



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

Estado actual de la composición florística y diversidad del matorral andino afectado por incendios forestales en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” de la ciudad de Loja

Trabajo de Titulación previa a la obtención del título de Ingeniera Forestal

AUTORA:

Evelyn Dolores Ulloa Mora

DIRECTOR:

Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 09 de septiembre de 2022

Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Estado actual de la composición florística y diversidad del matorral andino afectado por incendios forestales en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” de la ciudad de Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Forestal**, de autoría de la estudiante **Evelyn Dolores Ulloa Mora**, con cédula de identidad Nro. **1150322038**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Evelyn Dolores Ulloa Mora**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cedula de identidad: 1150322038

Fecha: 18 de enero del 2023

Correo electrónico: evelyn.ulloa@unl.edu.ec

Teléfono: 0996499669

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

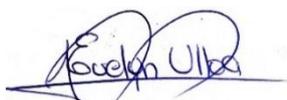
Yo, **Evelyn Dolores Ulloa Mora**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Estado actual de la composición florística y diversidad del matorral andino afectado por incendios forestales en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” de la ciudad de Loja**, como requisito para optar 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 de la siguiente manera en el Repositorio Digital 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 titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los dieciocho días del mes de enero del dos mil veintitrés.

Firma:



Autor: Evelyn Dolores Ulloa Mora

Cédula: 1150322038

Dirección: Loja, Paraíso de Jipiro

Correo electrónico: evelyn.ulloa@unl.edu.ec

Teléfono: 0996499669

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba Mg. Sc.

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo desde lo más profundo de mi corazón a Dios, quien me ha colmado de muchas bendiciones y fe para llegar a cumplir mis metas planteadas.

De manera especial, el presente trabajo va dedicado a mi abuela Delia María, quien mientras compartió parte de su vida conmigo, me dio las mejores lecciones de vida las cuales me acercaron al camino espiritual. Para mi fueron realmente valiosas sus enseñanzas porque gracias a ellas tuve la valentía y fortaleza necesaria para este día estar cumpliendo esta meta tan grandiosa que me llena de dicha y felicidad.

A mi querida mamá Lida Luzmila también va dedicado este gran triunfo, quien ha sido un gran ejemplo constante de humildad, valentía y bondad, aprovecho para agradecer a Dios por la linda y noble mamá que me dio. Siempre voy a admirar su gran corazón, me siento dichosa de tener una gran guía, que durante estos 5 años me brindó sus consejos, su apoyo, su amor, los cuales me dieron una gran fortaleza y motivación para continuar con mis estudios y nunca rendirme, pues ella nunca lo ha hecho.

Evelyn Dolores Ulloa Mora

Agradecimiento

Deseo expresar mi más profundo sentimiento de gratitud a todos los que hicieron posible la culminación del presente trabajo. A la Universidad nacional de Loja, la Facultad Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables, a la Carrera de Ingeniería Forestal y a sus docentes por impartir sus conocimientos durante estos 5 años. Al Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba Mg. Sc., por su apoyo, paciencia como tutor al dirigir mi proyecto de investigación.

A mis padres Luis Ulloa y Lida Mora, a mi hermano Jairo Sebastián, los cuales han sido mi mayor motivación y soporte para continuar con este camino tan maravilloso.

Agradezco de manera especial a mis grandes consejeros de vida; Sthefania, Leonardo, Domenica, Amir por todo su apoyo y cariño brindado.

Finalmente agradezco a mis dos grandes amigos Mayra Alejandra y Jason Stalin que durante el transcurso de mi vida estudiantil compartieron y estuvieron presentes en cada momento importante, brindandome su compañía, sus consejos, su apoyo y su cariño.

Gracias a ustedes todo esto fue posible

Evelyn Dolores Ulloa Mora

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
• Índice de figuras.....	x
• Índice de tablas	xi
• Índice de anexos.....	xiii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1. Incendios Forestales y Diversidad Biológica.....	6
4.1.1. <i>Importancia del fuego para los ecosistemas</i>	6
4.1.2. <i>Incendio forestal</i>	6
4.1.3. <i>Tipos de incendios forestales</i>	6
4.1.4. <i>Causas de los incendios forestales</i>	7
4.1.5. <i>Impactos de los incendios forestales en procesos ecológicos de ecosistemas</i>	7
4.1.6. <i>Impacto de los incendios forestales en la vegetación</i>	8
4.2. Sucesión Natural	8
4.2.1. <i>Procesos ecológicos</i>	8
4.2.2. <i>Sucesión natural</i>	8

4.2.3. Tipos de sucesión natural	9
4.2.4. Etapas de la sucesión	10
4.3. Parámetros de estudio de la vegetación	10
4.3.1. Composición florística	10
4.3.2. Densidad absoluta (D)	10
4.3.3. Densidad relativa (Dr).....	11
4.3.4. Dominancia relativa (DmR).....	11
4.3.5. Frecuencia Relativa (Fr)	11
4.3.6. Índice de valor de importancia (IVI).....	11
4.3.7. Índice de diversidad de Shannon (H)	11
4.4. Parque Universitario Francisco Vivar Castro	12
4.4.1. Descripción del parque universitario.....	12
4.4.2. Tipos de coberturas vegetales	12
4.4.3. Investigaciones realizadas sobre sucesión natural en áreas afectadas por incendios ..	14
5. Metodología.....	15
5.1. Ubicación del área de estudio	15
5.1.1. Características biofísicas	15
5.2. Metodología para determinar la composición y diversidad florística del matorral andino.....	16
5.2.1. Tamaño, forma y número de unidades de muestreo	16
5.2.2. Registro de información.....	16
5.3. Metodología para caracterizar la regeneración natural de especies arbóreas y arbustivas del matorral andino	17
5.3.1. Diseño de muestreo, tamaño y número de unidades de muestreo.....	17
5.3.2. Registro de información.....	18
5.4. Análisis de la información	18
6. Resultados.....	20

6.1. Composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales.....	20
6.2. Caracterización de la regeneración natural de especies arbóreas y arbustivas del matorral andino afectado por incendios forestales.....	24
7. Discusión.....	33
8. Conclusiones	38
9. Recomendaciones.....	39
10. Bibliografía	40
11. Anexos	44

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” y el área de estudio del matorral andino.....	15
Figura 2. Diseño de las parcelas permanentes y distribución de las subparcelas de muestro en el matorral andino del PUFVC.	17
Figura 3. Vista panorámica del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	20
Figura 4. Curva de rango-abundancia de especies del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC	22
Figura 5. Abundancia de la regeneración natural distribuidos por categorías de las especies del matorral andino por incendios forestales en el PUFVC.	24
Figura 6. Curva de rango-abundancia de especies del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC	26

Índice de tablas

Tabla 1. Formulario de campo para el registro de árboles y arbustos.	17
Tabla 2. Formulario de campo para el registro de regeneración natural.....	18
Tabla 3. Composición florística del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.	21
Tabla 4. Valores de la diversidad específica del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.	22
Tabla 5. Especies endémicas registradas en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.	23
Tabla 6. Parámetros estructurales de las especies arbustivas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	23
Tabla 7. Parámetros estructurales de las especies arbóreas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.	24
Tabla 8. Composición florística de la regeneración natural del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.	25
Tabla 9. Riqueza y diversidad específica por categoría de regeneración natural del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.	26
Tabla 10. Parámetros estructurales de las especies arbustivas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	27
Tabla 11. Parámetros estructurales de las especies arbóreas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	27
Tabla 12. Parámetros estructurales de las especies arbustivas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	27

Tabla 13. Parámetros estructurales de las especies arbóreas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	28
Tabla 14. Parámetros estructurales de las especies arbóreas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	29
Tabla 15. Tipo de reproducción de la regeneración natural matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	29
Tabla 16. Altura promedio de las especies arbóreas y arbustivas de la categoría plántula del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	30
Tabla 17. Altura promedio de las especies arbóreas y arbustivas en la categoría brinzal del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	31
Tabla 18. Altura y diámetro promedio de las especies arbóreas de la categoría latizal del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	32

Índice de anexos

Anexo 1. Composición florística del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	44
Anexo 2. Diversidad relativa por familias del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	44
Anexo 3. Diversidad relativa por género del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	45
Anexo 4. Índice de Shannon del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	45
Anexo 5. Índice de Shannon de la categoría plántula del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	46
Anexo 6. Índice de Shannon de la categoría brinzal del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	47
Anexo 7. Índice de Shannon de la categoría latizal del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.	47
Anexo 8. Certificado de traducción.	49

1. Título

Estado actual de la composición florística y diversidad del matorral andino afectado por incendios forestales en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” de la ciudad de Loja.

2. Resumen

Los matorrales son ecosistemas naturales caracterizados por la abundancia de arbustos y vegetación densa. La investigación se realizó en el matorral andino afectado por incendios forestales del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” y el objetivo fue caracterizar la composición y diversidad actual del matorral andino afectado por incendios forestales y el estado de la regeneración natural. Para caracterizar la composición florística se instalaron 5 parcelas permanentes de 20 m x 20 m, en donde se midieron todos los arbustos mayores a 1,50 m de altura e individuos con diámetros mayores a cinco centímetros a la altura del pecho. La regeneración natural fue evaluada por categorías en parcelas anidadas: cinco subparcelas de 1 m x 1 m para plántulas, cinco subparcelas de 5 m x 5 m para brinzales y latizales en las parcelas de 20 x 20 m. Todos los individuos fueron etiquetados con un código para posterior monitoreo. La composición y diversidad del matorral andino afectado por incendios forestales fue de 769 individuos en 27 especies, 24 géneros y 16 familias, con una diversidad media (1,46) y presencia de 4 especies endémicas. La estructura del matorral andino está dominada por especies como *Lepechinia mutica* (29,35 %), *Dendrophorbium scytophyllum* (22,47 %) y *Pappobolus acuminatus* (8,15 %), que representan el 84 % del total individuos, y árboles como *Alnus acuminata* y *Clethra fimbriata*. La regeneración natural del matorral andino estuvo representada por 1 008 individuos pertenecientes a 31 especies, 20 familias y 30 géneros. La categoría plántula registró un total de 66 individuos, brinzal 866 individuos y latizal con 76 individuos. La regeneración natural está dominada por *Dendrophorbium scytophyllum* y *Clethra fimbriata* en las tres categorías. El matorral andino se encuentra en un proceso de sucesión natural con especies características de regeneración natural.

Palabras clave: incendio, matorral, regeneración, restauración, sucesión.

2.1. Abstract

Matorrales are natural ecosystems characterized by an abundance of shrubs, few woody tree species, and dense vegetation. The research was carried out in the Andean matorral affected by forest fires in the "Francisco Vivar Castro" at the University Park. The objective was to characterize the current composition and diversity of the Andean matorral affected by forest fires and the state of natural regeneration. To know the floristic composition, five permanent plots of 20 m x 20 m were installed where all the shrubs greater than 1.50 m in height and individuals with diameters greater than five centimeters at breast height were measured. Natural regeneration was evaluated by category in nested plots: five subplots of 1 m x 1 m for seedlings, five subplots of 5 m x 5 m for brinzales and latizales in the 20 x 20 m plots. All individuals were tagged with a unique code for later monitoring. The composition and diversity of the Andean matorral affected by forest fires was 769 individuals in twenty-seven species, twenty-four genders and sixteen families, with a medium diversity (1.46), and the presence of four endemic species. The Andean matorral structure is dominated by species such as *Lepechinia mutica* (29.35%), *Dendrophorbium scytophyllum* (22.47%) and *Pappobolus acuminatus* (8.15%), which represent 84% of the total individuals, and trees such as *Alnus acuminata* and *Clethra fimbriata*. The natural regeneration of the Andean matorral was represented by 1 008 individuals belonging to thirty-one species, twenty families and thirty genders. The seedling category registered a total of sixty-six individuals, brinzales 866 individuals and latizales with seventy-six individuals. Natural regeneration is dominated by *Dendrophorbium scytophyllum* and *Clethra fimbriata* in the three categories. The Andean matorral is in a process of natural succession with adequate natural regeneration.

Keywords: fire, regeneration, restoration, shrubland, succession.

3. Introducción

Los arbustales o matorrales son ecosistemas naturales caracterizados por una alta abundancia de arbustos, pocas especies arbóreas leñosas, vegetación densa, entrelazada, y con presencia de estratos de gramíneas (Baquero, 2004). Al igual que todo ecosistema natural, los matorrales poseen una estructura compleja y dinámica (Chauvín, 2007), con una alta diversidad específica y endemismo en especies arbustivas. La mayoría de las especies endémicas en Ecuador (68 %) se concentran en la región andina, la cual incluye los bosques montanos, páramos y la vegetación de los valles interandinos (León et al., 2011).

Por su extensión, características estructurales y productivas y la función que desempeñan en los ecosistemas terrestres, los matorrales tienen un especial interés en la investigación pues han soportado actuaciones antrópicas y desempeñan un papel ecológico de gran importancia como: colonización, restauración de ecosistemas, protección del suelo, regulación de ciclos biogeoquímicos (Ayanz y Gómez, 2004).

