



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

### Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

#### Carrera de Ingeniería Forestal

### Dinámica de la sucesión de especies vegetales posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del "Parque Universitario Francisco Vivar Castro" de la ciudad de Loja.

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

#### AUTORA:

Yosselyn Gabriela Patiño Armijos

#### DIRECTORA:

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg.Sc

Loja – Ecuador

2024

## Certificación

Loja, 09 de septiembre de 2022

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación titulado: **“Dinámica de la sucesión de especies vegetales posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del “Parque Universitario Francisco Vivar Castro” de la ciudad de Loja”** de autoría del estudiante **Yosselyn Gabriela Patiño Armijos** con **cédula de identidad** Nro. **1150329686**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:

**JOHANA      CRISTINA**  
**MUÑOZCHAMBA**

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg.Sc.  
**DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

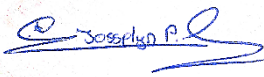
Ciudad Universitaria “Guillermo Falconí Espinosa” Casilla letra “S”

Teléfono: 2547 – 252 Ext. 101: 2547-200

dirección.cif@unl.edu.ec

## **Autoría**

Yo, **Yosselyn Gabriela Patiño Armijos**, 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 del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mí del Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:** 

**Cedula de identidad:** 1150329686

**Fecha:** 25 de marzo de 2024

**Correo electrónico:** yosselyn.patino@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0979831510

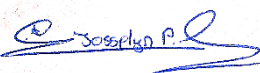
**Carta de Autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo, **Yosselyn Gabriela Patiño Armijos**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Dinámica de la sucesión de especies vegetales posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del "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 veinticinco días del mes de marzo de dos mil veinticuatro.

**Firma:** 

**Autora:** Yosselyn Gabriela Patiño Armijos

**Cédula:** 1150329686

**Dirección:** Loja, Colinas del Pucara

**Correo electrónico:** yosselyn.patino@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0979831510

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Directora del Trabajo de Titulación:** Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc

## **Dedicatoria**

Con profundo afecto y cariño dedico el presente trabajo de titulación a mi familia que ha sido el motor principal por el que luché todos los días, entre ellos a mi madre y padre, que han sabido apoyarme y guiarme a pesar de mis fallos, que me han inculcado valores dignos de agradecer, que han confiado y han creído en mí más de una vez, de la misma manera a mis hermanos Gabriel, Nataly y Carolina que han sabido apoyarme desde su esfuerzo, acompañándome en este trayecto que se ha podido consolidar, a mi pequeño Nicolás que aunque pequeño me ha generado las ganas y las fuerzas necesarias para seguir día tras día a pesar de las dificultades, que juntos de pasito a pasito vamos cosechando logros y cumpliendo sueños. Sin dejar de lado ni menos importante a mi tía Elsa que siempre me generaba esa sensación de que lo estaba haciendo bien y que podía conseguirlo, con sus sabías palabras “yo confío en ti”.

Desde el fondo de mi ser hago esta dedicatoria

Gracias por todo

***Yosselyn Gabriela Patiño Armijos***

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme guiado hasta este momento, por haberme dado la sabiduría y fortaleza para emprender este camino.

A mis padres que por medio de su esfuerzo y arduo trabajo moral y económico me han apoyado durante este trayecto.

A mis amigos que por medio de su amistad y conocimiento me han brindado apoyo digno de agradecer en especial a Joao Javier y Zayda Nidia amigos que han sabido ser incondicionales, tanto en el tema académico como personal.

De la misma manera agradezco a Marco por acompañarme durante toda la fase de campo, así como a Jacson por su ayuda en el inicio de la misma.

A mi estimada tutora y docente Ing, Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc por su ardua labor, compromiso, intelecto, conocimiento y dirección durante el trayecto del presente trabajo de investigación que se ha logrado consolidar.

A la Universidad Nacional de Loja, en especial a los docentes de la carrera de Ingeniería Forestal que por medio de sus conocimientos impartidos durante mi trayecto universitario contribuyeron a mi formación académica.

***Yosselyn Gabriela Patiño Armijos***

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de Autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
2.1. Abstract.....	3
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco Teórico</b> .....	<b>6</b>
4.1. El fuego.....	6
4.1.1. Elementos del fuego.....	6
4.2. Incendios forestales.....	7
4.2.1. Tipos de incendios forestales.....	8
4.3. Origen de los incendios forestales.....	9
4.3.1. Naturales.....	9
4.3.2. Antrópicos.....	9
4.4. Causas de los incendios forestales.....	9
4.5. Incendios forestales en el sur del Ecuador.....	9
4.6. Impactos de los incendios forestales.....	10
4.6.1. Impactos de los incendios forestales en el suelo.....	10
4.6.2. Impactos de los incendios forestales en la flora.....	11
4.6.3. Impactos de los incendios forestales en la fauna.....	11
4.6.4. Impactos de los incendios forestales sobre la biodiversidad.....	12
4.7. Dinámica de la vegetación posterior a un incendio forestal.....	12
4.7.1. Especies colonizadoras.....	13
4.7.2. Especies invasoras.....	13
4.7.3. Mortalidad de especies vegetales.....	13
4.7.4. Reclutamiento de especies vegetales.....	14
4.8. Sucesión ecológica.....	14
4.8.1. Sucesión ecológica primaria.....	15
4.8.2. Sucesión ecológica secundaria.....	15
4.9. Biodiversidad del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.....	15
4.9.1. Bosque natural.....	15
4.9.2. Matorral alto.....	16
4.9.3. Matorral bajo.....	16
4.9.4. Páramo antrópico.....	16
<b>5. Metodología</b> .....	<b>17</b>
5.1. Ubicación y descripción del área de estudio.....	17
5.2. Metodología.....	18
<b>6. Resultados</b> .....	<b>24</b>

6.1. Caracterización de la sucesión de especies vegetales en un periodo de cinco años posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.....	24
6.1.1. Vegetación herbácea.....	24
6.1.2. Vegetación leñosa.....	25
6.2. Determinación de la tasa de mortalidad y reclutamiento de las especies vegetales en un periodo de cinco años, a partir de la etapa inicial de perturbación.....	31
6.2.1. Tasa de reclutamiento.....	31
6.2.2. Tasa de mortalidad.....	32
<b>7. Discusión.....</b>	<b>34</b>
7.1. Caracterización de la sucesión de especies vegetales en un periodo de cinco años posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro.....	34
7.2. Determinación de la tasa de mortalidad y reclutamiento de las especies vegetales en un periodo de cinco años, a partir de la etapa inicial de perturbación.....	39
<b>8. Conclusiones.....</b>	<b>41</b>
<b>9. Recomendaciones.....</b>	<b>42</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>43</b>
<b>11. Anexos.....</b>	<b>58</b>



