumpu.com/es/document/read/14197807/evaluacion-ecologica-y-silvicultural-de-ecosistemas-boscosos>
- Melo, P., Herrera, X., y Galeas, R., (2013). Modelo bioclimático del Ecuador continental. <https://docplayer.es/5419792-Modelo-bioclimatico-del-ecuador-continental.html>
- Melic, A. (1993). Biodiversidad y riqueza biológica: Paradojas y problemas. Zapateri: *Revista aragonesa de entomología*, 3, 97-103.
- Mogrovejo, R. y Pardo, D. (2004). Composición florística, endemismo, etnobotánica y perspectivas de conservación del bosque nativo Huashapamba, cantón Saraguro. Tesis Ing. For. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja, Ec
- Mola, I., Sopena, A., y de Torre, R. (ed.). (2018). Guía Práctica de Restauración Ecológica, Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica, Madrid. https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/guia_practica_re_0.pdf

- Montaño, L., y Roa, J., C., (2012). *Estado actual de la conservación de los bosques secos pluviestacionales del suroccidente de la provincia de Loja*. [Tesis de grado, Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional-UNL.
- Mora Donjuán, C, A., Alanís Rodríguez, E., Jiménez Pérez, J., González Tagle, M, A., Yerena Yamallel, J, I., & Cuellar Rodríguez, L, G, (2013), Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México, *Ecología Aplicada*, 12(1), 29-34, http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162013000100004
- Moreno, C., E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad, M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol, 1. Zaragoza.
- Muñoz, J., Erazo, S., y Armijos, D. (2017). Composición florística y estructura del bosque seco de la quinta experimental “El Chilco” en el suroccidente del Ecuador. *CEDAMAZ*, 4(1). Falta número de paginas.<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/238>
- Pacheco, J. (2021). *Estructura horizontal, dinámica y composición de una cronosecuencia de bosque seco tropical en la estación experimental forestal horizontes. Guanacaste, Costa Rica*. [Tesis para optar por el título de grado, Escuela de Ingeniería Forestal Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio institucional-TEC
- Paladines, R. 2003. Propuesta de conservación del Bosque seco en el Sur de Ecuador. *Lyonia* 4 (2): 183-186.
- Paladines, T., O. (2016). *La lechuza pide agua: la dinámica turística en el contexto de la reserva de biósfera de bosque seco en la parroquia de Mangahurco, cantón Zapotillo, provincia de Loja, Ecuador*. [Tesis de maestría, Flacso Ecuador] Repositorio Flacso
- Peters, T. and Richter, M. (2012): Climate Station Data Reserv Laipuna Valley. In: Platform for Biodiversity and Ecosystem and Ecosystem Monitoring and Research in South Ecuador. <http://www.tropicalmountainforest.org/>, checked on 10/1/2012.
- Pizano, C., y García, H. (Eds.). (2014). El bosque Seco tropical en Colombia, Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt (IAvH), Bogotá D,C., Colombia.

- Pucha, C., D., Peters, T., Bräuning, A. (2015). Wet season precipitation during the past century reconstructed from tree-rings of a tropical dry forest in Southern Ecuador, *Global and Planetary Change*. Elsevier, 133, 65-78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2015.08.003>,
- Quesada, M., R. (2008). *Manual para promover la regeneración natural en pastos degradados en el Pacífico Central y Norte de Costa Rica*, (1ª ed.). <http://www.itcr.ac.cr/RevistaKuru/>
- Quiroga, J., A. Roa, H., Y. Melo, O., y Fernández, F. (2019). Estructura de fragmentos de bosque seco tropical en el sur del departamento del Tolima, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* V 23, 1. <https://doi.org/10.17151/bccm.2019.23.1.2>.
- Rangel-Ch, J. O., y Velázquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación, Colombia diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia,
- Reyes, D. (2012). Análisis de los procesos de restauración pasiva para un bosque seco tropical en la estación experimental forestal horizontes. Guanacaste, Costa Rica. [Tesis para optar por el título de grado, Escuela de Ingeniería Forestal Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio institucional-TEC
- Romero-Duque, L., P., Jaramillo, V., J., y Pérez-Jiménez, A. (2007). Structure and diversity of secondary tropical dry forests in Mexico, differing in their prior land-use history. *Forest Ecology and Management*, 253(1-3), 38. 47doi:10.1016/j.foreco.2007.07.002
- Ruiz, L. (2000). Amazonía Ecuatoriana: Escenario y Actores del 2000. EcoCiencia-Comité Ecuatoriano de la UICN. Quito - Ecuador.
- Ruthenberg, H. (1980). *Farming systems in the tropics*. Oxford University Press., New York. 424.
- Sánchez, O., Kvist, L., P., y Aguirre, Z. (2006). Bosques secos en Ecuador y sus plantas útiles. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, p. 188-204.