La pérdida de biodiversidad en Ecuador es producida por varias razones, entre ellas los incendios forestales, los cuales han causado impactos complejos sobre los procesos ecológicos en los diferentes ecosistemas ecuatorianos, debido a la variabilidad de las estructuras del paisaje y las diferentes respuestas de la vegetación (González, 2009). La región Sierra ecuatoriana no es ajena a esta realidad, pues toda la cordillera de los Andes es propensa a la mayor ocurrencia de incendios forestales, los cuales han afectado a su vegetación natural provocando la pérdida de una importante parte de la vegetación nativa, cambios en la estructura, fisionomía y composiciones florísticas de los bosques dando paso a la formación de estructuras vegetales como los matorrales andinos (Baquero, 2004).

El fuego constituye un proceso vital y esencial para procesos de sucesión ecológica y estabilidad al interior del ecosistema (Zimmermann et al., 2021); así como también, cuando el fuego no es controlado se han producido incendios forestales de gran magnitud aumentando la pérdida de grandes superficies de ecosistemas y la modificación de procesos naturales que en estos se producen (Sarango et al., 2019). Los incendios forestales, considerados como perturbaciones ecológicas producidos por fuego de origen natural o antrópico (Sarango et al., 2019), son los que más han modificado los paisajes, al actuar con fuerte intensidad en los componentes e interacciones existentes en los ecosistemas.

En la provincia y ciudad de Loja, se encuentra el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), en el que se desarrollan una gran diversidad de ecosistemas, diferenciables

por su composición, estructura y función. Toda esta biodiversidad en los últimos 10 años ha sido afectada por la ocurrencia de incendios forestales que han destruido zonas importantes ocupadas por vegetación, por ejemplo, en el año 2006 se quemó el área de matorral bajo, afectando una superficie de 2 ha, en el año 2010 se registra una superficie afectada por incendios de 7 ha, destruyendo los ecosistemas páramo antrópico y matorral alto (Aguirre y Yaguana, 2016).

La ocurrencia de incendios forestales en el PUFVC es en su mayoría provocados en áreas aledañas al mismo, los cuales afectan las áreas internas del parque. En este sentido, es común observar en gran parte de coberturas vegetales como plantaciones forestales, matorral andino y páramo antrópico, la presencia de especies invasoras como *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon (llashipa), la misma que se caracteriza por dominar paisajes luego de la ocurrencia de incendios forestales (Aguirre y Yaguana, 2016).

El presente estudio forma parte del proyecto de investigación denominado Procesos ecológicos de la vegetación en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Universidad Nacional de Loja. Fase III, el mismo que busca generar conocimientos sobre sucesión, adaptación y crecimiento de especies forestales plantadas en zonas en recuperación natural, con el propósito de aportar información que permita el planteamiento de alternativas forestales y agroforestales sostenibles en ecosistemas degradados de bosque andino en la hoya de Loja. El matorral andino del PUFVC, es un área que ha sido afectada por incendios forestales y por lo tanto, constituye el escenario para conocer y comprender procesos de sucesión ecológica relacionados con la recuperación del matorral, biodiversidad y especies forestales en dichas áreas.

Los objetivos planteados son los siguientes:

Objetivo general

Contribuir al conocimiento de la dinámica de la sucesión natural del matorral andino afectado por incendios forestales mediante el estudio de su composición florística y diversidad en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” de la ciudad de Loja.

Objetivos específicos

- Determinar la composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales.
- Caracterizar la regeneración natural de especies arbóreas y arbustivas del matorral andino afectado por incendios forestales.

4. Marco teórico

4.1. Incendios Forestales y Diversidad Biológica

4.1.1. *Importancia del fuego para los ecosistemas*

El fuego representa un papel de gran importancia en la dinámica y estructura de los ecosistemas terrestres, pero al propagarse sin control en distintos escenarios como selvas, bosques, vegetación de zonas áridas o semiáridas incide en el incremento de bióxido de carbono en la atmósfera y deforestación, lo cual genera la erosión de suelos, cambio en la estructura y composición de los bosques (Villers, 2006).

Varios estudios han determinado que el fuego puede tener una influencia positiva en la naturaleza, pues ayuda a mantener la biodiversidad. Pero cuando se utiliza de forma irresponsable o se produce por alguna negligencia, puede convertirse en un incendio forestal de consecuencias devastadoras para el medio ambiente, incluso para la salud y seguridad de las personas (CONAFOR, 2006).

4.1.2. *Incendio forestal*

El Reglamento al Código Orgánico del Ambiente define un Incendio Forestal como el fuego que se extiende sin control sobre todo tipo de vegetación natural o plantada, en áreas naturales o rurales, producido por la acción del ser humano o causado por la naturaleza; ocasionando serios daños ambientales, climáticos, económicos y sociales, en detrimento del patrimonio natural (RCOA, 2019, pág. 190).

4.1.3. *Tipos de incendios forestales*

De acuerdo con CONAFOR (2006) los incendios forestales se clasifican en:

- **Incendios superficiales**

Cuando el fuego se propaga en forma horizontal sobre la superficie del terreno y alcanza hasta metro y medio de altura. Éstos afectan combustibles vivos y muertos como pastizales, hojas, ramas, ramillas, arbustos o pequeños árboles de regeneración natural o plantación, troncos, humus.

- **Incendios subterráneos**

Cuando un incendio superficial se propaga bajo el suelo, en este caso llega a quemarse la materia orgánica acumulada y las raíces, e incluso puede alcanzar los afloramientos rocosos. Generalmente éstos no producen llamas y emiten poco humo.

- **Incendios aéreos**

Se presentan como los más destructivos, peligrosos y difíciles de controlar, debido a que el fuego consume toda la vegetación. También comienzan en forma superficial, pero en este caso, las llamas avanzan primero sobre el nivel del suelo y se propagan por continuidad vertical, es decir, escalan vegetación dispuesta hacia arriba que sirve de combustible en escalera hacia las copas de los árboles.

4.1.4. Causas de los incendios forestales

La determinación y conocimiento de las causas de los incendios forestales son una herramienta de vital importancia que ayudan a establecer las respectivas medidas preventivas que ayudan a evitarlos (Navarrete y Reina, 2007).

Existen dos grandes grupos dentro de las causas de los incendios forestales; causas inmediatas y estructurales. Las causas inmediatas son las que provocan el inicio del fuego y se deben a agentes naturales o al comportamiento humano. Entre las causas estructurales encontramos a los diferentes factores que pueden influir de manera significativa en el comportamiento y propagación del incendio forestal (Navarrete y Reina, 2007).

Según Vélez (2000), el uso del fuego en agricultura y especialmente en la actividad ganadera es la causa principal del origen de los incendios forestales. La mayoría de estos incendios no se deben a motivos desconocidos ni negligencias; se puede afirmar que existe intencionalidad encubierta en casi todos los casos.

4.1.5. Impactos de los incendios forestales en procesos ecológicos de ecosistemas

Al generarse un incendio forestal se presentan varios impactos complejos sobre los procesos ecológicos. La periodicidad de los incendios forestales llega a ocasionar cambios en la dinámica del bosque, ya que muchas especies no alcanzan su etapa de madurez, causando disminución en la distribución espacial o incluso la extinción local de la especie. Además, el acrecentamiento de la frecuencia de incendios junto con periodos de sequía puede generar diversos impactos ambientales a largo plazo (González, 2009).

4.1.6. Impacto de los incendios forestales en la vegetación

Existe una marcada relación entre la vegetación y los incendios forestales, la cual, se centra en la modificación de la estructura, composición y servicios ecosistémicos. Sobre la composición florística, distintas especies vegetales responden de manera diferente al fuego, lo que depende de las habilidades para tolerarlo y de los mecanismos de regeneración que poseen. Entre las especies desprovistas de adaptaciones de resistencia al fuego, los incendios pueden causar una alta mortalidad. Debido al impacto que generan los incendios forestales sobre el ecosistema pueden cambiar drásticamente la dinámica y composición de la vegetación. Así, la subsistencia de las poblaciones y la comunidad en general, dependen de la resistencia de las semillas en el suelo, o presentes en las plantas, de la capacidad de rebrote de las plantas dañadas y de la recolonización del sitio desde sectores no afectados (González, 2009).

4.2. Sucesión Natural

4.2.1. Procesos ecológicos

Los procesos ecológicos, incluyen los procesos físicos y actividades que desempeñan las plantas y animales, estos a su vez influyen en la salud y el funcionamiento correcto del ecosistema, por lo cual es básico para poder contribuir al mantenimiento de una gran diversidad genética y la continua evolución de las especies, así como cambiar la naturaleza debido a factores antropogénicos (García y Gagliardi, 2009).

4.2.2. Sucesión natural

La sucesión ecológica o natural es un término que se usa frecuentemente para describir los cambios que se producen en los diferentes tipos de vegetación, el cual representa un proceso de transición ordenado de cambios en el ecosistema. Esto significa que, en el transcurso de los años, es posible observar que una comunidad biótica es reemplazada gradualmente por una segunda; la segunda comunidad da lugar a una tercera, y así sucesivamente.

Dentro de un ecosistema se presentan varios cambios, es decir sobre el mismo hábitat a través del tiempo, los cuales se definen como:

- La modificación del medio físico por la comunidad.
- Un proceso direccional (Atilio, 2013).

La sucesión natural se asocia al cambio en un periodo de tiempo en la composición de las especies y el sustrato asociado, la misma que se encuentra estrechamente relacionada con la observación de una tendencia progresiva o direccional en los cambios de los ecosistemas. Es importante reconocer que la sucesión finaliza en un ecosistema estable, en el cual se mantiene un máximo de biomasa y de relaciones que se establecen entre los organismos por unidad de flujo energético que se encuentre disponible (Sabattini y Sabattini, 2018).

4.2.3. Tipos de sucesión natural

Se conocen los tipos de sucesión natural primaria y secundaria, que se describen a continuación.

- **Sucesión natural primaria**

La sucesión natural primaria es aquella que se desarrolla en una zona carente de comunidad preexistente, es decir, que se inicia en un bosque virgen, que no ha sido ocupado previamente por otras comunidades. Este proceso de sucesión también se genera en terrenos donde se ha eliminado sus elementos bióticos originales (Aguirre et al., 2013).

En esta fase aparecen especies herbáceas, líquenes, musgos o especies pioneras que pueden tener una durabilidad anual y perenne, dando una composición de especies vegetales casi homogénea y escasa (Muñoz et al., 2012).

- **Sucesión natural secundaria**

Aquella que se establece sobre una ya existente que ha sido eliminada por algún evento natural o antrópico. Sin embargo, es necesario considerar algunos aspectos como: la colonización que está condicionada por factores geográficos, la facilitación del crecimiento de especies que puede ser física y abiótica, la competencia por el hábitat y la alelopatía entre especies, la composición florística inicial que tiene a ser dominante en las diferentes etapas de la sucesión (Alcaraz, 2013).

Las especies pioneras tienden a ser reemplazadas en cuanto existe la aparición y competición de especies arbustivas y arbóreas, lo cual genera mayor densidad y heterogeneidad en la composición de especies vegetales, en donde llega a un punto de formación de grandes masas forestales en estado clímax (Muñoz et al., 2012).

4.2.4. Etapas de la sucesión

Las etapas de la sucesión natural son inicial, intermedia y final, descritas a continuación:

- **Etapa inicial**

Está dada por la presencia de especies pioneras que actúan como invasoras y acompañan al desarrollo de especies clímax. Dominada por especies herbáceas, la dispersión de semillas es escasa y de poca distribución, no existen especies dominantes y sus esperanzas de vida es corta y la competencia entre especies es escasa (Tauro, 2013).

- **Etapa intermedia**

Etapa caracterizada por la aparición de especies (árboles) heliófitas efímeras y ciertas heliófitas durables que desplazan a las hierbas por la competencia de luz y la necesidad de alcanzar mayores tamaños para su desarrollo. El sotobosque tiende a ser denso, los individuos presentan edades irregulares, se acelera levemente la competencia por recursos (Tauro, 2013).

- **Etapa final**

Esta etapa se presenta como la más avanzada de la sucesión donde se evidencia especies clímax que le otorga mayores características favorables para el desarrollo del bosque, estos a su vez producen más energía y su capacidad de afrontar riegos es alta. Se da la colonización de especies (árboles) heliófitas para posterior ser reemplazadas por esciófitas, existe mayor regeneración de especies dominantes, los crecimientos en diámetro y altura son lentos, las esperanzas de vida son largas, la composición de edades es regular. Esta etapa puede durar más de un siglo (Tauro, 2013).

4.3. Parámetros de estudio de la vegetación

4.3.1. Composición florística

Se basa en la variedad o heterogeneidad de especies que se logra identificar en la vegetación. Lo que nos permite demostrar la riqueza de las especies, mediante la suma de todos los individuos registrados en un ecosistema de los diversos estratos vegetativos (Aguirre, 2019).

4.3.2. Densidad absoluta (D)

Según Aguirre (2019) la densidad absoluta resulta de la relación que existe entre el número de individuos de una especie o de todas las especies por unidad de área o superficie

determinada. Para el cálculo no es necesario contar todos los individuos de una zona, sino que se puede realizar muestreos en áreas representativas.

4.3.3. Densidad relativa (*Dr*)

Esta dada por el número de individuos de una misma especie con relación al total de individuos de todas las especies (Aguirre, 2019).