## Índice de tablas:

<b>Tabla 1.</b> Escala de abundancia y dominancia de Braun-Blanquet.....	18
<b>Tabla 2.</b> Ecuaciones para la determinación de parámetros estructurales .....	19
<b>Tabla 3.</b> Interpretación de los resultados del índice de Shannon .....	20
<b>Tabla 4.</b> Interpretación de resultados absolutos del índice de similitud de Jaccard (Ij) .....	21
<b>Tabla 5.</b> Formato de la base de datos para el recambio de especies (ausencia y presencia) ...	21
<b>Tabla 6.</b> Formato de la base de datos para obtención del clúster .....	21
<b>Tabla 7.</b> Comparativa de la vegetación herbácea del páramo antrópico del PUFVC (años 2017–2022).....	24
<b>Tabla 8.</b> Dinámica del número de individuos por familia en el páramo antrópico del PUFVC .....	25
<b>Tabla 9.</b> Índice de valor de importancia simplificado (%) de diez especies vegetales del PUFVC .....	25
<b>Tabla 10.</b> Riqueza observada en campo y calculada en el páramo antrópico del PUFVC.....	27
<b>Tabla 11.</b> Diversidad $q=1$ (Índice de Shannon) 2017-2022 .....	28
<b>Tabla 12.</b> Índice de Shannon (2017-2022) .....	29
<b>Tabla 13.</b> Índice de similitud de Jaccard (Ij) y recambio de especies .....	29

## Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> Mapa base del área de estudio en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” .....	17
<b>Figura 2.</b> Parámetros estructurales de las especies vegetales leñosas del páramo antrópico del PUFVC: a) 2017, b) 2022 .....	26
<b>Figura 3.</b> Curvas de rarefacción del PUFVC para los años 2017 y 2022.....	27
<b>Figura 4.</b> Curvas de rarefacción basadas en la cobertura de los años 2017 y 2022 .....	28
<b>Figura 5.</b> Curva de Rango - Abundancia de las especies del PUFVC para cada año de monitoreo (2017-2022).....	28
<b>Figura 6.</b> Dendrograma de similitud y disimilitud de las PPM en el periodo 2017-2022.....	30
<b>Figura 7.</b> Reloj de rango de la dinámica de las especies durante el periodo 2017-2022.....	30
<b>Figura 8.</b> Tasa de reclutamiento por parcela periodo 2017-2022.....	31
<b>Figura 9.</b> Tasa de reclutamiento por especies vegetales periodo 2017-2022.....	32
<b>Figura 10.</b> Tasa de mortalidad por parcela periodo 2017-2022 .....	32
<b>Figura 11.</b> Tasa de mortalidad por especies periodo 2017-2022.....	33

## **Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Matriz para la recolección de datos en campo .....	58
<b>Anexo 2.</b> Matriz para la toma de datos en campo para el estrato herbáceo .....	58
<b>Anexo 3.</b> Índice de valor de importancia simplificado IVI % de la vegetación herbácea del páramo entrópico del PUFVC del año 2022 .....	59
<b>Anexo 4.</b> Índice de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) de las especies vegetales leñosas del páramo antrópico del PUFVC del año 2022 .....	60
<b>Anexo 5.</b> Especies vegetales leñosas del año 2017 y 2022 del páramo antrópico del PUFVC 61	
<b>Anexo 6.</b> Comparativa del índice de valor de importancia IVI % de las especies vegetales leñosas del páramo antrópico del PUFVC periodo 2017-2022.....	62
<b>Anexo 7.</b> Comparativo índice de Shannon 2017-2022 de las especies vegetales leñosas del páramo antrópico del PUFVC .....	63
<b>Anexo 8.</b> Matriz para la obtención del dendrograma del recambio de especies en relación con la ausencia y presencia de las especies vegetales leñosas del páramo del PUFVC .....	64
<b>Anexo 9.</b> Tasa de reclutamiento por parcela en el páramo antrópico del PUFVC .....	64
<b>Anexo 10.</b> Tasa de reclutamiento por especie en el páramo antrópico del PUFVC .....	65
<b>Anexo 11.</b> Tasa de mortalidad por parcela en el páramo antrópico del PUFVC .....	65
<b>Anexo 12.</b> Tasa de mortalidad por especie en el páramo antrópico del PUFVC.....	66
<b>Anexo 13.</b> Flora del páramo antrópico del PUFVC .....	67
<b>Anexo 14.</b> Certificado de la traducción del resumen en inglés.....	70

## **1. Título**

**Dinámica de la sucesión de especies vegetales leñosas posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del "Parque Universitario Francisco Vivar Castro" de la ciudad de Loja**

## 2. Resumen

El páramo andino es un ecosistema neotropical de alta montaña que alberga una gran diversidad de especies, su importancia radica en el almacenamiento y distribución de agua a los valles interandinos, sin embargo, su deterioro en estructura y composición es continuo debido al cambio del uso del suelo, a la introducción de especies exóticas, y a los incendios forestales. Los páramos de la provincia de Loja se encuentran constantemente presionados por los incendios forestales, donde, el conocimiento sobre la dinámica efectuada posterior a estos disturbios es escasa, por lo tanto, esta investigación tubo el objetivo de caracterizar la sucesión de especies vegetales y determinar la tasa de mortalidad y reclutamiento de las especies vegetales en un periodo de cinco años posterior a un incendio forestal. Esta investigación se realizó en el páramo antrópico del PUFVC de la ciudad de Loja, se instaló 10 parcelas de muestreo de 25 m<sup>2</sup>; para la caracterización de la sucesión en la vegetación herbácea se determinó el índice de dominancia y abundancia de Braun Blanquet, y, para la vegetación leñosa se determinó los parámetros estructurales (IVIs), la diversidad (Curva de rarefacción en base a los números de Hill, curva de rango abundancia e, índice de Shannon-Wiener (H') y la similitud (Índice de Jaccard (Ij), recambio de especies usando el paquete codyn en base a la presencia y ausencia de especies y reloj de rango de estabilidad de especies) con el objeto de conocer la dinámica temporal y espacial del páramo antrópico. Para la mortalidad y reclutamiento se aplicó las fórmulas correspondientes. El estrato herbáceo está dominado por *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) (invasora) Maxon y *Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth (nativa). La vegetación leñosa presentó un aumento significativo en el número de individuos manteniéndose a lo largo de tiempo un total de 22 especies, *Gynoxys nitida* Muschl resultó ser la especie de mayor importancia, con una diversidad media, una similitud del 54 a 100 % en la composición florística, y un recambio del 46%. La mortalidad por parcela mostró una tasa general de 4,39 % y por especie 2,77 %, siendo *Gaultheria erecta* Vent la especie con mayor reclutamiento. La mortalidad por parcela evidenció una tasa general de 5,89 % y por especie un 12,04 %, siendo *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm y *Bejaria resinosa* Mutis ex L. f las especies con mortalidad del 100 %.

**Palabras claves:** parcelas permanentes de muestreo (PPM), páramo antrópico, dinámica espacial y temporal, reclutamiento, mortalidad, incendio forestal.