- Sánchez-Toruño, H., M., Porras-Zuñiga, W., Marroquin-Morales, P., Pequeño-Ledezma, M., Á., Hernández-Sánchez, G., Montero-Flores, W., y Mesen-Montano, I. (2022). Análisis de cobertura en bosque secundario del Refugio Nacional Vida Silvestre Mixto Conchal, Costa Rica. *E-CUCBA* (19), 15-24. <https://doi.org/10.32870/ecucba.vi19.259>
- Sasaki, N., y Putz, F., E. (2009). Critical need for new definitions of “forest” and “forest degradation” in global climate change agreements, *Conservation Letters*, 2(5), 226–232. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263x.2009.00067.x>
- SER, (2004). Principios de SER internacional sobre la restauración ecológica, *Society for Ecological Restoration International*, 2, 16.
- Sierra, R. (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental, Proyecto INEFAN/GEF-BIRG Ecociencia,
- Solorzano, V. (10 de junio del 2021). *Restauración como mecanismo para la reconciliación Humana y Ecosistémica: Reserva de Biósfera del Bosque Seco en Ecuador*, PROAmazonía, <https://www.proamazonia.org/restauracion-como-mecanismo-para-la-reconciliacion-humana-y-ecosistemica-reserva-de-biosfera-del-bosque-seco-en-ecuador/>
- Stattersfield, A., Crosby, M., Long, A., y Wege, D. (1998). Endemic Bird Areas of the world: priorities for biodiversity conservation, Cambridge, UK: BirdLife International.
- Suárez-R., Silvia, & Vargas-R., Orlando. (2019). Composición florística y relaciones ecológicas de las especies de frontera, parches y árboles aislados de un bosque seco tropical en Colombia. Implicaciones para su restauración ecológica. *Caldasia*, 41 (1), 28-41. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71281>
- Tarrasón, D., Urrutia, J., T., Ravera, F., Herrera, E., Andrés, P., y Espelta, J., M. (2010). Conservation status of tropical dry forest remnants in Nicaragua: Do ecological indicators and social perception tally? *Biodiversity and Conservation*, 19(3), 813–82. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9736-x>
- Toby Pennington, R., Prado, DE y Pendry, CA (2000). Bosques neotropicales estacionalmente secos y cambios de vegetación cuaternaria. *Revista de Biogeografía*, 27(2), 261–273. doi:10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x

- Vargas, W y Ramírez W, N, N, (2014), Lineamientos generales para la restauración del bosque seco tropical de Colombia en Pizano, C y García, H, (Eds.). 2014, El bosque Seco tropical en Colombia, Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt (IAvH), Bogotá D, C., Colombia.
- Vega, A. A., Corral Rivas, S., Corral Rivas, J. J., & Diéguez Aranda, U. (2022). Modelación de las estructuras diamétricas en bosques naturales de Pueblo Nuevo, Durango. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 13(73). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i73.1187>
- Wurz, A., Bendix, J., Homeier, J., Matt, F., Paladines, P., Serrano, F., y Farwig, N., (2023). A hidden gem in the Tumbesian dry forest in southern Ecuador: Estación Científica Laipuna. *Ecotropica*, 25(1-2). DOI: 10,30427/ecotrop202301