4.3.4. Dominancia relativa (*DmR*)

Para Aguirre (2019), la dominancia relativa se aplica para expresar la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas. La determinación de las proyecciones de las copas resulta muchas veces complicada debido a la estructura vertical de algunos tipos de bosque.

4.3.5. Frecuencia Relativa (*Fr*)

La frecuencia relativa está dada por el número de parcelas en la que está la especie dividido para la sumatoria de las frecuencias de todas las especies por cien, en donde se lo obtendrá en un porcentaje ecosistema (Aguirre, 2019).

4.3.6. Índice de valor de importancia (*IVI*)

Este índice indica qué tan importante es una especie dentro de una comunidad vegetal. La especie que presenta el valor de IVI más significativo es ecológicamente dominante; es decir que absorbe más nutrientes y controla en un porcentaje alto la energía que llega a ese ecosistema. Su ausencia implica cambios substanciales en la estabilidad del ecosistema (Aguirre, 2019).

4.3.7. Índice de diversidad de Shannon (*H*)

Aguirre (2019) menciona que “el índice de diversidad de Shannon es el más usado, pues expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un

individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra” (pág. 28).

4.4. Parque Universitario Francisco Vivar Castro

4.4.1. Descripción del parque universitario

El Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), fue fundado el 18 de mayo de 1983 y por su diversidad ecológica, florística, faunística, paisajística, etnobotánica es considerado como un espacio natural para la educación, investigación y recreación, de estudiantes de la Universidad Nacional de Loja y público lojano, en el mismo se ha construido y realizado las adecuaciones necesarias para investigar, conservar los recursos genéticos, mostrar su vegetación, exponer la historia natural del parque (Cosecha, 2020).

Es importante conocer que es una iniciativa de conservación, que posee características muy particulares, como: ser un remanente de bosque andino dentro de la ciudad de Loja, hábitat de 100 especies de aves, 10 mamíferos, plantaciones de pinos, bosque de aliso, nogal, matorral y páramo antrópico, lo que lo convierte en un importante escenario para conocer y disfrutar los recursos biológicos de la región sur del Ecuador. Resulta interesante conocer que dentro del parque nacen dos microcuencas: Los Nogales y León Huayco que abastecen de agua para el jardín botánico “Reinaldo Espinosa”. Cabe recalcar que el PUFVC es un espacio de vital importancia para los estudiantes de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales para puedan complementar su formación profesional y estudiantes de otras carreras de la Universidad Nacional de Loja realicen actividades de educación e interpretación Ambiental (Aguirre y Yaguana, 2016).

4.4.2. Tipos de coberturas vegetales

Por la diversidad de pisos altitudinales el PUFVC presenta variación en la composición y estructura de la vegetación, así como las funciones ecológicas que desempeña cada ecosistema. Se puede evidenciar la presencia de bosque natural, matorral alto, matorral bajo, páramo antrópico, pastizal y plantaciones (Aguirre y Yaguana, 2016).

- **Bosque natural**

Este ecosistema se encuentra a una altitud de 2 250 msnm. Tiene una extensión de 12,93 ha que corresponde al 13,46 % del área total del PUEAR, es la cobertura boscosa de

máximo crecimiento y desarrollo con una gran diversidad florística formada por árboles, arbustos, hierbas, parásitas y epifitas. (Aguirre y Yaguana, 2016).

- **Matorral alto**

Se encuentra formado por la presencia de especies secundarias, que se regeneran debido a la intervención o alteración del bosque primario. El desarrollo de la vegetación llega hasta dos estratos: arbustivo y herbáceo, que en conjunto forman la masa vegetativa que ayuda a enriquecer los suelos y brindan protección para evitar la erosión de estos. Este tipo de vegetación está comprendida por un área de 28,4 ha (Aguirre y Yaguana, 2016).

- **Matorral bajo**

Al igual que la formación del matorral alto, este tipo de vegetación se manifiesta por la destrucción de los bosques primarios, sin embargo, a esto se le añade la presencia de incendios forestales que permiten la regeneración de especies nuevas y existentes. Esta formación vegetal se halla en la parte alta, en transición con el páramo antrópico; comprendiendo un área de 14,27 ha importantes en los diversos procesos ecológicos (Aguirre y Yaguana, 2016).

- **Páramo antrópico**

Este ecosistema se encuentra en el pico de la montaña, y cumplen una función muy importante que es regular el agua, lo cual ayuda a la transferencia del recurso a las pequeñas vertientes que se forman desde la parte alta a la baja. Es un ecosistema muy frágil y ha sido degradado por la presencia de los incendios forestales; además comprende un área de 20,58 ha (Aguirre y Yaguana, 2016).

- **Pastizal**

Por otra parte, existe la zona de pastizales que se encuentran en la parte baja del PUFVC, cerca de la infraestructura del centro de visitantes. Dentro del pasto existe la presencia de cultivos de especies frutales y ornamentales; conforman un área de 0,65 ha (Aguirre y Yaguana, 2016).

- **Plantaciones**

Las plantaciones están formadas por especies de pino y eucalipto, ubicadas en la parte baja del PUFVC. Con el paso del tiempo, bajo el dosel se ha generado el sotobosque con especies arbóreas, arbustivas y herbáceas; integrados dentro de un área de 13,83 ha (Aguirre y Yaguana, 2016).

4.4.3. Investigaciones realizadas sobre sucesión natural en áreas afectadas por incendios

Existen varias investigaciones realizadas sobre sucesión natural en áreas que han sido afectadas por incendios forestales, las mismas que cubren algunos ecosistemas como páramo, matorral, bosque, plantaciones, que buscan encontrar el efecto de los incendios en la regeneración natural, diversidad biológica, suelo, etc. por ejemplo, Capulín (2010) estudia los cambios en el suelo y la vegetación de un bosque de pino afectado por incendio donde concluye que los cambios en el suelo son notorios en la capa superficial (0-5 cm) y las propiedades químicas, físicas y biológicas cambiadas por el incendio crean las condiciones adecuadas para la aparición de especies pioneras, con alta densidad y diversidad de especies.

En la microcuenca Tintales, ubicada en el Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, Boyacá (Colombia), que fue afectada por un incendio forestal, se evaluó la regeneración natural en dos tipos de vegetación donde se comparó riqueza, diversidad y dominancia, cuyas conclusiones principales son que estas áreas son dominadas por especies colonizadoras y pioneras, homogéneas en composición y asociadas a un aumento en especies inflamables convirtiéndolas en áreas vulnerables a los incendios (Fernández et al., 2016).

Ramírez (2020) realizó una investigación en el Cerro Atacazo, provincia de Pichincha, donde realizó un seguimiento a la regeneración vegetal enfocado en la recuperación de riqueza y cobertura vegetal del páramo de pajonales y almohadillas. Sus principales conclusiones son que estas áreas después del incendio presentan un cambio temporal de la vegetación en especies y cobertura con la presencia de especies dominantes y pioneras típicas de estos ecosistemas.

En el PUFVC se han realizado diversos estudios relacionados con sucesión natural entre ellos el de Sarango et al. (2019), en donde se caracterizó los impactos ecológicos generados por el incendio forestal en el páramo antrópico, manifestando que la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea sufrieron una afectación en sus estructuras; además, indican que la especie *Pteridium arachnoideum* fue la dominante del sitio por las condiciones ambientales generadas por el incendio. Por otra parte, Aguirre et al. (2019) investigan la sucesión natural bajo plantaciones de pino y eucalipto, concluyen que las plantaciones presentan condiciones adecuadas para la formación de futuras masas forestales con especies nativas. Adicionalmente, se han realizado caracterizaciones de los estadios de la regeneración natural como los estudios de Muñoz et al. (2021) y Armijos (2021), dando a conocer las etapas sucesionales de las especies arbóreas y arbustivas que conforman el bosque andino.

5. Metodología

5.1. Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), ubicado en el cantón y provincia de Loja, parroquia San Sebastián, ciudadela universitaria “Guillermo Falconí Espinosa”, a cinco kilómetros del centro de la ciudad de Loja. Particularmente, el área de matorral andino fue el escenario de estudio y está ubicado en la parte alta del parque, entre el páramo antrópico y el bosque andino, localizado en las coordenadas: $70^{\circ} 10' 58''$ longitud oeste y $95^{\circ} 53' 45''$ latitud sur (Figura 1).

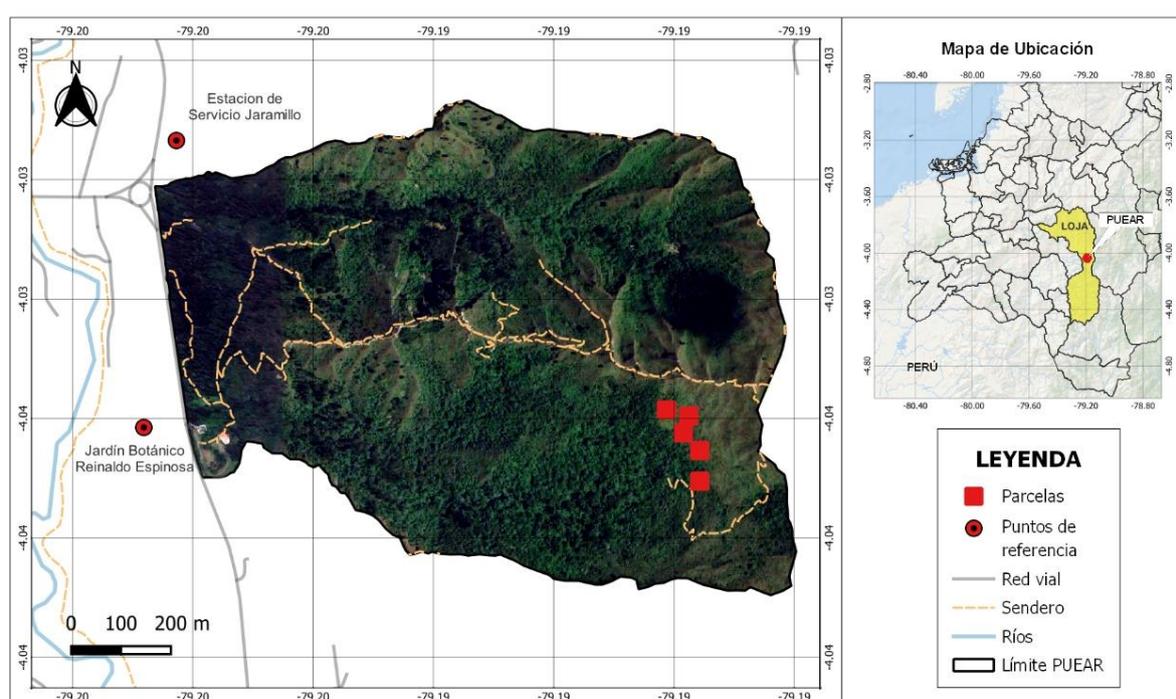


Figura 1. Ubicación del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” y el área de estudio del matorral andino.

5.1.1. Características biofísicas

Según Rojas (2012) la precipitación total anual en el PUFVC es de 955 mm, una temperatura media anual de $16,2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa media de 71,96 %. Las características morfológicas que presenta el suelo son; material parental de rocas metamórficas, de baja fertilidad, medianamente profundos (60 cm), de textura franco-arenosa y franco arcilloso, pH ácido, con valores bajos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio.

En el PUFVC se puede encontrar una gran diversidad de ecosistemas pese a su escasa extensión, los cuales son diferenciables por su composición, estructura y función. Dentro de

este escenario natural existen cinco ecosistemas: bosque andino, matorral, páramo antrópico, bosque mixto de *Juglans neotropica* Niels, plantaciones de pino (*Pinus patula* D. Don y *Pinus radita* D. Don) y eucalipto (*Eucalyptus saligna* Labill) mismos que forman parte del bosque montano del parque (Aguirre y Yaguana, 2016).

5.2. Metodología para determinar la composición y diversidad florística del matorral andino

La determinación de la composición y diversidad florística del matorral andino se realizó en aquellas áreas que fueron afectadas por incendios forestales, en donde se aplicó metodologías para el estudio de la vegetación como la descrita por Aguirre (2019), adaptada al presente estudio.

5.2.1. Tamaño, forma y número de unidades de muestreo

Se realizó un muestreo aleatorio y las unidades muestrales fueron parcelas cuadradas permanentes de 20 x 20 m, en un número de cinco parcelas como mínimo ecológico para estudios de vegetación (Aguirre, 2019).

Para la instalación de las unidades muestrales se utilizó brújulas, piola, mojones de cemento y tubos PVC pintados color naranja en un extremo. Con la orientación hacia el norte se instalaron las parcelas y en cada esquina se colocó tubos PVC con el respectivo mojon de cemento, con la finalidad de mantener control y el seguimiento de los ensayos, según recomendaciones de Aguirre (2019).

5.2.2. Registro de información

Mediante un inventario forestal del matorral andino se procedió a medir dentro de las parcelas de 20 x 20 m todos los individuos arbóreos con DAP mayores e iguales a 5 cm e individuos arbustivos mayores a 1,50 m de altura. Cada uno de estos individuos fueron etiquetados con cinta plástica y registrados con un código para su posterior monitoreo. A la altura donde se midió el diámetro se colocó una marca con pintura para que las mediciones posteriores sean en el mismo lugar. Las variables medidas en los árboles fueron: diámetro, altura total, posición geográfica dentro de la parcela. Para los arbustos se midieron alturas totales y abundancias. La hoja de campo utilizada para el registro de la información se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Formulario de campo para el registro de árboles y arbustos.