## 2.1. Abstract

The Andean paramo is a high mountain neotropical ecosystem that is home to a great diversity of species, its importance lies in the storage and distribution of water to the inter-Andean valleys, however, its deterioration in structure and composition is continuous due to changes in land use soil, the introduction of exotic species, and forest fires. The paramos of the province of Loja are constantly under pressure from forest fires, where knowledge about the dynamics carried out after this disturbance is scarce, therefore, this research had the objective of characterizing the succession of plant species and determining the mortality rate and recruitment of plant species in a period of five years after a forest fire. This investigation was carried out in the anthropic páramo of the PUFVC of the city of Loja, 10 sampling plots of 25 m<sup>2</sup> were installed; for the characterization of the succession in the herbaceous vegetation, the Braun Blanquet dominance and abundance index was determined, and for woody vegetation, the structural parameters (IVIs), the diversity (Rarefaction curve based on Hill numbers, range-abundance curve e, Shannon-Wiener index ( $H'$ ) and similarity (Jaccard Index ( $I_j$ ), species turnover using the codyn package based on the presence and absence of species) were determined. and species stability range clock) in order to know the temporal and spatial dynamics of the anthropic wasteland. For mortality and recruitment, the corresponding formulas were applied. The herbaceous layer is dominated by *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) (invasive) Maxon and *Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth (native). The woody vegetation presented a significant increase in the number of individuals, maintaining a total of 22 species over time, *Gynoxys nitida* Muschl turned out to be the most important species, with a medium diversity, a similarity of 54 to 100% in floristic composition, and a turnover of 46%. Mortality per plot showed a general rate of 4.39 % and per species 2.77 %, *Gaultheria erecta* Vent being the species with the highest recruitment. Mortality per plot showed a general rate of 5.89 % and per species 12.04 %, being *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm and *Bejaria resinosa* Mutis ex L. f species with 100 % mortality.

**Keywords:** *permanent sample plots (PPM), anthropic wasteland, spatial and temporal dynamics, recruitment, mortality, forest fire.*

### 3. Introducción

La biodiversidad comprende gran variedad de formas de vida, en la que se incluye todo tipo de ecosistemas terrestres, marinos y complejos ecológicos, tomando en cuenta no solo la variedad dentro de cada especie, sino también entre las especies y los ecosistemas (Rivera, 2015). Ecuador se destaca como uno de los países con mayor diversidad por unidad de área, en donde, la ubicación geográfica, las condiciones topográficas y climáticas proveen una gran riqueza biológica y ecosistémica con un alto grado de endemismo (Bravo, 2014).

El páramo andino es un ecosistema neotropical de alta montaña, con una altitud promedio de 3 330 m s.n.m., que cubren el 7 % del territorio ecuatoriano, su importancia radica en el almacenamiento y distribución de agua a los valles interandinos, así como la gran diversidad de especies que alberga; sin embargo, su deterioro es continuo, debido entre otros aspectos, al cambio del uso del suelo, a la introducción de especies exóticas, los incendios forestales, actividades mineras y otros efectos relacionados con el cambio climático, modificando su composición y estructura florística (Chuncho y Chuncho, 2019).

La diversidad biológica y ecosistémica de la provincia de Loja se encuentra influenciada por su ubicación geográfica, la diversidad de pisos altitudinales, la depresión de Huancabamba, y su geomorfología, generando las condiciones aptas y especiales para la existencia e interacción de flora y fauna (Aguirre et al., 2017). En esta provincia, el páramo representa una superficie de 28 665 ha, es decir representa el 2,60 % de la provincia, en donde, uno de los principales problemas son los incendios forestales (Cueva y Chalán, 2010) que se presentan año tras año.

Los incendios forestales son ocasionados, en su mayoría, por causas antropogénicas, debido al uso del fuego como herramienta de trabajo en las prácticas ancestrales y tradicionales, produciendo la degradación de bosques y pajonales (Ministerio del Ambiente, 2016), lo que genera una serie de efectos a corto, mediano y a largo plazo, que repercuten en la pérdida de cobertura vegetal y biodiversidad, alterando la reproducción, el desarrollo, la genética, la capacidad de la regeneración vegetativa, las interacciones biológicas y ecológicas en las especies, así como en la resiliencia de los ecosistemas, afectando directamente a la producción de bienes y servicios ambientales (Parra y Bernal, 2010).

En este contexto, los incendios forestales son considerados como un tipo de perturbación que transforma a las comunidades vegetales, por lo tanto, es necesario generar información sobre los cambios que se producen en la estructura de las comunidades vegetales a través de estudios de dinámica poblacional, recambio de especies, es decir, estudios de sucesión ecológica secundaria.

Los procesos de sucesión vegetal son de importancia para el conocimiento de la ecología de un ecosistema, el estado de la biodiversidad, entre otros aspectos claves que permitirían desarrollar programas de conservación y manejo (Aguirre et al., 2019).

Con base a estos antecedentes, en el ecosistema del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC) de la ciudad de Loja que fue afectado por un incendio forestal en el año 2017, se ha implementado un sistema de monitoreo con el propósito de comprender la dinámica de sucesión ecológica secundaria, posterior a este tipo de perturbaciones, a través de aspectos ecológicos como el estudio de la mortalidad y el reclutamiento de las especies vegetales, por lo que se pretende contestar las siguientes preguntas: ¿Cómo es la dinámica de las especies vegetales en un periodo de cinco años posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico de del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”?; y ¿Cuál es la tasa de mortalidad y reclutamiento de las especies vegetales a partir de la etapa inicial de perturbación?.

La presente investigación forma parte del proyecto de investigación: Procesos ecológicos de la vegetación del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, UNL, Fase III, que busca comprender los procesos ecológicos de la vegetación, sucesión natural, mortalidad y reclutamiento en un ecosistema que ha sufrido perturbaciones. Los objetivos planteados para la presente investigación son:

#### Objetivo general

- Contribuir en la generación de información sobre la dinámica de especies vegetales para la recuperación de paisajes intervenidos por incendios forestales en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro “PUFVC” de la ciudad de Loja.

#### Objetivos específicos

- Caracterizar la sucesión de especies vegetales en un periodo de cinco años posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro.
- Determinar la tasa de mortalidad y reclutamiento de las especies vegetales en un periodo de cinco años, a partir de la etapa inicial de perturbación.



## **4. Marco Teórico**

### **4.1. El fuego**

El fuego es la expresión del incendio forestal, manifestándose como un regulador natural de procesos en los ecosistemas terrestres, que junto al factor clima han modificado dichos ecosistemas desde tiempos muy remotos (Castillo et al., 2003), influyendo directamente en la distribución de especies vegetales (Francés et al., 2021), cumple un rol relevante en la estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas, pero su propagación sin control lo convierte en un factor de destrucción (Villera, 2006), en donde, los ecosistemas pueden ser independientes del fuego (desiertos, tundras, etc.), dependientes del fuego (el fuego es esencial y las especies responden de manera positiva), sensibles al fuego (especies sin capacidad de adaptación al fuego) (Myers, 2006).

Debido a que la presencia del fuego por origen antrópico es de mayor magnitud que los de origen natural (Solera et al., 2007). Da paso a diferentes adaptaciones de la vegetación como es la capacidad de rebrote, germinación y liberación de semillas con mayor facilidad, las cuales dependen de las características de cada bioma terrestre (Solera y Cerda, 2009).

#### **4.1.1. Elementos del fuego**

Para que un incendio forestal se lleve a cabo es necesario la reacción química del fuego (Meza et al., 2021), por medio de la integración de tres elementos involucrados en una adecuada proporción: calor, oxígeno y combustible, estableciendo el triángulo del fuego; por ausencia de uno de ellos la combustión no se efectuará (Aguirre, 2020). Mientras que su propagación dependerá de la incidencia de 3 componentes: tipo de combustible (biomasa y necromasa), la climatología y la topografía del lugar, conformando el triángulo del comportamiento del fuego (Plana, et al., 2016).