11.Anexos

Anexo 1. Listado completo de las familias con el número de especies

N°	Familias	N° Especies	%
1	Fabaceae	12	34,29
2	Nyctaginaceae	4	11,43
3	Asteraceae	2	5,71
4	Myrtaceae	2	5,71
5	Capparaceae	2	5,71
6	Malvaceae	2	5,71
7	Bignoniaceae	1	2,86
8	Bixaceae	1	2,86
9	Combretaceae	1	2,86
10	Convolvulaceae	1	2,86
11	Euphorbiaceae	1	2,86
12	Moraceae	1	2,86
13	Polygonaceae	1	2,86
14	Rhamnaceae	1	2,86
15	Salicaceae	1	2,86
16	Solanaceae	1	2,86
17	Verbenaceae	1	2,86
	Total	35	100,00

Anexo 2. Listado completo de las familias con el número de individuos

N°	Familia	N° Ind	%
1	Fabaceae	429	51,4
2	Convolvulaceae	195	23,4
3	Bignoniaceae	50	6,0
4	Nyctaginaceae	34	4,1
5	Myrtaceae	24	2,9
6	Polygonaceae	19	2,3
7	Asteraceae	17	2,0
8	Malvaceae	16	1,9
9	Euphorbiaceae	12	1,4
10	Solanaceae	11	1,3
11	Combretaceae	6	0,7
12	Capparaceae	5	0,6
13	Moraceae	5	0,6
14	Verbenaceae	5	0,6
15	Bixaceae	4	0,5
16	Rhamnaceae	2	0,2
17	Salicaceae	1	0,1
	Total	835	100

Anexo 3. Listado completo de las especies con el IVI, con sus respectivos parámetros estructurales

N°	Nombre científico	DR%	FR%	DmR %	IVI %
1	<i>Acnistus arborescens</i>	1,32	1,23	0,36	0,97
2	<i>Albizia multiflora</i>	0,60	3,70	0,30	1,53
3	<i>Bauhinia cf aculeata</i>	0,60	1,23	0,94	0,92
4	<i>Bougainvillea peruviana</i>	0,36	3,70	0,13	1,40
5	<i>Caesalpinia glabrata</i>	2,63	3,70	1,30	2,54
6	<i>Casearia sp.</i>	0,12	1,23	0,03	0,46
7	<i>Ceiba trischistandra</i>	0,48	2,47	3,10	2,02
8	<i>Citharexylum gentryi</i>	0,60	6,17	0,11	2,29
9	<i>Coccoloba ruiziana</i>	2,28	3,70	2,75	2,91
10	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0,48	1,23	1,37	1,03
11	<i>Eriotheca ruizii</i>	1,44	4,94	4,20	3,52
12	<i>Erythrina velutina</i>	1,80	3,70	12,19	5,90
13	<i>Ficus citrifolia</i>	0,60	2,47	0,64	1,23
14	<i>Fulcaldea laurifolia</i>	1,68	1,23	1,53	1,48
15	<i>Geoffroea spinosa</i>	0,60	3,70	1,46	1,92
16	<i>Guapira sp.</i>	2,16	1,23	1,14	1,51
17	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	5,99	2,47	2,75	3,74
18	<i>Ipomoea wolcottiana</i>	23,35	3,70	25,21	17,42
19	<i>Leucaena trichodes</i>	7,90	4,94	2,05	4,96
20	<i>Machaerium millei</i>	0,12	1,23	0,07	0,47
21	<i>Morisonia petiolaris</i>	0,12	1,23	0,02	0,46
22	<i>Morisonia scabrida</i>	0,48	1,23	0,13	0,62
23	<i>Phyllanthus sp.</i>	1,44	4,94	0,33	2,24
24	<i>Piptadenia flava</i>	1,92	3,70	0,60	2,07
25	<i>Pisonia aculeata</i>	1,20	2,47	0,70	1,46
26	<i>Pisonia floribunda</i>	0,36	1,23	0,20	0,60
27	<i>Prosopis juliflora</i>	0,48	1,23	0,12	0,61
28	<i>Psidium guineense</i>	2,51	3,70	0,98	2,40
29	<i>Psidium rostratum</i>	0,36	1,23	0,07	0,55
30	<i>Senna incarnata</i>	2,75	4,94	0,79	2,83
31	<i>Senna mollissima</i>	2,16	4,94	0,59	2,56
32	<i>Terminalia valverdeae</i>	0,72	3,70	0,49	1,64
33	<i>Vachellia macracantha</i>	29,82	4,94	33,07	22,61
34	<i>Verbesina sp.</i>	0,36	1,23	0,07	0,55
35	<i>Ziziphus thyrsoiflora</i>	0,24	1,23	0,24	0,57
		100,00	100,00	100,00	100,00