Formulario de campo							
Fecha:			N°. Parcela:				
Coordenada UTM X:			Datum:	Altitud:			
Coordenada UTM Y:			Zona:	Pendiente de la parcela:			
Registro de variables de árboles (mayores a 5 centímetros de diámetro a la altura del pecho)							
Parcela	Código	Nombre científico	Posición geográfica		DAP (cm)	Altura total (m)	Observaciones
			X	Y			
Registro de variables de arbustos							
Parcela	Código	Nombre científico	DAP (cm)	Altura total (m)	N° de individuos	Observaciones	

5.3. Metodología para caracterizar la regeneración natural de especies arbóreas y arbustivas del matorral andino

5.3.1. Diseño de muestreo, tamaño y número de unidades de muestreo

El diseño de muestreo para el estudio de la regeneración natural de especies vegetales arbóreas y arbustivas del matorral andino fue sistemático, mediante parcelas anidadas permanentes de diferentes tamaños. Dentro de la parcela de 20 x 20 m se instalaron 5 subparcelas de 5 x 5 m y dentro de estas cinco subparcelas de 1 x 1 m. (Aguirre, 2019) (Figura 2).

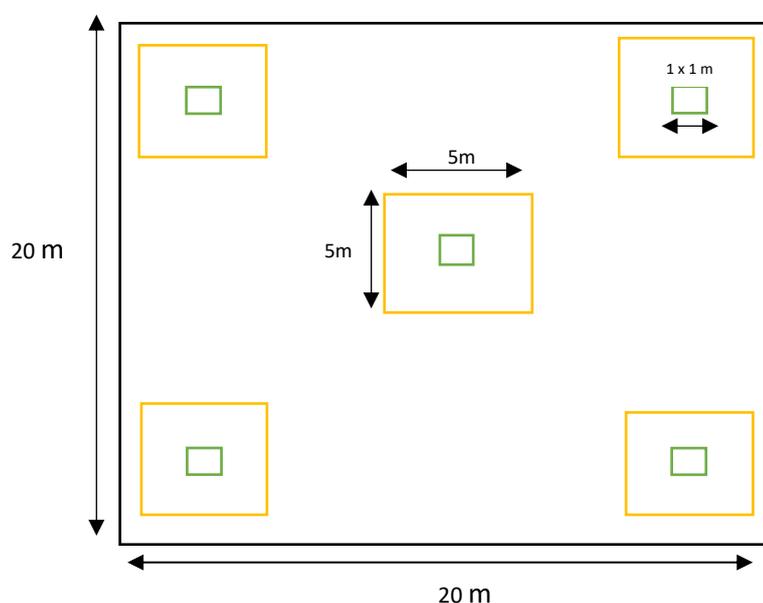


Figura 2. Diseño de las parcelas permanentes y distribución de las subparcelas de muestreo en el matorral andino del PUFVC.

5.3.2. Registro de información

En cada una de las parcelas anidadas se registró la regeneración natural de especies arbóreas y arbustivas; y, sus respectivas abundancias de acuerdo con las categorías propuestas por Orozco (2002), que son:

- Plántulas, para individuos ≤ 30 cm altura, en parcelas de 1 x 1 m.
- Brinzal, los individuos $> a 30$ cm y $\leq 1,50$ m de altura, en parcelas de 5 x 5 m
- Latizal los individuos $> a 1,50$ m de altura y $< a 5$ cm de diámetro, en parcelas de 20 x 20 m

Para árboles se evaluaron las categorías plántulas, brinzal y latizal; mientras que, para arbustos se consideraron plántulas y brinzales. Cada uno de los individuos registrados fueron etiquetados con cintas plásticas y con un código único para su posterior monitoreo. Las variables medidas fueron abundancias y alturas y tipo de reproducción para todas las categorías; y, diámetros solo para latizales, el mismo que fue marcado con pintura para facilitar mediciones futuras. La información fue registrada en el formulario de campo de la Tabla 2.

Tabla 2. Formulario de campo para el registro de regeneración natural.

Formulario de campo						
Fecha:			Parcela:			
Pendiente:			Cobertura dosel %:			
Subparcela	Categoría de regeneración	Código	Nombre científico	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Observaciones

5.4. Análisis de la información

La información fue procesada y analizada a través de estadísticos descriptivos y representada mediante gráficos y cuadros. Para conocer la composición florística del matorral andino se generó un listado de las especies registradas en el inventario y se determinó parámetros estructurales de la vegetación como densidad absoluta, densidad relativa, frecuencia relativa, índice de valor de importancia. La diversidad específica se midió mediante la riqueza específica y abundancias de las especies inventariados (Aguirre, 2019); con esta información se calculó el índice de Shannon (Aguirre, 2019) y representaciones gráficas mediante curvas rango – abundancia. Toda la información fue almacenada en hojas de cálculo Excel y se utilizó el programa estadístico Rstudio para la generación de gráficos y cálculos de índices. Las fórmulas de las variables calculadas fueron (Aguirre, 2019; Smith y Smith, 2007):

$$\text{Densidad absoluta (D) \#ind/m}^2 = \frac{\text{N}^\circ. \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total del \u00e1rea muestreada}}$$

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

$$\text{Frecuencia Relativa (Fr)} = \frac{\text{N\u00famero de parcelas en la que est\u00e1 la especie}}{\text{Sumatoria de la frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{\u00cdndice de valor Importancia (IVI) \%} = \frac{\text{DR} + \text{FR}}{2}$$

$$\text{Dominancia Relativa de G\u00e9nero (Drg) \%} = \frac{\text{N\u00famero de especies dentro de un g\u00e9nero}}{\text{N\u00famero total de especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia Relativa (Drf)\%} = \frac{\text{N\u00famero de especies dentro de una familia}}{\text{N\u00famero total de especies}} \times 100$$

$$\text{\u00cdndice de Shannon } H = \sum_{i=1}^S (Pi)(\log_n Pi)$$

6. Resultados

6.1. Composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales

En la Figura 3, se ilustra una vista panorámica del matorral andino afectado por incendios forestales, en donde se registró especies abundantes como *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon (llashipa) en un 85 %, *Rubus roseus* con un 50 %, *Smilax domingenses* 30 % y *Munnozia senecionidis* Benth en un 20 %, que determinaron una cubierta vegetal densa con dificultad para movilizarse.



Figura 3. Vista panorámica del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

La composición florística del matorral andino del PUFVC estuvo representada por 27 especies, en 23 géneros y 16 familias botánicas; de las cuales, 18 especies pertenecieron al estrato arbustivo y 9 al estrato arbóreo (Tabla 3). Los valores para cada especie y del total del matorral se detallan en el Anexo 1.

Tabla 3. Composición florística del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.

Estrato	Especie	Familia	N. individuos	
Arbustos	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	375	
	<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	Asteraceae	269	
	<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F. Blake) Panero	Asteraceae	27	
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Asteraceae	15	
	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	Asteraceae	12	
	<i>Baccharis</i> sp.1	Asteraceae	8	
	<i>Gynoxys nitida</i> Cass.	Asteraceae	8	
	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	Ericaceae	7	
	<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	Melastomataceae	7	
	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.) Wilbur	Myricaceae	6	
	<i>Piper</i> sp. 1	Piperaceae	6	
	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	Lamiaceae	5	
	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Ericaceae	4	
	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.	Ericaceae	2	
	<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC.	Asteraceae	1	
	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br	Proeaceae	1	
	<i>Palicourea</i> sp. 1	Rubiaceae	1	
	<i>Symbolanthus</i> sp. 1	Gentianaceae	1	
	Árboles	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	4
		<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	2
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp		Rosaceae	2	
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana		Melastomataceae	1	
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.		Rosaceae	1	
<i>Oreopanax rosei</i> Harms		Araliaceae	1	
<i>Verbesina pentantha</i> S. F. Blake		Asteraceae	1	
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.		Adoxaceae	1	
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana		Hypericaceae	1	

6.1.1. Diversidad del matorral andino

En la Tabla 4 se presenta información sobre la diversidad del matorral andino, que tuvo una riqueza específica de 27 especies, 68 % fueron arbustos y 32 % árboles. La riqueza específica estimada, de acuerdo con la prueba no paramétrica CHAO 1, fue de 55 especies, logrando una representatividad del 52 % de la riqueza total.

Tabla 4. Valores de la diversidad específica del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.

Variable	Valor
Riqueza específica observada (Nro.)	27
Riqueza específica estimada (Chao 1, Nro.)	55
N° especies arbóreas	9
N° especies arbustivas	18
N° especies endémicas	4
Índice de Shannon	1,46 (diversidad media)
Diversidad relativa de familia	Baja diversidad
Diversidad relativa de género	Baja diversidad

El índice de diversidad de Shannon (1,46) determinó para el matorral andino una diversidad media (Anexo 2). La curva Rango-Abundancia (Figura 4) mostró que no existe una equidad en la distribución de individuos, concentrándose el 84 % de los mismos en solo dos especies (*L. mutica* y *D. scytophyllum*). La diversidad relativa por familia fue baja, siendo las familias Asteraceae y Ericaceae con mayor número de especies, 7 (24,14 %) y 3 (10,34 %) respectivamente (Anexo 3). Los géneros con mayor representatividad fueron *Baccharis* con 3 especies (10,71 %) y *Bejaria* con 2 especies (7,14 %) (Anexo 4).

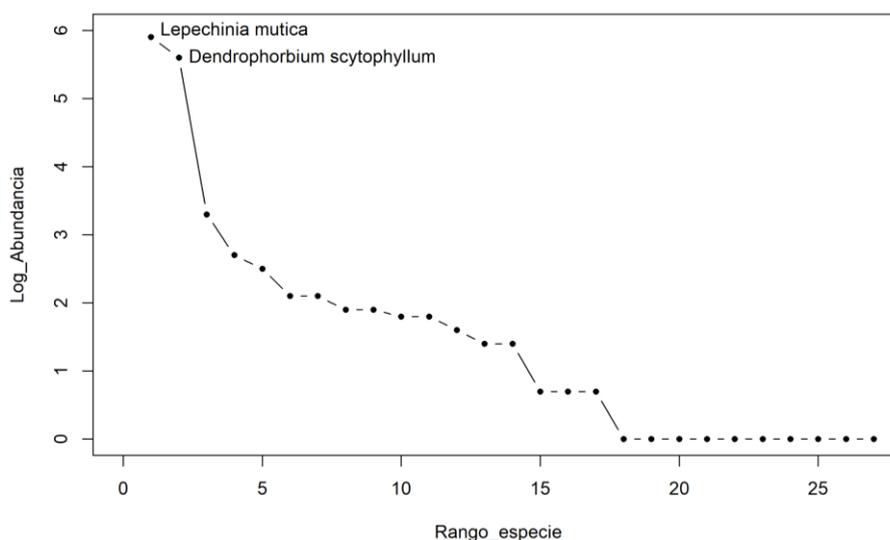


Figura 4. Curva rango-abundancia de especies del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Se registraron 4 especies endémicas, dos pertenecen al estrato arbustivo y dos al estrato arbóreo. La proporción de endemismo en el matorral andino fue del 14 %. En la Tabla 5 se detallan las especies endémicas y su categoría de amenaza. Se trata de especies Vulnerables y Casi Amenazadas, principalmente por presentar una reducción en el área de ocupación de estas.

Tabla 5. Especies endémicas registradas en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.

Familia	Especie	Categoría amenazada (UICN)	Hábito de crecimiento
Asteraceae	<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	Vu B1ab(iii).	Arbusto
Lamiaceae	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Vu B1ab(iii).	Arbusto
Araliaceae	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Vu B1ab(iii)	Árbol
Asteraceae	<i>Verbesina pentantha</i> S. F. Blake	Casi Amenazada	Árbol

6.1.2. Parámetros estructurales

- **Estrato arbustivo**

Los parámetros estructurales de las especies representativas del estrato arbustivo del matorral andino se presentan en la Tabla 6. Las especies con mayor representatividad y que determinan la estructura del matorral andino fueron *L. mutica* y *D. scytophyllum* con los valores más altos de 29,35 % y 22,47 % respectivamente.

Tabla 6. Parámetros estructurales de las especies arbustivas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVIs (%)
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	1875	48,70	10,00	29,35
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	1345	34,94	10,00	22,47
<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F. Blake) Panero	135	3,51	8,00	5,75
<i>Baccharis</i> sp.1	40	1,04	8,00	4,52
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	60	1,56	6,00	3,78
<i>Gynoxys nitida</i> Cass.	40	1,04	4,00	2,52
<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	35	0,91	4,00	2,45
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.) Wilbur	30	0,78	4,00	2,39
<i>Piper</i> sp. 1	30	0,78	4,00	2,39
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.	10	0,26	4,00	2,13
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	75	1,95	2,00	1,97
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	35	0,91	2,00	1,45
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	25	0,65	2,00	1,32
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	20	0,52	2,00	1,26
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC.	5	0,13	2,00	1,06
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R.Br	5	0,13	2,00	1,06
<i>Palicourea</i> sp. 1	5	0,13	2,00	1,06
<i>Symbolanthus</i> sp. 1	5	0,13	2,00	1,06

- **Estrato arbóreo**

Los parámetros estructurales de las especies representativas del estrato arbóreo del matorral andino se presentan en la Tabla 7. La especie arbórea *A. acuminata* presentó el IVIs más alto.