##### **4.1.1.1. El oxígeno.**

El oxígeno también denominado comburente es un compuesto que favorece a la combustión (López et al., 2022), considerada como una reacción química exotérmica (liberación de energía en forma de calor o luz) en conjunto con una sustancia (parte esencial de algo) y el oxígeno (Castillejo et al., 2005), el mismo, es un elemento fundamental de la atmósfera con una proporción del 21 %, en donde, para poder romper el triángulo del fuego se debe disminuir dicha proporción en un 14 % (Aguirre, 2020). Siendo necesario un 16 % para completar el triángulo del fuego (López et al., 2022).

#### **4.1.1.2. El calor.**

El calor es la expresión de la energía que se libera en presencia del combustible y el oxígeno, dando paso a la ignición (López et al., 2022); a medida que se expone la combustión, se liberan de gases de alta inflamabilidad, desatando llamas sin control (Aguirre, 2020). También se denomina como energía de activación, presentándose en forma de calor (Pérez, 2006).

#### **4.1.1.3. Los combustibles.**

Son considerados como la base principal del triángulo del fuego, los mismos que se encuentran en los diferentes ecosistemas terrestres, distribuidos horizontal y verticalmente (Peláez et al., 2018), constituyendo la biomasa, necromasa y hojarasca presente en un determinado hábitat, en donde, la quema del combustible depende de la ignición (facilidad de encendido), inflamabilidad (facilidad para quemarse) y sostenibilidad (tiempo de encendido) (Meza et al., 2021). Así como de los parámetros del combustible como: la forma, contenido de humedad (húmedo o verde), volumen y la superficie que ocupa (Aguirre, 2020).

### **4.2. Incendios forestales**

Un incendio hace referencia al fuego que se dispersa sin control y aquel que se dispersa en los distintos ecosistemas terrestres se denomina incendio forestal (Pausas, 2020). Así como la propagación del fuego sin control sobre los diferentes tipos de vegetación, en donde, el fuego y el incendio se definen de manera diferente. El fuego es el elemento y el incendio la expresión del mismo, y el tipo de combustible vegetal determina el tipo de incendio forestal (Plana et al., 2016).

La incidencia de los incendios forestales genera daños no solo en la estructura de los ecosistemas, sino que afecta a la provisión de servicios y recursos (Rojano et al., 2022), son considerados como un parámetro de gran relevancia, pues permite comprender la dinámica y conservación de los ecosistemas, debido a las causas que experimentan (Neger et al., 2022).

Existe una definición que habla de aquel que se produce sobre la vegetación (arbórea, arbustiva, herbácea), pudiendo ser de origen natural, no planificados, accidentales entre otros, en donde, el ser humano tiene participación, son considerados un fenómeno global pues se presentan en todos los ecosistemas terrestres (Guamán et al., 2022; Úbeda y Francos, 2018).

En ecosistemas boscosos son de gran relevancia para los procesos de sucesión ecológica y el mantenimiento de la estabilidad en el interior de los mismos (Castillo et al., 2003). El fuego ha sido considerado como un agente ecológico de origen natural; sin embargo, en los últimos

años se ha convertido en un agente de origen antrópico que puede afectar de manera negativa a los ecosistemas (Solera y Guerrero, 2007).

#### **4.2.1. Tipos de incendios forestales**

Conforme a lo expuesto por la literatura existen diferentes tipos de incendios forestales según lo manifiesta la Comisión Nacional Forestal (2010):

##### **4.2.1.1. Incendios superficiales.**

Son denominados como aquellos en la cual el fuego se propaga de forma horizontal sobre la superficie del terreno, alcanzando 1.5 m de altura, arrasando con combustibles vivos y muertos o en descomposición (Comisión Nacional Forestal, 2010). Consume los combustibles localizados sobre la base del suelo, sin quemar todo el cuerpo de la vegetación arbórea, afectando en su mayoría a la parte baja del dosel (Ruíz, 2006), en donde, se consume el estrato herbáceo, matorrales, brotes de regeneración natural, arbustos pequeños y la necromasa (Abad, 2022). Este tipo de incendios se caracterizan por ser de rápida propagación, en especial en época seca, debido a la alta inflamabilidad que presentan los diferentes tipos de materiales depositados en la superficie del bosque (Rodríguez et al., 2022).

##### **4.2.1.2. Incendios subterráneos.**

Son aquellos en la cual el fuego se propaga bajo la superficie del suelo o el suelo forestal, afectando directamente a la materia orgánica acumulada o mantillo y a las raíces, en algunos casos también afecta a los afloramientos rocosos (roca madre), este tipo de incendios no producen llamas, por lo tanto, tampoco humo (Comisión Nacional Forestal, 2010). Este tipo de incendios se caracterizan por ser de propagación lenta debido a la baja incidencia del oxígeno en el suelo mineral, en la cual, sus combustibles son de textura fina, compactados y fuera del alcance de la atmósfera (Rodríguez et al., 2022). El fuego expuesto es lento, sin desprendimientos de llamas y el humo es casi invisible, por lo que su localización resulta desafiante (Abad, 2022).

##### **4.2.1.3. Incendios de copa o aéreos.**

Se originan a partir de un incendio superficial, sus llamas avanzan sobre el nivel del suelo, finalizando su propagación por continuidad vertical, formándose una escalera en ascenso, en la cual el fuego recorre el combustible alcanzando las copas de los árboles (Comisión Nacional Forestal, 2010). Para ser considerados como tal, el fuego debe alcanzar una altura de 1,80 m (Rodríguez et al., 2022). Se clasifican como los incendios forestales más destructivos,

peligrosos y difíciles de controlar, ya que su propagación es de gran velocidad y calor, en donde, el fuego consume completamente la estructura arbórea (Ruíz, 2006). En donde, la quema de las copas es de mayor intensidad debido a su interacción directa con el viento y las hojas que las componen son combustibles ligeros (Abad, 2022).

### **4.3. Origen de los incendios forestales**

Los incendios forestales acorde a su origen se clasifican en dos grandes grupos: naturales y antrópicos.

#### **4.3.1. Naturales**

Son aquellos que son ocasionados por eventos naturales como rayos, tormentas eléctricas, entre otros (Sánchez et al., 1991), es decir, surgen de manera espontánea en un determinado ecosistema (Pausas, 2020).

#### **4.3.2. Antrópicos**

Son aquellos que se suscitan por negligencia antrópica, por fuegos prescritos y quemas controladas (Sánchez et al., 1991). Los incendios de origen accidental son incendios no intencionados que se salen de control por negligencia, mientras que los intencionados son provocados y los incendios planeados se desarrollan por quemas controladas con propósitos o metas fijas (Pausas, 2020).