Anexo 4. Cálculo de índice de Shannon

N°	Nombre científico	N° Ind	Pi	Pi*LnPi
1	<i>Acnistus arborescens</i>	11	0,013	-0,057
2	<i>Albizia multiflora</i>	5	0,006	-0,031
3	<i>Bauhinia cf aculeata</i>	5	0,006	-0,031
4	<i>Bougainvillea peruviana</i>	3	0,004	-0,020
5	<i>Caesalpinia glabrata</i>	22	0,026	-0,096
6	<i>Casearia sp.</i>	1	0,001	-0,008
7	<i>Ceiba trischistandra</i>	4	0,005	-0,026
8	<i>Citharexylum gentryi</i>	5	0,006	-0,031
9	<i>Coccoloba ruiziana</i>	19	0,023	-0,086
10	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	4	0,005	-0,026
11	<i>Eriotheca ruizii</i>	12	0,014	-0,061
12	<i>Erythrina velutina</i>	15	0,018	-0,072
13	<i>Ficus citrifolia</i>	5	0,006	-0,031
14	<i>Fulcaldea laurifolia</i>	14	0,017	-0,069
15	<i>Geoffroea spinosa</i>	5	0,006	-0,031
16	<i>Guapira sp.</i>	18	0,022	-0,083
17	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	50	0,060	-0,169
18	<i>Ipomoea wolcottiana</i>	195	0,234	-0,340
19	<i>Leucaena trichodes</i>	66	0,079	-0,201
20	<i>Machaerium millei</i>	1	0,001	-0,008
21	<i>Morisonia petiolaris</i>	1	0,001	-0,008
22	<i>Morisonia scabrida</i>	4	0,005	-0,026
23	<i>Phyllanthus sp.</i>	12	0,014	-0,061
24	<i>Piptadenia flava</i>	16	0,019	-0,076
25	<i>Pisonia aculeata</i>	10	0,012	-0,053
26	<i>Pisonia floribunda</i>	3	0,004	-0,020
27	<i>Prosopis juliflora</i>	4	0,005	-0,026
28	<i>Psidium guineense</i>	21	0,025	-0,093
29	<i>Psidium rostratum</i>	3	0,004	-0,020

30	<i>Senna incarnata</i>	23	0,028	-0,099
31	<i>Senna mollissima</i>	18	0,022	-0,083
32	<i>Terminalia valverdeae</i>	6	0,007	-0,035
33	<i>Vachellia macracantha</i>	249	0,298	-0,361
34	<i>Verbesina sp.</i>	3	0,004	-0,020
35	<i>Ziziphus thyrsoiflora</i>	2	0,002	-0,014
	Total	835		-2,468

Anexo 5. Certificado de la traducción en inglés del resumen

Certificación

Loja, 1 de febrero de 2024

Lic. Darwin Medina Pullaguari

Licenciado en Ciencias de la Educación mención Idioma Inglés

Lic. Darwin Medina Pullaguari con cédula de identidad 1900567593, y registro en la Senecyt 1031-2017-1835091 con el conocimiento y dominio de los idiomas español e inglés la traducción del resumen de la tesis denominada **Composición florística y estructura de la vegetación leñosa en áreas de restauración pasiva del bosque seco de la reserva natural Laipuna, cantón Macará, provincia de Loja**, perteneciente a la estudiante Karina Anabel Ramon Naula, con cédula de identidad N° 1150020046.

Certifico, es verdadero y correcto a mi saber y entender, por lo tanto, autorizo hacer uso de esta para los tramites que crean convenientes.

Atentamente



Lic. Darwin Medina Pullaguari

Licenciado en Ciencias de la Educación mención Idioma Inglés