Tabla 7. Parámetros estructurales de las especies arbóreas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.

Especie	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVIs (%)
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	10	0,26	3,92	2,09
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	20	0,51	1,96	1,24
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp	10	0,26	1,96	1,11
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	5	0,13	1,96	1,04
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	5	0,13	1,96	1,04
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	5	0,13	1,96	1,04
<i>Verbesina pentantha</i> S. F. Blake	5	0,13	1,96	1,04
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	5	0,13	1,96	1,04
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	5	0,13	1,96	1,04

6.2. Caracterización de la regeneración natural de especies arbóreas y arbustivas del matorral andino afectado por incendios forestales

La regeneración natural del matorral andino estuvo representada por 1 008 individuos pertenecientes a 31 especies, 20 familias y 30 géneros. La categoría plántula registró un total de 66 individuos, brinzal 866 individuos y latizal con 76 individuos. La distribución de individuos fue más variable en la categoría brinzal, con un mínimo de 6 y máximo de 161 individuos por parcela (Figura 5).

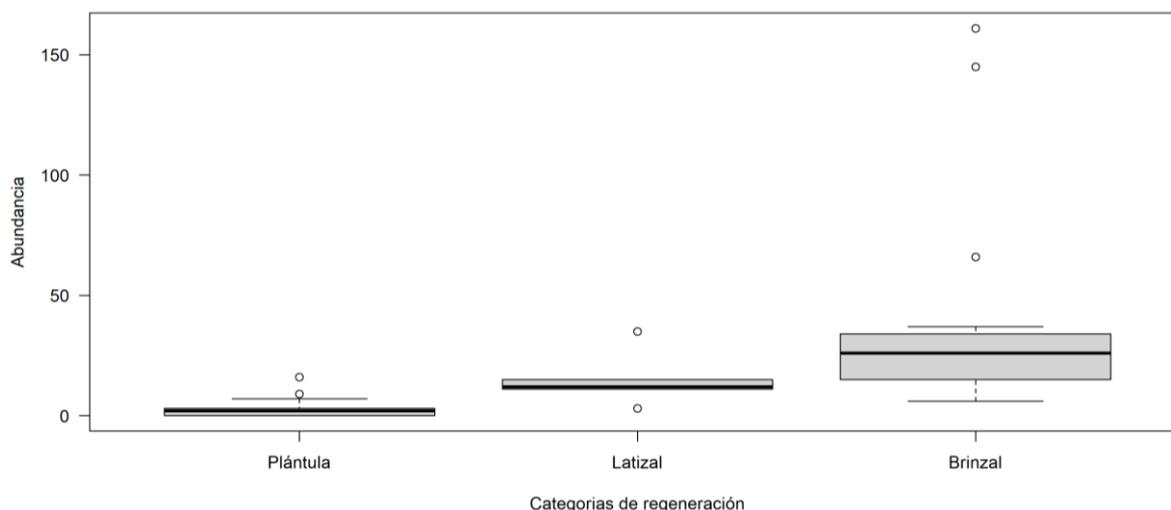


Figura 5. Abundancia de la regeneración natural distribuidos por categorías de las especies del matorral andino por incendios forestales en el PUFVC.

6.2.1. Composición y diversidad específica por categoría de regeneración natural

La composición florística de la regeneración natural por categorías se presenta en la Tabla 8. Se registraron 12 especies para plántulas, 31 para brinzal y 9 para latizal.

Tabla 8. Composición florística de la regeneración natural del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.

Estrato	Especie	Abundancia por categoría de regeneración (Nro. Individuos)			
		Plántula	Brinzal	Latizal	
Arbusto	<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	18	178	--	
	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	4	44	--	
	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	8	80	--	
	<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	3	55	--	
	<i>Baccharis</i> sp.1	2	47	--	
	<i>Gynoxys nitida</i> Cass.	0	42	--	
	<i>Cronquistianthus niveus</i> R.M. King & H. Rob	3	2	--	
	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	1	30	--	
	<i>Palicourea</i> sp. 1	1	20	--	
	<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F. Blake) Panero	1	60	--	
	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	0	7	--	
	<i>Solanum</i> sp. 1	0	5	--	
	<i>Piper</i> sp. 1	0	5	--	
	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	0	4	--	
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav.)	0	3	--	
	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.	0	2	--	
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0	1	--	
	<i>Desfontainia spinosa</i> Ruiz & Pav	0	1	--	
	Árbol	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	19	158	43
		<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	0	6	6
<i>Cinchona officinalis</i> L.		0	1	9	
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly		4	92	0	
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.		0	7	0	
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.		2	11	8	
<i>Alnus acuminata</i> Kunth		0	4	4	
<i>Oreopanax rosei</i> Harms		0	1	3	
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana		0	2	1	
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth		0	1	1	
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp		0	0	1	
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana		0	1	0	
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms		0	1	0	
<i>Persea</i> sp. 1		0	1	0	
<i>Clusia</i> sp. 1		0	1	0	

La diversidad por categorías de la regeneración natural fue media para plántulas, brinzal y latizal (Tabla 9). La riqueza específica por categoría fue de 12 especies para plántula, 31 para brinzal y 9 para latizal. De acuerdo con el gráfico rango-abundancia (Figura 6), la categoría

brinzal fue la más diversa porque presentó mayor riqueza y una distribución de individuos más equitativa en las especies.

Tabla 9. Riqueza y diversidad específica por categoría de regeneración natural del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC, año 2022.

Categoría	Riqueza específica	Índice de Shannon	Interpretación
Plántula	12	1,99	Diversidad media
Brinzal	31	2,48	Diversidad media
Latizal	9	1,46	Diversidad media

En la categoría plántula la especie más abundante fue *Clethra fimbriata* Kunth que representó el 28 % del total de individuos, para brinzales fue *D. scytophyllum* con el 20 % del total de individuos; y, en latizales fue *C. fimbriata* con el 56 % del total de individuos. Los valores del índice de Shannon por categoría de la regeneración natural se detallan en los Anexos 5 – 7.

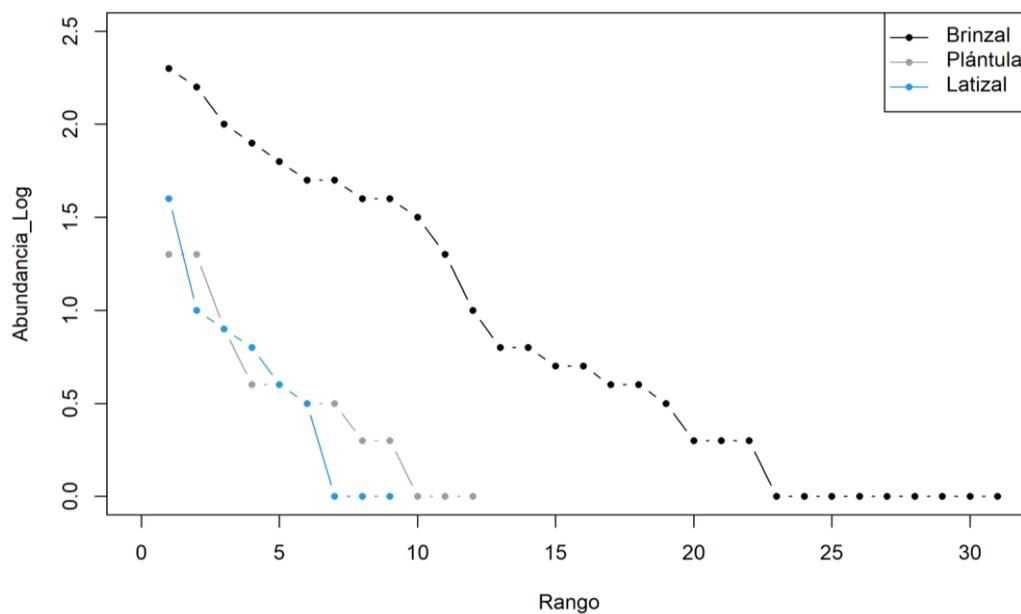


Figura 6. Curva rango-abundancia de especies del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

6.2.2. Parámetros estructurales de la categoría plántula

- **Estrato arbustivo**

Los parámetros estructurales de plántulas del estrato arbustivo se presentan en la Tabla 10. La especie *D. scytophyllum* fue la de mayor representatividad, frecuencia y densidad, con un IVIs de 21,97 %.

Tabla 10. Parámetros estructurales de las especies arbustivas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVIs (%)
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	90	27,27	16,67	21,97
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	20	6,06	12,50	9,28
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	40	12,12	4,17	8,15
<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	15	4,55	8,33	6,44
<i>Baccharis</i> sp.1	10	3,03	8,33	5,68
<i>Cronquistianthus niveus</i> R.M. King & H. Rob	15	4,55	4,17	4,36
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	5	1,52	4,17	2,84
<i>Palicourea</i> sp. 1	5	1,52	4,17	2,84
<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F. Blake) Panero	5	1,52	4,17	2,84

- **Estrato arbóreo**

Los parámetros estructurales de plántulas del estrato arbóreo se presentan en la Tabla 11. La especie *C. fimbriata* fue la más importante y significativa en densidad, representatividad y frecuencia, con un IVIs de 24,81 %.

Tabla 11. Parámetros estructurales de las especies arbóreas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVIs (%)
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	95	28,79	20,83	24,81
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	10	3,03	8,33	5,68
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	20	6,06	4,17	5,12

6.2.3. Parámetros estructurales de la categoría brinzal

- **Estrato arbustivo**

Los parámetros estructurales de brinzales del estrato arbustivo se presentan en la Tabla 12. La especie *D. scytophyllum* fue la de mayor representatividad, frecuencia y densidad, con un IVIs de 13,33 %.

Tabla 12. Parámetros estructurales de las especies arbustivas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVIs (%)
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	890	20,41	6,25	13,33

<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F. Blake) Panero	300	6,88	6,25	6,57
<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	275	6,31	6,25	6,28
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	400	9,17	2,50	5,84
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	220	5,05	6,25	5,65
<i>Baccharis</i> sp.1	235	5,39	5,00	5,19
<i>Gynoxys nitida</i> Cass.	210	4,82	3,75	4,28
<i>Palicourea</i> sp. 1	100	2,29	6,25	4,27
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	150	3,44	5,00	4,22
<i>Solanum</i> sp. 1	25	0,57	3,75	2,16
<i>Piper</i> sp. 1	25	0,57	2,50	1,54
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	20	0,46	2,5	1,48
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav.)	15	0,34	1,25	0,80
<i>Cronquistianthus niveus</i> R.M. King & H. Rob	10	0,23	1,25	0,74
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.	10	0,23	1,25	0,74
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	5	0,11	1,25	0,68
<i>Desfontainia spinosa</i> Ruiz & Pav	5	0,11	1,25	0,68

- **Estrato arbóreo**

Los parámetros estructurales de la regeneración brinzal del estrato arbóreo se presentan en la Tabla 13. La especie *C. fimbriata* fue la más importante y significativa en densidad, representatividad y frecuencia, con un IVIs de 12,25 %.

Tabla 13. Parámetros estructurales de las especies arbóreas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVIs (%)
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	790	18,24	6,25	12,25
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	460	10,62	6,25	8,49
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	35	0,81	5,00	2,90
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	30	0,69	5,00	2,85
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	55	1,27	2,50	1,89
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	20	0,46	2,50	1,48
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	10	0,23	1,25	0,74
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	5	0,12	1,25	0,68
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	5	0,12	1,25	0,68
<i>Cinchona officinalis</i> L.	5	0,12	1,25	0,68
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	5	0,12	1,25	0,68
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	5	0,12	1,25	0,68
<i>Persea</i> sp. 1	5	0,12	1,25	0,68
<i>Clusia</i> sp. 1	5	0,12	1,25	0,68

6.2.4. Parámetros estructurales de la categoría latizal

Los parámetros estructurales de latizales del estrato arbóreo se presentan en la Tabla 14. La especie *C. fimbriata* fue la de mayor representatividad, frecuencia y densidad, con un IVIs de 40,06 %.

Tabla 14. Parámetros estructurales de las especies arbóreas ordenadas de acuerdo con el Índice de Valor de Importancia en el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVIs (%)
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	215	56,58	23,53	40,06
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	30	7,89	17,65	12,77
<i>Cinchona officinalis</i> L.	45	11,84	11,76	11,80
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	40	10,53	11,76	11,15
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	20	5,26	11,76	8,51
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	15	3,95	5,88	4,92
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	5	1,32	5,88	3,60
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	5	1,32	5,88	3,60
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp	5	1,32	5,88	3,60

6.2.5. Características morfológicas de la regeneración natural

6.2.5.1. Tipo de reproducción

Los tipos de reproducción de las especies de regeneración natural se presentan en la Tabla 15. El 68 % de las especies presentaron una reproducción por semillas, 29 % entre brote y semilla, y el 3 % por brote.