### **4.4. Causas de los incendios forestales**

Los incendios forestales implican importantes cambios ecológicos en el funcionamiento de los ecosistemas, en donde, las zonas forestales son de vital importancia para la vida en el planeta (Oña, 2016), el fuego puede influenciar de manera positiva y negativa en el medio natural, atribuyendo la mayoría de los incendios forestales a causas de origen antrópico (Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020), las causas pueden ser accidentales, por negligencia, intencionales y naturales (Comisión Nacional Forestal, 2010). Destacando la actividad agrícola y la conversión de cultivos o cambio del uso del suelo, como las causas principales de la suscitación de los incendios forestales en los ecosistemas terrestres (Guamán et al., 2022; Castillo et al., 2003).

### **4.5. Incendios forestales en el sur del Ecuador**

Los incendios forestales en Ecuador son considerados como un alto factor de destrucción de alto impacto, en donde, la mayoría son de naturaleza antropogénica, debido al cambio de uso

del suelo agrícola, siendo la misma considerada como la causa principal de los incendios en el país (Pazmiño, 2019). Registrándose en el 2020 un total de 1 285 incendios forestales, afectando alrededor de 16 341 ha de bosques, mientras que para el año 2021 se afectó 3 520 ha de cobertura vegetal (Guamán et al., 2022).

Las provincias de mayor afección por incendios forestales recaen en Pichincha, Azuay, Imbabura, Chimborazo, Santa Elena y Loja, la misma con un total de 1 762 ha quemadas durante el periodo 2016-2018 (Rodríguez et al., 2022). Mientras que para el año 2019 se registraron un total de 78 incendios forestales, con una cobertura quemada de 8 059 ha, y para el año 2022 el número de incendios suscitados conforman un total de 41, con una cobertura quemada de 1 317 ha (Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2022).

#### **4.6. Impactos de los incendios forestales**

Los impactos que dejan los incendios forestales pueden ser considerados como reversibles o irreversibles, dependiendo de su intensidad, recurrencia y duración, generando impactos complejos sobre los procesos ecológicos de un ecosistema, debido a la variabilidad de las estructuras que componen un paisaje y de las diversas respuestas de la vegetación (Goreta, 2022; Gonzáles, 2017).

Los efectos pueden ser tanto directos como indirectos; los directos repercuten en la pérdida del componente flora y fauna, contaminación de aire y degradación del suelo, y los efectos indirectos se ven reflejados en la erosión del suelo y contaminación del agua; en cuanto al índole social la posible pérdida de vidas humanas (Úbeda et al., 2018). Los efectos sobre el cambio climático se consideran como los mayores impactos que dejan los incendios, forestales, en donde, se liberan grandes cantidades de gases (CO<sub>2</sub>), debido a la combustión de la biomasa (Castillo et al., 2003).

##### **4.6.1. Impactos de los incendios forestales en el suelo**

El suelo es considerado como la base de la estructura de la vida, en el cual se desarrolla la cobertura vegetal y animal (Cuesta y Giraldo, 2013), es decir, es el componente básico de un ecosistema, es un recurso no renovable y su recuperación es muy lenta (Espinoza et al., 2018), el mismo que puede ser alterado tras un incendio forestal, debido a la intensidad del calentamiento que experimenta (Solera y Guerrero, 2007).

De manera general, se puede mencionar que los incendios forestales modifican las propiedades físicas, químicas, biológicas, y de productividad, evidenciando la erosión, ausencia de nutrientes, disminución de la materia orgánica, la alteración de la vegetación (González,

2017). En donde, el pH del suelo suele ser el más afectado, incrementándose en suelos quemados, lo que dificulta la capacidad de descomposición de la materia orgánica, debido a su acidez, disminuyendo la nutrición vegetal. (Solera et al., 2007).

Por lo tanto, las propiedades físicas y químicas del suelo como las más afectadas posterior a un incendio forestal (Cadena et al., 2020).

#### ***4.6.2. Impactos de los incendios forestales en la flora***

El nivel de impacto sobre la vegetación dependerá de la intensidad, tamaño y frecuencia del incendio forestal, afectando su composición, estructura, riqueza y abundancia, por ende, la dinámica de la vegetación (Cadena et al., 2020).

Una comunidad vegetal muestra cambios en su configuración debido a la incidencia de los incendios y a la gravedad de las heridas que experimenta la vegetación (Fernández et al., 2020). Los efectos se ven reflejados en la muerte de los tejidos vegetales, en el incremento de plagas y enfermedades, incidencia de especies invasoras, pérdida de regeneración natural (Castillo et al., 2003), así como la disminución de los servicios ecosistémicos que provee la vegetación, evidenciándose en la pérdida de nicho ecológicos para invertebrados, en la disminución de la capacidad de descomposición de la hojarasca, la liberación de gases a la atmósfera, entre otros (Goretta, 2022).

Es importante mencionar que cada especie vegetal responde de manera diferente al fuego, dependiendo de sus capacidades de adaptación y regeneración, y aquellas especies sin dichas capacidades se exponen a su mortalidad, afectando la composición y dinámica del ecosistema del que formaban parte y, por tanto, la alteración de la cadena trófica (Jaksic y Fariña, 2015). El sostenimiento de las poblaciones y comunidades vegetales posterior a un incendio forestal, dependerán netamente de la resistencia de las semillas que se encuentran en la superficie del suelo, así como de la capacidad de rebrote y de la recolonización por especies que no se vieron afectadas (González, 2017).

#### ***4.6.3. Impactos de los incendios forestales en la fauna***

La fauna durante un incendio forestal sufre de manera directa los efectos negativos del mismo, causando la muerte de múltiples especies faunísticas (Rodríguez et al., 2022), así como la pérdida de sus hábitats, refugios, nichos, alimento, lo que por otra parte provoca el desplazamiento de la fauna (Goretta, 2022). Dichos efectos repercuten en animales vertebrados e invertebrados, considerando a los reptiles y anfibios como los que mayor afección presentan, ya que por su movilidad y tamaño ni pueden escapar en la mayoría de los casos del fuego, cuya

intensidad dependerá de aspectos como la velocidad del viento, el tipo de combustible, del contenido de humedad de la vegetación, del tamaño del incendio, entre otros (González, 2017).

#### ***4.6.4. Impactos de los incendios forestales sobre la biodiversidad***

La biodiversidad es constantemente afectada por eventos de origen antrópico, incrementado su deterioro de manera dramática en los últimos 50 años (Cuesta y Becerra, 2012), en donde, los incendios forestales son uno de los causantes de gran riesgo para la biodiversidad (Pérez et al., 2013). Evidenciándose los efectos en la pérdida de flora y fauna, en especial de especies endémicas, aumento de especies invasoras, se incrementa la vulnerabilidad de los bosques a incendios frecuentes, así como los cambios en composición y estructura de un ecosistema (Sabuco, 2013). Así como también la eminente pérdida de hábitats, lo que genera la migración de animales vertebrados e invertebrados, insectos y aves, las cadenas tróficas se ven fragmentadas y la sucesión ecológica es alterada, sin dejar de lado las emisiones de gases que se desprenden durante el incendio y después del mismo (Castillo et al., 2003).

#### **4.7. Dinámica de la vegetación posterior a un incendio forestal**

Como ya se conoce el fuego es un tipo de perturbación que puede modificar comunidades, ecosistemas y paisajes, el mismo que ha formado parte de la dinámica de los bosques desde tiempos muy remotos, evidenciando la dominancia de especies con adaptación al fuego en diferentes tipos de ecosistemas (Becerra et al., 2022). Dependiendo de la intensidad del fuego, la diversidad de especies aumenta o disminuye, en la cual, para que un ecosistema se regenere necesita de dos mecanismos; de la diseminación y germinación de semillas, así como de la formación de rebrotes (Grande et al., 2010).