Tabla 15. Tipo de reproducción de la regeneración natural matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	Tipo de reproducción
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Semilla
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.	
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav.)	
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	
<i>Clusia</i> sp. 1	
<i>Cronquistianthus niveus</i> R.M. King & H. Rob	
<i>Desfontainia spinosa</i> Ruiz & Pav	
<i>Gynoxys nitida</i> Cass.	
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	
<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F. Blake) Panero	
<i>Persea</i> sp. 1	

<i>Piper</i> sp. 1	
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	
<i>Solanum</i> sp. 1	
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Brote
<i>Baccharis</i> sp.1	
<i>Cinchona officinalis</i> L.	
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C.	
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	Brote y Semilla
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	
<i>Palicourea</i> sp. 1	
<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	

6.2.5.2. Altura de la categoría plántula

Las plántulas, entre árboles y arbustos, presentaron en promedio una altura de 19 cm. La especie con mayor altura promedio fue *H. obtusifolia* (Pers.) Lindl con 28,50 cm y la de menor altura fue *G. reticulata* Kunth con 13,75 cm (Tabla 16).

Tabla 16. Altura promedio de las especies arbóreas y arbustivas de la categoría plántula del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	Abundancia (Nro.)	Altura promedio (cm)	Error estándar (\pm cm)
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	19	20,00	1,82
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	18	16,89	1,34
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	8	13,75	1,61
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	4	16,75	2,50
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	4	22,00	4,41
<i>Cronquistianthus niveus</i> R.M. King & H. Rob	3	15,66	4,70
<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	3	17,66	3,28
<i>Baccharis</i> sp.1	2	18,50	10,50
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	2	28,50	0,50
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	1	18,00	0
<i>Palicourea</i> sp. 1	1	18,00	0
<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F. Blake) Panero	1	26,00	0

6.2.5.3. Altura de la categoría brinzal

La altura promedio de la categoría brinzal fue de 69 cm. La especie, entre árboles y arbustos, con mayor altura fue *Persea* sp.1 con 117 cm y la de menor altura fue *H. scabrum* y *C. officinalis* con 33 cm respectivamente (Tabla 17).

Tabla 17. Altura promedio de las especies arbóreas y arbustivas en la categoría brinzal del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	Abundancia (Nro.)	Altura promedio (cm)	Error estándar (± cm)
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	178	85,88	2,24
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	158	62,00	2,04
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	92	64,38	2,52
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	80	63,63	3,28
<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F. Blake) Panero	60	76,71	4,84
<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	55	70,94	4,20
<i>Baccharis</i> sp.1	47	79,97	3,88
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	44	68,13	4,04
<i>Gynoxys nitida</i> Cass.	42	61,70	3,43
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	30	81,07	7,65
<i>Palicourea</i> sp. 1	20	61,70	7,21
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	11	51,36	4,39
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	7	78,28	18,78
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	6	75,16	10,07
<i>Solanum</i> sp. 1	5	58,80	6,17
<i>Piper</i> sp. 1	5	63,80	12,89
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	4	68,75	18,82
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	4	95,25	11,91
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav.)	3	101,33	16,67
<i>Cronquistianthus niveus</i> R.M. King & H. Rob	2	63,00	11,00
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	2	50,00	18,00
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.	2	113,5	36,50
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	1	53,00	0
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	1	33,00	0
<i>Cinchona officinalis</i> L.	1	33,00	0
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	1	75,00	0
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	1	58,00	0
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	1	63,00	0
<i>Persea</i> sp. 1	1	117,00	0
<i>Desfontainia spinosa</i> Ruiz & Pav	1	81,00	0
<i>Clusia</i> sp. 1	1	55,00	0

6.2.5.4. Altura y DAP de la categoría latizal

La altura y DAP promedio de la categoría latizal fue de 239 cm y 2,45 cm respectivamente. La especie que presentó la mayor altura fue *V. baccifera* con 320 cm y la de menor altura fue *P. opaca* con 158 cm (Tabla 18).

En el caso del DAP, *Cinchona officinalis* L fue la de mayor diámetro con 2,68 cm y con menor diámetro fue *Prunus opaca* (Benth.) Walp con 1,50 cm.

Tabla 18. Altura y diámetro promedio de las especies arbóreas de la categoría latizal del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	Abundancia (Nro.)	Diámetro promedio (cm)	Error estándar (± cm)	Altura promedio (cm)	Error estándar (± cm)
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	43	2,59	0,16	198,27	5,77
<i>Cinchona officinalis</i> L.	9	2,68	0,24	283,78	16,53
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	8	2,46	0,26	212,25	18,76
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	6	2,06	0,29	234,00	22,94
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	4	2,63	0,41	230,25	30,44
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	3	2,50	0,45	276,76	38,44
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp	1	1,50	0	172,00	0
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	1	2,50	0	230,00	0
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	1	3,20	0	320,00	0

7. Discusión

7.1. Composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales

La composición florística del matorral andino del PUFVC está constituida por especies nativas y endémicas, algunas de ellas abundantes como *P. arachnoideum*, *R. roseus*, *S. domingenses* y *M. senecionidis* que son consideradas como especies invasoras en ecosistemas perturbados, en especial *P. arachnoideum* que posee una resistencia del sistema rizomatoso a condiciones adversas o en áreas luego de haberse suscitado un incendio forestal (Arana y Bianco, 2011). Estas especies invasoras generalmente forman poblaciones dominantes que alteran la sucesión natural de los ecosistemas (Tobar y Gavio, 2011), son inhibidoras para el establecimiento en el proceso de sucesión, por ser de amplia distribución, activo crecimiento y colonización (Castro y Gil, 2020), particularidad que confirma que el matorral andino es un ecosistema afectado por incendios forestales.

Las especies que en la actualidad conforman la composición florística del matorral andino del PUFVC son típicas de los matorrales o arbustales del sur de Ecuador, así como se encuentran en áreas que han soportado frecuentes incendios forestales, como es el caso de *Baccharis obtusifolia*, *B. alaternoides*, *Bejaria aestuans*, *B. resinosa*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Lepechinia mutica*, *Oreocallis grandiflora*, *Persea ferruginea* y *Viburnum triphyllum*, lo que demuestra que se trata de un sitio en proceso de recuperación.

La riqueza específica del matorral andino es de 27 especies y el 84 % de individuos están representados por dos especies, lo que mediante el índice de Shannon determina una diversidad media. Por otra parte, Medina (2018) en un área de matorral andino del PUFVC que no ha sido afectado por incendios, registra un total de 46 especies dentro de 39 géneros y 21 familias. Un factor para considerar en la diferencia del número de especies encontradas entre ambos sitios de matorral del PUFVC pudiera ser el impacto causado por el incendio forestal, el cual promueve la aparición de especies tolerantes al fuego desplazando aquellas especies que crecen en entornos inalterados (Nasi, 2008).

Otras investigaciones realizadas en matorral presentan resultados diferentes, por ejemplo Gómez y Hahn (2009) reportan 48 especies distribuidas en 27 familias y 46 géneros, Parra y Torres (2004) registraron un total de 179 especies pertenecientes a 121 géneros y 57 familias; Cabrera (2021) que evaluó parte del matorral de las cuencas Yomasa y Fucha en Colombia registran 30 especies pertenecientes a 27 géneros y 13 familias, Cabrera-Amaya

(2021) encuentra 30 especies en un matorral mixto de páramo y 80 en un arbustal de páramo. Un factor para considerar entre el número de especies reportadas en las investigaciones mencionadas y el bajo número de especies encontradas en el matorral del PUFVC se debe a que este ecosistema ha sido afectado por un incendio forestal, lo cual promueve la aparición de especies tolerantes al fuego (Nasi, 2008). Además, en su dimensión ecológica los incendios constituyen en un factor de presión ecosistémico, cuya acción desencadenante reduce rápidamente la vegetación natural y causa debilitamiento a las especies forestales (Hérendez et al., 2011). Existen dos grandes grupos de especies vegetales según su respuesta al fuego: las especies rebrotadoras y las no rebrotadoras o germinadoras. Las primeras tienen la capacidad de rebrotar después de un incendio y en las segundas mueren los individuos, pero no las semillas (Bodi et al., 2012), particularidad que fue encontrada en la regeneración natural de algunas especies del matorral andino.

Se registra la presencia de cuatro especies endémicas, dos arbustivas en la categoría Vulnerable: *Dendrophorbium scytophyllum* (Kunth) C. Jeffrey y *Lepechinia mutica* (Benth.) Epling; y, dos arbóreas, en la categoría Vulnerable a *Oreopanax rosei* Harms y en la categoría Casi Amenazada a *Verbesina pentantha* S. F. Blake. El grado de endemismo representa el 14 %, que es acorde al porcentaje de endemismo por tipo de hábito de crecimiento para Ecuador (León-Yáñez et al., 2011), pues los arbustos y subarbustos representan el 23 % y los árboles el 10 % del total de endemismo para Ecuador (León-Yáñez et al., 2011). Otros estudios realizados en el PUFVC reportan endemismo en plantas, como Pinza (2018) quién registra a la especie arbustiva *Ageratina dendroides*. El encontrar especies endémicas en el matorral andino es de vital importancia, ya que permite hacer comparaciones entre áreas o priorizar sitios donde el endemismo toma alto valor, en especial especies de las familias: Orchidaceae, Araceae, Gesneriaceae, Bromeliaceae y Ericaceae que, por su gran potencial ornamental, constituyen especies carismáticas que podrían ser parte de programas exitosos de conservación, con las técnicas de propagación adecuadas (León-Yáñez et al., 2011).

Al comparar los estratos en el matorral andino la mayor representatividad es para los arbustos con un 68 % y el 32 % para árboles, al igual que el estudio realizado por Gómez y Hahn (2009) en donde el estrato con mayor cobertura es para los arbustos con un 52 % y árboles con 14,5 %. La regeneración natural de la mayoría de las especies es limitada en las etapas iniciales del reclutamiento, lo que se debe tanto a una fuerte limitación de la lluvia de semillas (Jordano et al., 2002). No obstante, en el matorral andino del PUFVC las especies arbóreas se han favorecido pues se registra mayor riqueza específica de especies arbóreas en regeneración que

en plantas totalmente establecidas mayores a 5 cm de DAP. Por ejemplo, *C. fimbriata* es la más representativa en el matorral andino, con abundante regeneración y representatividad en las tres categorías, lo que según Fernández et al. (2016) es porque constituye una especie dinamogénica y gracias a sus atributos vitales, capacidad constructiva y sociabilidad puede ayudar a restablecer áreas que han sido alteradas por disturbios principalmente de origen antrópico. Otros estudios reportan regeneración de *C. fimbriata* en otros ecosistemas del PUFVC como el bosque montano (Muñoz-Chamba et al., 2020), páramo antrópico (Sarango et al., 2019), y bajo plantaicones florestales (Aguirre et al., 2019) por lo que se trata de una especie importante para el PUFVC.

Los parámetros estructurales del matorral andino permiten conocer que especies son las más importantes ecológicamente, por lo que son las que definen la estructura (Aguirre, 2019, Beltrán et al., 2009). El estrato arbustivo es el más predominante en este ecosistema con una altura promedio de 2 m y con la presencia aislada de árboles que presentan una altura promedio de 4 m, lo que concuerda con la descripción de matorrales o arbustales para el sur de Ecuador (Ron, 2019).

Entre las especies con mayor valor de importancia del matorral andino están los arbustos *D. scytophyllum*, *L. mutica* y *P. acuminatus*, y árboles como *A. acuminata* y *C. fimbriata*. Estos resultados discrepan de los obtenidos por Medina (2018) en el mismo ecosistema, pero en sitios no afectados por incendios, donde reporta como las más importantes a *Gaultheria reticulata* y *Ageratina dendroides*, lo que podría ser resultado del incendio forestal ocurrido, así como también a las condiciones heterogéneas ambientales donde se distribuye este ecosistema. Los estudios sobre composición y diversidad de matorrales o arbustales del sur del Ecuador son escasos más aun en lugares que han sido afectados por incendios forestales. Sin embargo, en otras condiciones geográficas con variables climáticas distintas al PUFVC, estudios de Gómez y Hahn (2009) presentan como especies más representativas a los arbustos *Baccharis concava* (Ruiz et Pav.), *Calceolaria integrifolia* L., *Podanthus ovatifolius* Lag., *Rosa rubiginosa* L. y *Sophora macrocarpa* Sm; de igual manera Parra y Torres (2004) encontraron como especies arbustivas más representativas *Baccharis*, como *B. latifolia* o *B. salicifolia*, *Berberis* y *Monnina salicifolia*, *Hesperomeles aff. Cuneata*, *Gynoxys longifolia*; Por otra parte, en el estudio realizado por Cabrera (2021) las especies más abundantes son arbustos como *Pernettya prostrata*, *Ulex europaeus* e *Hypericum myricariifolium*.

Las familias más diversas en el matorral andino del PUFVC son Asteraceae y Ericaceae, datos similares presenta Medina (2018) quien reporta la misma diversidad, lo que podría

obedecer a que estas familias albergan una serie de especies de amplia distribución (Fernández et al., 2016) con mejores adaptación a ambientes disturbados. Gómez y Hahn (2009) sostienen que las familias más diversas en el matorral bajo son Asteraceae y Rosaceae; Parra y Torres (2004) en matorral alto reportan como diversas a las familias Asteraceae y Fabaceae; mientras que, Cabrera (2021) indica que en el matorral las familias con mayor importancia ecológica son Melastomataceae, Asteraceae y Ericaceae.

7.2. Regeneración natural de especies arbóreas y arbustivas del matorral andino afectado por incendios forestales

El estado de la regeneración del matorral andino del PUFVC, estudiado mediante la distribución de individuos por categorías de regeneración natural, constituye como una adecuada regeneración; así como, proporciona las bases sobre la composición potencial del ecosistema a futuro (Das et al., 2021).

Cada perturbación presenta características únicas con relación a los cambios que se generan en el medio, los cuales influyen en la composición florística del inicio del proceso de recuperación del ecosistema (García y Rodríguez, 1992) y probablemente futuras (Das et al., 2021). La alta densidad de brinzales en comparación a las categorías plántula y latizal indican un adecuado estado de regeneración (Pérez, 2007) del matorral andino del PUFVC. El bajo número de individuos de plántulas es un tema de investigación, que podría ser un efecto indirecto del incendio forestal ocurrido hace cinco años, del que aún se sigue teniendo evidencias en las bases de los árboles (Sarango et al., 2019), así como por una limitada lluvia de semillas, problemas en el establecimiento de la regeneración debido a la competencia con hierbas y por las duras condiciones abióticas (Gallegos et al., 2016 ; Zhang et al., 2011 ; Jordano et al., 2002), pues en la actualidad la acumulación de hojarasca en el suelo y el grado de cobertura vegetal dominado principalmente por *P. arachnoideum* y otras enredaderas pudieran ser una limitante para el establecimiento y germinación de semillas, en especial para las especies con dispersión anemocoría (Paz et al., 2022), tal como lo corrobora Uslar et al. (2004) quienes señalan que las especies que están expuestas a diferentes perturbaciones se ven reflejadas en la reducción de sus poblaciones.

La historia de los sitios parece ser un factor determinante en la composición florística y la riqueza de especies. En cuanto que las perturbaciones localizadas según su frecuencia, tamaño y duración pueden inducir o afectar la regeneración natural de los sitios y la ocurrencia de

especies (Fernández et al., 2016). El incendio forestal ocurrido en el PUFVC en el año 2017 se cataloga como superficial y moderado, en donde la flora presenta evidencias fácilmente observables en la zona, como las bases de tallos quemados (Sarango et al., 2019) y brote en algunas especies vegetales (Ávila et al., 2018), razón que pudiera explicar la presencia de especies típicas de matorrales del sur de Ecuador.

La regeneración natural es una característica fundamental para asegurar la sostenibilidad del recurso florístico a través del tiempo (Serra, 2003) y la falta de regeneración es un gran problema, porque imposibilita el manejo sostenible de cualquier especie (Norden, 2014). Esta situación no está presente en el matorral andino del PUFVC pues este presenta una riqueza específica importante con diversidad de especies arbóreas y arbustivas, en donde las especies muestran una reproducción por semillas y brotes.

La estructura de la regeneración natural está dominada por las especies *D. scytophyllum* y *C. fimbriata*, abundantes en las categorías plántula y brinzal; para latizal únicamente *C. fimbriata*. La regeneración de *D. scytophyllum*, arbusto, es caracterizada por individuos con altura promedio de 80 cm y *C. fimbriata*, árbol, con individuos con alturas promedio de 84 cm. Esta última, está presente también en la regeneración del bosque montano (Muñoz-Chamba et al., 2021), páramo antrópico (Sarango et al., 2019) y plantaciones forestales (Aguirre-Mendoza et al., 2019) del PUFVC, convirtiéndola en una especie representativa del sitio e importante en la recuperación ecológica de sitios afectados por incendios forestales (Fernández et al., 2016) por su capacidad constructiva y sociabilidad.

8. Conclusiones

La composición y diversidad florística del matorral andino estuvo dada por 27 especies, 23 géneros y 16 familias, con una diversidad media, presencia de cuatro especies endémicas, 68 % de arbustos y 32 % de árboles. Además, como parte de la composición florística se encuentran especies invasivas como *P. arachnoideum* (Kaulf.) Maxon, *Rubus roseus* Poir, *Smilax domingenses* Willd y *Munnozia senecionidis* Benth, que modifican la estructura del matorral andino convirtiéndolo en un tipo de vegetación densa.

La estructura del matorral andino afectado por incendios forestales estuvo dominada por especies arbustivas y la presencia de especies arbóreas dispersadas en el sitio. Las especies más importantes ecológicamente y en estructura fueron *Lepechinia mutica* (Benth.) Epling (IVI de 29,35 %) y *Dendrophorbium scytophyllum* (Kunth) C. Jeffrey (IVI de 22,47), las cuales representan el 84 % del total de individuos, probablemente como resultado o efecto del incendio forestal.

Las especies arbóreas que conforman la composición florística del matorral andino fueron nueve, siendo *Alnus acuminata* Kunth y *Clethra fimbriata* Kunth las de mayor valor de IVIs con 2,09 % y 1,24 % respectivamente.

El matorral andino presentó una adecuada regeneración natural, constituida por especies arbóreas y arbustivas, siendo la categoría brinzal la más representativa con 866 individuos. Las especies más abundantes fueron *Dendrophorbium scytophyllum* (Kunth) C. Jeffrey, *Clethra fimbriata* Kunth, *Myrsine andina* (Mez) Pipoly, *Gaultheria reticulata* Kunth y *Pappobolus acuminatus* (S.F. Blake) Panero probablemente como resultado de la adaptación a las condiciones ambientales post incendio, reflejado con una importante presencia de especies arbóreas que podrían en un futuro conducir a la recuperación de la vegetación boscosa mediante procesos de sucesión natural.

9. Recomendaciones

Continuar con el monitoreo de la vegetación del matorral andino del “PUFVC”, especialmente la regeneración de especies vegetales leñosas, que permitan tener conocimiento de la dinámica de la sucesión natural.

Realizar estudios en el matorral andino que ayuden a comprender la dinámica sucesional de dichos ecosistemas, por ejemplo, estudios de bancos de semillas del suelo, propiedades y características del suelo, dispersión de semillas, entre otros.

Iniciar procesos de restauración del matorral andino especialmente el control y combate de especies invasoras como *Pteridium arachnoiudeum* para favorecer el crecimiento de especies arbóreas y favorecer a una composición florística similar a escenarios de referencia con buen estado de conservación.

10. Bibliografía

- Aguirre, N., Torres, J., y Velasco, P. (2013). Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana. *Fondo de protección del agua*, 9-13.
- Aguirre, Z. (2019). Guía de métodos para medir la biodiversidad. *Universidad Nacional de Loja*, 21-25.
- Aguirre, Z., y Yaguana, C. (2016). *Parque universitario Ing. Francisco Vivar Castro*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z., Díaz, E., Muñoz, J., y Muñoz-Chamba, L. (2019). Sucesión natural bajo plantaciones de *Pinus radiata* D. Don (Pinaceae) y *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae), en el sur del Ecuador. *Arnaldia* .
- Alcaraz, F. (2013). *Sucesión sin dinámica*. España: Universidad de Murcia.
- Arana, M., y Bianco, C. (2011). Helechos y Licofitas del Centro de Argentina . *Universidad Nacional de Río Cuarto*, 60-72.
- Armijos, C. (2021). Diversidad florística y factores sociales asociados a la abundancia de la regeneración natural del Bosque Montano del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro". Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Atilio, E. (2013). *Tendencias esperadas*. San Fernando del Valle de Catamarca: Científica Universitaria de Catamarca.
- Ávila, G., Rodríguez, A., y Aguirre, C. (2018). Estructura y diversidad postincendio en un área del matorral espinoso. *PoliBotánica*, 32.
- Ayanz, S. M., y Gómez, R. (2004). Gestión de arbustados y matorrales . *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*, 3-6.
- Baquero, F. (2004). La vegetación de los Andes del Ecuador. Quito: FlacsoAndes.
- Beltrán, K., Salgado, S., y Cuesta Francisco, S. L. (2009). Distribución Espacial, Sistemas Ecológicos y Caracterización Florística de los Páramos en el Ecuador. *EcoCiencia, Herbario QCA. Quito*, 15-17.
- Bodi, M., Cerda, A., y Mataix, J. (2012). Efectos de los incendios forestales en la vegetación y el suelo en la cuenca Mediterránea. *Swansea University*, 33-55.
- Cabrera, D. (2021). Riqueza, composición florística y estructura de la vegetación silvestre en la zona rural de las cuencas de las quebradas Yomasa y Fucha, Bogotá, Colombia. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas*, 761-776.
- Castro, A., y Gil, P. (2020). Vegetación asociada con helechos en el Parque Nacional Natural Serranía de Los Yariguíes . *Biología Tropical*, 6.
- Capulín, G. (2010). Cambios en el suelo y vegetación de un bosque de pino afectado por incendio. *Tierra Latinoam*, vol.28, pp. 79-87.

- Chauvín, S. (2007). La biodiversidad en los ecosistemas. Buenos Aires : Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- Comisión Nacional Forestal de México [CONAFOR]. (2006). Incendios forestales, guía práctica para comunicadores. *Comisión Nacional Forestal*, 5-10.
- Cosecha, L. (14 de Febrero de 2020). *La Cosecha digital*. Obtenido de <https://lacosechadigital.com/parque-universitario-de-educacion-ambiental-y-recreacion-puear/>
- Das, S., Carrera, S., Debabrata, M., y Dinesh, S. (2021). Estructura de la población y estado de regeneración de las especies arbóreas en edad madura *Abies pindrow* bosque dominante: un estudio de caso del Himalaya occidental, India. *Trees, Forests and People*, 5.
- Fernández, F., Velasco, V., Guerrero, J., Galvis, M., y Viana, A. (2016). Recuperación ecológica de áreas afectadas por un incendio forestal en la microcuenca Tintales (Boyaca, Colombia). *Colombia forestal*, 143-160.
- Gallegos, S., Beck, S., Hensen, I., Saavedra, F., y Lippok, D. (2016). Factors limiting montane forest regeneration in bracken-dominated habitats in the tropics. *Universidad Mayor de San Andres- Forest Ecology and Management*, 168-176.
- García, R., y Gagliardi, G. (2009). Identificación de los procesos ecológicos y evolutivos esenciales para la persistencia y conservación de la biodiversidad en la región de Loreto. Perú.
- García, X., y Rodríguez, B. (1992). Regeneración natural en sitios afectados por incendios forestales en Quintana Roo. *INIFAP*, 17-72.
- Gómez, P., y Hahn, S. (2009). Estructura y composición florística de un matorral bajo plantaciones de *Pinus Radiata* en Chile Central. *SciELO*, 259.
- González, P. (2009). Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna. *BCN*, 1-6.
- Hernández, O., Estela, M., Mireles, L., y Valdez, M. (2011). Incendios forestales y degradación de los ecosistemas terrestres: impactos Locales y emisiones globales. exploración de la situación en el Estado de México. *Revista Geográfica de América Central*, 1-21.
- Jordano, P., Zamora, R., Marañón, T., y Arroyo, J. (2002). Claves ecológicas para la restauración del bosque mediterráneo. Aspectos demográficos, ecofisiológicos y genéticos. *Ecosistemas*, 3-9.
- León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., y Navarrete, H. (2011). Libro rojo de las especies endémicas del Ecuador. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito*, 18-26.
- Medina, J. (2018). Diversidad florística y estimación de la captura de carbono en tres ecosistemas del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro". Loja: Universidad Nacional de Loja.

- Muñoz-Chamba, L., Cabrera, B., Muñoz, J., y Aguirre, Z. (2021). *Parámetros poblacionales de res especies arbóreas del bosque andino en el Parque Universitario "Francisco Vivar Castro" Loja, Ecuador* . Loja: Boques Latitud Cero.
- Muñoz, J., García, A., y Alanís, R. (2012). Colonización y sucesión vegetal en el fondo de una barranca afectada por flujos hidrovolcánicos recientes: la barranca Huiloac . *Ería*, 19-37.
- Nasi, R. (2008). Los incendios forestales y la diversidad biológica. *Centro de Investigación Forestal Internacional*, 13.
- Navarrete, R., y Reina, J. (2007). Incendios forestales, manual práctico. Andalucía: Ecologistas en Acción.
- Norden, N. (2014). Del por qué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. *SciELO*, 16-20.
- Orozco, L. (2002). Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. *CATIE*.
- Parra, F., y Torres, J. (2004). Composición florística y vegetación de una microcuena andina: El Pachachaca. *Redalyc*, 9-16.
- Paz, H., Ortiz, A., y Val, E. (2022). Los efectos de la especie agresiva *Pteridium caudatum* sobre la vegetación de la isla Socorro: Desafíos y oportunidades para la restauración. *Journal for Nature Conservation*.
- Pérez, R. (2007). Factores que condicionan la regeneración natural de especies leñosas en un bosque mediterráneo del sur de la Península Ibérica. *Ecosistemas* , 1-5.
- Pinza. (2018). Estimación del carbono acumulado en una parcela permanente de bosque andino en el parque universitario Francisco Vivar Castro. *Universidad Nacional de Loja*, 23.
- Ramírez, G. (2020). *Regeneración y sucesión vegetal post-quema en el páramo del cerro Atacazo*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- RCOA. (2019). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*. Quito : MAATE.
- Rojas, P. (2012). Evaluación del manejo, cumplimiento de objetivos y actualización del plan de manejo del PUEAR. Loja:
https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5338/1/Tesis_EVALUACION%20DEL%20MANEJO%20CUMPLIMIENTO%20DE.pdf.
- Ron, S. (31 de Enero de 2019). Regiones naturales del Ecuador . Obtenido de BIOWEB:
<https://bioweb.bio/regionesNaturales.html#:~:text=El%20Matorral%20Seco%20de%20Ola,cactus%20y%20otras%20plantas%20espinosas.>
- Sabattini, J., y Sabattini, R. (2018). Sucesión vegetal y restauración ecológica. *Revista Científica Agropecuaria*, 31-53.