La dinámica de la vegetación esta puntualizada por los procesos de supervivencia, reproducción y dispersión; a su vez la dispersión depende de los factores bióticos y abióticos. Los factores bióticos pueden ser: Zoocoria (animales), mirmecocoria (hormigas), ornitocoria (aves), entre otros y por factores abióticos son: Anemocoria (viento), hidrocoria (agua) y autocoria (autónoma) (Lázaro, 2017). Por otra parte, para que haya recuperación de la vegetación posterior a un incendio, depende de la adaptación de la flora, de su capacidad de germinar, rebrotar, así como de la existencia de propágulos (Becerra et al., 2022).

En donde, los disturbios y la sucesión son considerados como los factores principales que modelan un paisaje o ecosistema, por ende, la dinámica de los ecosistemas se encentra en función de la escala de los disturbios como es el caso de los incendios forestales (Valencia et al., 2012).

#### **4.7.1. *Especies colonizadoras***

Las especies colonizadoras son denominadas como aquellas primeras especies que colonizar un determinado lugar, posterior a un disturbio, en este caso como son los incendios forestales, suelen también denominarse como especies tempranas, caracterizándose por tener tasas altas de crecimiento, reproducción y dispersión de semillas (Pelliza et al., 2022).

Estas especies dominan al inicio del proceso de la sucesión, ya que se adaptan a las características del disturbio, la misma que se desencadena posterior a un disturbio, mostrándose dicho hecho en la composición florística con presencia de especies pioneras o colonizadoras (Jaimes y Sarmiento, 2002; Gowda y Kitzberger, 2013).

#### **4.7.2. *Especies invasoras***

Las amenazas contra la biodiversidad y la conservación de los ecosistemas se encuentran constantemente influenciados por múltiples factores, sin embargo, las invasiones biológicas junto con la destrucción constante de los hábitats son considerados como los factores de riesgo de mayor relevancia (Aguirre y Mendoza, 2009).

Las especies exóticas amenazan y modifican ecosistemas, hábitats y especies, distribuyéndose en función de ecosistemas y especies de origen nativo, compitiendo por luz, espacio, nutrientes y recursos vitales esenciales para su supervivencia, alterando la dinámica de un ecosistema, así como su deterioro (Ojasti, 2001). Su impacto se considera como la segunda causa de pérdida de biodiversidad, por ende, su concepto las denomina como especies introducidas fuera de su área natural, con capacidad de dispersión y colonización, desplazando especies nativas (Agilar et al., 2007).

#### **4.7.3. *Mortalidad de especies vegetales***

La incidencia y severidad del fuego es considerado como un factor determinante en la dinámica de los ecosistemas post-fuego, en donde, los sitios que sufrieron mayor ignición disminuyen la capacidad de supervivencia, finalizando con la mortalidad de las especies, debido a la disminución de las semillas (Llovería et al., 2014). La mortalidad suele definirse como el proceso de deceso o mortandad de individuos, por tanto, la variabilidad de las semillas existente en el sustrato da paso a la regeneración, disminuyendo la mortalidad (Gowda, 2020).

La mortalidad posterior a un incendio forestal se presenta en función del tamaño de los individuos, es decir a mayor altura mayor capacidad de sobrevivencia y rebrote de sus ramas, así como de las características del microambiente (Martín, 2022). Así como también depende de la intensidad y severidad de las quemaduras que sufrieron los meristemos de la especie



vegetal, la misma que puede presentarse en el momento de la ignición o pasado el disturbio (Resco et al., 2018).

#### **4.7.4. Reclutamiento de especies vegetales**

El reclutamiento es considerado como un mecanismo de un ecosistema que evidencia la capacidad de recuperación que posee frente a los diferentes disturbios ocasionados en su composición y estructura, lo cual, mantiene la estabilidad ecológica por medio del crecimiento de nuevos individuos (Ocampo y Bravo, 2018).

Las especies con capacidad de reclutamiento son especies con propágulos resistentes al fuego (semillas y frutos), lo que facilita la regeneración del lugar, las semillas son resistentes al fuego (shock térmico) y se depositan en la copa de árboles (bancos aéreos) o en el sustrato (bancos en el suelo), por lo tanto, se define como la aptitud de generar nuevos individuos a partir de un banco de semillas (Escobar, 2020), así como de las nuevas semillas que se producen por medio de la floración estimulada por el fuego (Gómez et al., 2017).

El reclutamiento de especies posterior al incendio forestal va a depender de la disponibilidad de nutrientes, micrositios (espacios menos alterados por el fuego), abundancia de semillas, y cercanía de árboles semilleros (Ocampo et al., 2018).

#### **4.8. Sucesión ecológica**

La sucesión ecológica describe los cambios temporales que se presentan en la composición o estructura de una comunidad ecológica, en base a la competencia por los recursos disponibles, la misma que puede iniciarse por medio de la formación de un hábitat nuevo o a partir de una perturbación (Robert, 2022). Definiéndose también como el 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 (Sabattini y Sabattini, 2018).

Se entiende también como sucesión ecológica al proceso de desarrollo de una comunidad vegetal a partir de un disturbio, seguida de la migración por organismos colonizadores al sitio desprovisto de vegetación, continuando la colonización, la competencia, la reacción y la estabilización de un (Chargoy, 2004).

A menudo la sucesión es utilizada por los diferentes ecólogos para identificar los cambios temporales que se reflejan en la estructura, la composición y función de los diferentes tipos de ecosistemas, dependiendo de las características del disturbio (extensión, intensidad y frecuencia), la disponibilidad de propágulos regenerativos (semillas y plántulas) y de las

condiciones del ambiente biótico y abiótico que prevalecen en el sitio del disturbio (Ramos y Orth, 2007), clasificándose en dos tipos de sucesiones: la primaria y la secundaria (Ortega, 2020).

#### **4.8.1. Sucesión ecológica primaria**

La sucesión ecológica primaria es aquella que se desarrolla en un territorio virgen o biotipo desnudo, carente de una comunidad o propágulo preexistente (Orden, 2020; Ortega, 2020). Implica el desarrollo de comunidades bióticas a partir de un área estéril o virgen, en donde, en un inicio dicho lugar no cuenta con las condiciones necesarias para dar paso a este proceso, por la falta de suelo verdadero (Sarandón y Flores, 2014). Predominando especies pioneras (líquenes, algas, hongos), que integran plantas vasculares (pastos y arbustos) así como los factores abióticos como es el agua y el viento (Sabattini et al., 2018).

#### **4.8.2. Sucesión ecológica secundaria**

Es aquella que se da en un área donde ya hubo preexistencia de organismos vivos, pero que han sido alterados por perturbaciones a causas naturales o antrópicas, y una vez que ya aconteció dicha alteración, el ecosistema comienza o da paso a un proceso de recuperación de la vegetación (Sarandón et al., 2014), una vez que el disturbio cesa, se efectúa la ocupación del suelo, restableciendo características originales o parecidas del ecosistemas, sin dejar de lado la capacidad de resiliencia del mismo; por otra parte para que un ecosistema pueda volver a su etapa inicial depende de la intensidad del disturbio y de la recurrencia del disturbio (Orden, 2020). En donde, los factores que determinan el aumento de la abundancia de las especies son la producción y dispersión de semillas, el factor suelo, la distancias con fuentes externas de semillas y los factores abióticos (Sabattini et al., 2018).

### **4.9. Biodiversidad del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”**

El Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” pese a su escasa extensión, posee una alta diversidad de ecosistemas diferenciales por su composición, estructura y función (Aguirre y Yaguana, 2014).

#### **4.9.1. Bosque natural**

Dicho ecosistema se encuentra a una altitud de 2 250 m s.n.m, con una extensión de 13,46 % del área total de PUFVC, cuenta con una diversidad florística formada por árboles, arbustos, hierbas, parásitas y epifitas; dominando el bosque de nogal (*Juglans neotropica*) con un 2,91 ha equivalente al 3,03 % y el bosque de aliso (*Alnus acuminata*) con 5,45 ha equivalente al 2,55

% (Aguirre et al., 2014). Así como por especies como: *Critoniopsis pycnantha* (Benth.) H. Rob, *Morella interrupta* (Benth.), y *Vallea stipularis* L.f, *Meriania tomentosa* (Cogn.) Wurdack, *Myrsine sodiroana* (Mez) Pipoly, *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav.) A. DC entre otras que forman parte de la diversidad del bosque andino del PUFVC (Aguirre et al., 2022).

#### **4.9.2. Matorral alto**

Se encuentra constituido por especies secundarias resultantes de la destrucción del bosque primario con un área de 28,4 ha que corresponde al 29,58 % del área del PUFVC; se identifican dos estratos, el arbustivo y el herbáceo (Aguirre et al., 2014).

#### **4.9.3. Matorral bajo**

Se localiza en partes altas con fuertes pendientes, juega un papel muy importante en la protección del suelo y nacimiento de quebradas (Aguirre et al., 2014), conformado por vegetación densa, sobresaliendo el estrato arbustivo por la abundancia de especies como: *Lepechinia mutica* (Benth.) Epling, *Dendrophorbium scytophyllum* (Kunth) C. Jeffrey, *Pappobolus acuminatus* (S.F.Blake) Panero, *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers, *Baccharis obtusifolia* Kunth entre otras y en menor abundancia el estrato arbóreo con especies como *Clethra fimbriata* Kunth, *Alnus acuminata* Kunth y *Prunus opaca* Walp (Muñoz et al., 2022).

#### **4.9.4. Páramo antrópico**

También conocido como pajonal, se encuentra entre los 2 380 a 2 468 m s.n.m., con 20,58 ha equivalente al 21,44 % del área total del PUFVC, con pendientes mayores a 35 %, se caracteriza por la formación herbácea perenne, cabe mencionar que la cobertura vegetal del páramo ha sido alterada en su estructura y composición, presentando consecuencias negativas en la degradación del suelo (Aguirre et al., 2014).

Su flora se distribuye en el estrato herbáceo, dominando *Puya eryngioides* André, *Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth y *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon; mientras que el estrato arbustivo es considerado como el más destacable, dominando especies como: *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers, *Bejaria aestuans* Mutis ex L, *Vaccinium floribundum* Kunth, *Gynoxys nitida* Muschl entre otras, y el estrato arbóreo representado por *Clethra fimbriata* Kunth, *Alnus acuminata* Kunth, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) y *Roupala monosperma* (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst (Sarango et al., 2019).

## 5. Metodología

### 5.1. Ubicación y descripción del área de estudio

El Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC) se localiza en el cantón y provincia de Loja, parroquia San Sebastián, Ciudadela Universitaria Guillermo Falconí Espinoza, a 5 km del centro de la ciudad de Loja (Aguirre et al., 2019).

Cuenta con una superficie de 99,2 ha, un rango altitudinal de 2 130 a 2 520 m s.n.m., localizado en las coordenadas geográficas: 79° 11'07'' y 79° 12' 03'' Longitud Oeste; 04° 01'37'' y 04° 02'02'' Latitud Sur (Aguirre et al., 2014) (Figura 1).

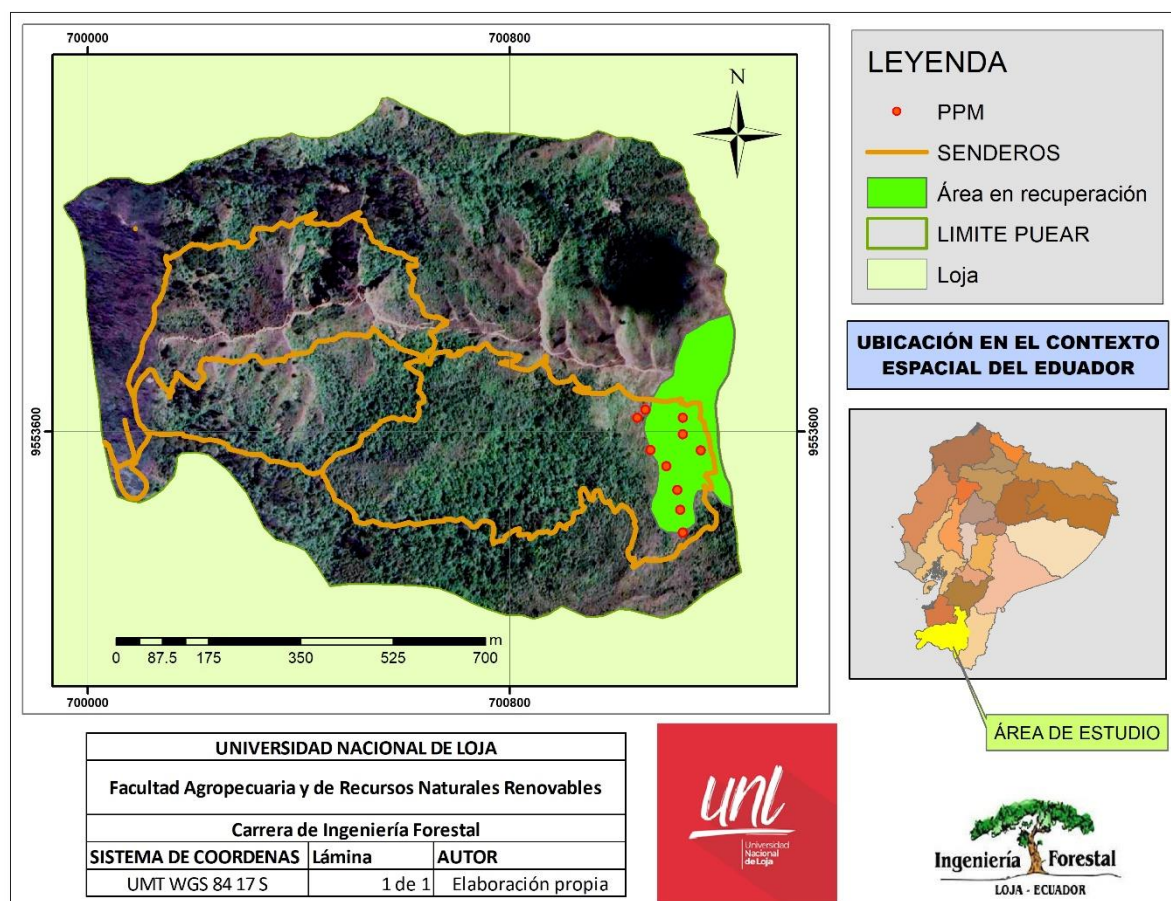


Figura 1. Mapa base del área de estudio en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

## 5.2. Metodología

### 5.2.1. Caracterización de la sucesión de especies vegetales en un periodo de cinco años posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC):

Para la caracterización de la sucesión de especies vegetales (vegetación herbácea y leñosa) se realizó el levantamiento de la línea base del año 2022, con lo cual se realizó la comparativa entre los años 2017 y 2022.