- Sarango, J., Muñoz, J., Muñoz-Chamba, L., y Zhofre, A. (2019). Impacto ecológico de un incendio forestal en la flora del páramo antrópico del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro". *Bosques Latitu Cero*.
- Serra, R. (2003). Regeneración natural: Situaciones, Concepto, Factores y Evaluación. *Sociedad Española de Ciencias forestales*, 15.
- Smith, T. M., y Smith, R. L. (2007). *Ecología 6/e*. Pearson Educación.
<https://books.google.com.ec/books?id=AdPSNAAACAAJ>
- Tauro, A. (2013). Sucesión y dimensiones ecológicas en bosques tropicales secundarios. México: Centro de Investigaciones en Ecosistemas .
- Tobar, A., y Gavio, B. (2011). Primer registro de *Pteridium caudatum* (Dennstaedtiaceae). *SciELO*, 227.
- Uslar, Y., Mostacedo, B., y Saldias, M. (2004). Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *SciELO*, 39.
- Vélez, R. (2000). Las quemadas incontroladas como causa de incendios forestales . Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Villers, M. (2006). Incendios forestales. *Ciencias* , 60-66.
- Zhang, H., Tao, J., Wang, L., y Zuo, J. (2011). Influences of herbaceous vines on community characteristics in pioneer succession stages. *AGRIS*, 186-191.
- Zimmermann, L , Closs, A y Rodríguez, S. (2021). Dinámica de incendios forestales en la Reserva para Parque Nacional San Rafael, Paraguay, periodo 2007-2017. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 26(1), 17-34.

11. Anexos

Anexo 1. Composición florística del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	N° individuos	Familia	Estatus	Hábito de crecimiento
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	15	Asteraceae	Nativo	Arbusto
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	12	Asteraceae	Nativo	Arbusto
<i>Baccharis</i> sp.1	8	Asteraceae	Nativo	Arbusto
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	4	Ericaceae	Nativo	Arbusto
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.	3	Ericaceae	Nativo	Arbusto
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	5	Lamiaceae	Nativo	Arbusto
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	272	Asteraceae	Endémico	Arbusto
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	7	Ericaceae	Nativo	Arbusto
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC.	1	Asteraceae	Nativo	Arbusto
<i>Gynoxys nitida</i> Cass.	8	Asteraceae	Nativo	Arbusto
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	380	Lamiaceae	Endémico	Arbusto
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.) Wilbur	6	Myricaceae	Nativo	Arbusto
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	1	Myrsinaceae	Nativo	Arbusto
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R.Br	1	Proeaceae	Nativo	Arbusto
<i>Palicourea</i> sp. 1	1	Rubiaceae	Nativo	Arbusto
<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F.Blake) Panero	27	Asteraceae	Nativo	Arbusto
<i>Piper</i> sp. 1	6	Piperaceae	Nativo	Arbusto
<i>Symbolanthus</i> sp. 1	1	Gentianaceae	Nativo	Arbusto
<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	7	Melastomataceae	Nativo	Arbusto
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	1	Cunoniaceae	Nativo	Arbusto
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	2	Betulaceae	Nativo	Árbol
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	1	Melastomataceae	Nativo	Árbol
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	4	Clethraceae	Nativo	Árbol
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	1	Rosaceae	Nativo	Árbol
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	1	Araliaceae	Endémico	Árbol
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp	2	Rosaceae	Nativo	Árbol
<i>Verbesina pentantha</i> S. F. Blake	1	Asteraceae	Endémico	Árbol
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	1	Viburnaceae	Nativo	Árbol
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	1	Hypericaceae	Nativo	Árbol

Anexo 2. Diversidad relativa por familias del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Familias	N° especies	DRF %	Interpretación
Araliaceae	1	3,45	Baja diversidad
Asteraceae	7	24,14	Baja diversidad
Betulaceae	1	3,45	Baja diversidad
Clethraceae	1	3,45	Baja diversidad
Cunoniaceae	1	3,45	Baja diversidad

Ericaceae	3	10,34	Baja diversidad
Gentianaceae	1	3,45	Baja diversidad
Hypericaceae	1	3,45	Baja diversidad
Lamiaceae	2	6,90	Baja diversidad
Melastomataceae	2	6,90	Baja diversidad
Myricaceae	1	3,45	Baja diversidad
Myrsinaceae	1	3,45	Baja diversidad
Piperaceae	1	3,45	Baja diversidad
Proeaceae	1	3,45	Baja diversidad
Rosaceae	2	6,90	Baja diversidad
Rubiaceae	1	3,45	Baja diversidad
Viburnaceae	1	3,45	Baja diversidad

DRF: diversidad relativa de familia

Anexo 3. Diversidad relativa por género del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Género	N° especies	DRG	Interpretación
<i>Alnus</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Axinaea</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Baccharis</i>	3	10,71	Baja diversidad
<i>Bejaria</i>	2	7,14	Baja diversidad
<i>Clethra</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Clinopodium</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Dendrophorbium</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Gaultheria</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Gynoxys</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Hesperomeles</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Lepechinia</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Morella</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Myrsine</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Oreocallis</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Oreopanax</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Palicourea</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Pappobolus</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Piper</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Prunus</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Symbolanthus</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Tibouchina</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Viburnum</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Vismia</i>	1	3,57	Baja diversidad
<i>Weinmannia</i>	1	3,57	Baja diversidad

DRG: diversidad relativa de género

Anexo 4. Índice de Shannon del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	Número de individuos	Pi= n/N	Ln.pi	Pi*Ln.pi
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	375	0,4876	-0,7182	-0,3502
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	269	0,3498	-1,0504	-0,3674
<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F. Blake) Panero	27	0,0351	-3,3493	-0,1176

<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	15	0,0195	-3,9370	-0,0768
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	12	0,0156	-4,1602	-0,0649
<i>Baccharis</i> sp.1	8	0,0104	-4,5656	-0,0475
<i>Gynoxys nitida</i> Cass.	8	0,0104	-4,5656	-0,0475
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	7	0,0091	-4,6992	-0,0428
<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	7	0,0091	-4,6992	-0,0428
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.) Wilbur	6	0,0078	-4,8533	-0,0379
<i>Piper</i> sp. 1	6	0,0078	-4,8533	-0,0379
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	5	0,0065	-5,0357	-0,0327
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	4	0,0052	-5,2588	-0,0274
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	4	0,0052	-5,2588	-0,0274
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.	2	0,0026	-5,9519	-0,0155
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	2	0,0026	-5,9519	-0,0155
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp	2	0,0026	-5,9519	-0,0155
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrader) H. Keng y G. humboldtii H. Keng	1	0,0013	-6,6451	-0,0086
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R.Br	1	0,0013	-6,6451	-0,0086
<i>Palicourea</i> sp. 1	1	0,0013	-6,6451	-0,0086
<i>Symbolanthus</i> sp. 1	1	0,0013	-6,6451	-0,0086
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	1	0,0013	-6,6451	-0,0086
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	1	0,0013	-6,6451	-0,0086
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	1	0,0013	-6,6451	-0,0086
<i>Verbesina pentantha</i> S. F. Blake	1	0,0013	-6,6451	-0,0086
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	1	0,0013	-6,6451	-0,0086
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	1	0,0013	-6,6451	-0,0086
Total	769			-1,4535

Anexo 5. Índice de Shannon de la categoría plántula del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Especie	Número de individuos	Pi= n/N	Ln.pi	Pi*Ln.pi
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	4	0,06060606	-2,80336038	-0,16990063
<i>Baccharis</i> sp.1	2	0,03030303	-3,49650756	-0,10595477
<i>Cronquistianthus niveus</i> R.M. King & H. Rob	3	0,04545455	-3,09104245	-0,14050193
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	18	0,27272727	-1,29928298	-0,3543499
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	8	0,12121212	-2,1102132	-0,25578342
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	1	0,01515152	-4,18965474	-0,06347962
<i>Palicourea</i> sp. 1	1	0,01515152	-4,18965474	-0,06347962
<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F. Blake) Panero	1	0,01515152	-4,18965474	-0,06347962
<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	3	0,04545455	-3,09104245	-0,14050193
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	19	0,28787879	-1,24521576	-0,3584712
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	4	0,06060606	-2,80336038	-0,16990063
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	2	0,03030303	-3,49650756	-0,10595477
Total	66			-1,99175805

Anexo 6. Índice de Shannon de la categoría brinzal del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Espece	Número de individuos	Pi= n/N	Ln.pi	Pi*Ln.pi
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	178	0,2055427	-1,58210136	-0,32518942
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	158	0,1824480	-1,70128988	-0,310397
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	92	0,1062356	-2,24209633	-0,23819037
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	80	0,0923788	-2,38185827	-0,2200331
<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F. Blake) Panero	60	0,0692841	-2,66954035	-0,18495661
<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	55	0,0635104	-2,75655172	-0,17506968
<i>Baccharis</i> sp.1	47	0,0542725	-2,91373731	-0,15813586
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	44	0,0508083	-2,97969527	-0,15139329
<i>Gynoxys nitida</i> Cass.	42	0,0484988	-3,02621529	-0,14676795
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	30	0,0346420	-3,36268753	-0,11649033
<i>Palicourea</i> sp. 1	20	0,0230947	-3,76815264	-0,08702431
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	11	0,0127021	-4,36598964	-0,05545714
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	7	0,0080831	-4,81797476	-0,03894437
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	6	0,0069284	-4,97212544	-0,03444891
<i>Solanum</i> sp. 1	5	0,0057737	-5,154447	-0,02976009
<i>Piper</i> sp. 1	5	0,0057737	-5,154447	-0,02976009
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	4	0,0046189	-5,37759055	-0,02483876
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	4	0,0046189	-5,37759055	-0,02483876
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav.)	3	0,0034642	-5,66527262	-0,01962566
<i>Cronquistianthus niveus</i> R.M. King & H. Rob	2	0,0023095	-6,07073773	-0,01402018
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	2	0,0023095	-6,07073773	-0,01402018
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.	2	0,0023095	-6,07073773	-0,01402018
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	1	0,0011547	-6,76388491	-0,00781049
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	1	0,0011547	-6,76388491	-0,00781049
<i>Cinchona officinalis</i> L.	1	0,0011547	-6,76388491	-0,00781049
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	1	0,0011547	-6,76388491	-0,00781049
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	1	0,0011547	-6,76388491	-0,00781049
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	1	0,0011547	-6,76388491	-0,00781049
<i>Persea</i> sp. 1	1	0,0011547	-6,76388491	-0,00781049
<i>Desfontainia spinosa</i> Ruiz & Pav	1	0,0011547	-6,76388491	-0,00781049
<i>Clusia</i> sp. 1	1	0,0011547	-6,76388491	-0,00781049
Total	866			-2,48367663

Anexo 7. Índice de Shannon de la categoría latizal del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Espece	Individuos	Pi= n/N	Ln.pi	Pi*Ln.pi
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	43	0,56578947	-0,56953322	-0,3222359
<i>Cinchona officinalis</i> L.	9	0,11842105	-2,13350876	-0,25265235
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	8	0,10526316	-2,2512918	-0,23697808

<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	6	0,07894737	-2,53897387	-0,20044531
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	4	0,05263158	-2,94443898	-0,15497047
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	3	0,03947368	-3,23212105	-0,12758373
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp	1	0,01315789	-4,33073334	-0,05698333
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	1	0,01315789	-4,33073334	-0,05698333
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	1	0,01315789	-4,33073334	-0,05698333
Total	76			-1,46581585

Anexo 8. Certificado de traducción del Abstract.

Loja 27 de octubre de 2022

CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN

Cinthy Julisa Infante Requenes con número de cédula: 0706650108, Licenciada en Ciencias de la Educación mención Idioma Inglés, con registro de la SENESCYT número: 1008-2016-1752476.

CERTIFICA:

Haber realizado la traducción textual correspondiente al resumen del trabajo de Titulación denominado: Estado actual de la composición florística y diversidad del matorral andino afectado por incendios forestales en el Parque Universitario "Francisco Vivar Castro" de la ciudad de Loja, de autoría de la Srta. Evelyn Dolores Ulloa Mora, con número de cédula: 1150322038.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, facultando al portador el presente documento para el trámite correspondiente.



Lic. Cinthya Infante

Cedula: 0706650108

cinthyayuli@hotmail.com