En la zona de estudio se verificó el estado de las 10 parcelas permanentes de muestreo (PPM) instaladas en el año 2017, se reemplazó los límites con el uso de materiales como: piola y estacas de madera de 40 cm, que se ubicaron en cada extremo de cada parcela, el límite superior de la esquina de cada estaca fue pintado con pintura de color rojo, con la finalidad de facilitar su ubicación. Las parcelas se georreferenciaron utilizando el software libre Google Earth Pro y ArcMap versión 10.8.

Cada individuo vegetal fue etiquetado con una cinta de color rojo con un código único por parcela (Ejemplo: P1\_01) y registrados en una hoja de campo. Las especies vegetales que no fueron identificadas en campo, se realizó la colecta para su identificación en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja.

#### 5.2.1.1. Cobertura de la vegetación herbácea.

El análisis de la vegetación herbácea se determinó por medio del porcentaje de cobertura, según la metodología propuesta por Braun Blanquet, acorde a su escala de abundancia y dominancia, utilizando las escalas presentadas por Alcázar (2013) (Tabla 1).

Tabla 1. Escala de abundancia y dominancia de Braun-Blanquet

Índice	Significado	Características
R	Un solo individuo	Cobertura despreciable
(+) 1	Más de un individuo. Cobertura menor al 5 %	Los individuos de la especie crecen solitarias.
2	Cobertura de 5 - 25 %	Individuos de la especie en pequeños grupos de pocos individuos o en pequeños céspedes.
3	Cobertura de 25 - 50 %	Individuos de la especie en pequeñas manchas, cojines o grandes céspedes.
4	Cobertura de 50 - 75 %	Individuos creciendo en manchas extensas, alfombras o matas.
5	Cobertura igual o superior al 75 %	Individuos creciendo en grandes poblaciones o matas extendidas cubriendo completamente la parcela de estudio, la mayoría en poblaciones puras.

### 5.2.1.2. Vegetación leñosa.

Para la determinación de la vegetación leñosa se registró cada uno de los individuos leñosos a partir de 5 cm de altura (reclutamientos). Para la identificación de las especies, se usó la guía denominada “Flora característica del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (Jaramillo Det al., 2020), así como la ayuda de docentes especialistas en la rama de la botánica del Herbario “Reinaldo Espinoza” de la Universidad Nacional de Loja. Se calculó parámetros estructurales y de diversidad.

#### Parámetros estructurales de la vegetación leñosa

Los parámetros estructurales de la vegetación leñosa del páramo antrópico se determinaron mediante lo establecido por Mueller et al. (1974), García et al. (2021), y Aguirre (2019) en los que se tomó en cuenta a la densidad, densidad relativa, frecuencia relativa e índice de valor de importancia simplificado IVI % (Tabla 2).

Tabla 2. Ecuaciones para la determinación de parámetros estructurales

Parámetro	Fórmula
Densidad (D)	$D = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{Área o superficie muestreada}}$
Densidad relativa (DR%)	$DR\% = \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{Nro. total ind.}} \right) * 100$
Frecuencia relativa (FR%)	$FR\% = \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ de parcelas en la que está la especie}}{\sum \text{ de la frecuencia de todas las especies}} \right) * 100$
Índice de Valor de Importancia simplificado (IVI %)	$IVI = DR + FR$

#### Diversidad y similitud

- **Diversidad**

Para la descripción y análisis de la diversidad se procedió a calcular la curva de rarefacción con base a los números de Hill y la curva de rango y abundancia. Así mismo se calculó los índices de diversidad y de recambio de especies.

- **Curva de rarefacción**

La curva de rarefacción se determinó con el propósito de conocer si la muestra establecida en el páramo antrópico del PUFVC es suficiente para expresar la diversidad del sitio, ya que la rarefacción expresa la relación entre el número de especies y el número de individuos presentes en una o más muestras (Espinoza, 2019), para lo cual se empleó el paquete iNEXT online de Anne Chao (versión agosto 2022) de RStudio, para su cálculo se requirió la diversidad de

especies para los números de Hill, estandarizados en un orden de tres medidas de diversidad  $q$ , las cuales fueron:  $q=0$  (riqueza de especies),  $q=1$  (diversidad de Shannon) y  $q=3$  (diversidad de Simpson).

En este caso se aplicó la primera medida  $q=0$  (riqueza de especies) y la segunda medida  $q=1$  (índice de Shannon) (Hsieh et al., 2016), con un intervalo de confianza del 95 % (0,95) (Chao y Jost, 2012), que se desarrolló en la versión en línea de iNEXT online de Anne Chao (Chao et al., 2016; Chao et al., 2014).

○ **Curva de Rango-Abundancia**

La curva de rango y abundancia permitió conocer la distribución de la abundancia de las especies en el páramo antrópico del PUFVC, se utilizó el software libre RStudio versión 4.2.1, utilizando los paquetes BiodiversityR versión 2.15.2 y vegan versión 2.6.4 (Fernández, 2019; (Oksanen et al., 2022; Kindt, 2022). Además, se utilizó el paquete ggplot2 versión 4.2.1 que tiene como función el diseño de gráficas (Fernández, 2019).

○ **Índice de Shannon- Wiener ( $H'$ )**

La diversidad existente en el páramo antrópico del PUFVC, se determinó con base al índice de Shannon- Wiener ( $H'$ ), por medio de la fórmula utilizada por Núñez (1991) y Moreno (2001).

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

En donde:

$H$  = Índice de diversidad de la especie;

$S$  = Número de especies;

$P_i$  = Número de individuos que corresponde a la especie  $i$ . (Abundancia);

$\ln$  = Logaritmo Natural

La interpretación de resultados se representó en rangos, proporcionando una significancia acorde a la diversidad que posea (Tabla 3).

Tabla 3. Interpretación de los resultados del índice de Shannon

<b>Rangos</b>	<b>Significancia</b>
0 – 1,35	Diversidad baja
1,36 – 3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

● **Recambio de especies - Similitud**

Para conocer la dinámica temporal y espacial del páramo entrópico del PUFVC posterior a una perturbación, se determinó la similitud y el recambio de especies entre las PPM durante el

periodo 2017-2022, se aplicó el índice de similitud de Jaccard (Ij) con base a la fórmula aplicada por Vázquez et al. (2022).

$$I_j = \frac{c}{a + b - c} \times 100$$

En donde:

Ij = Índice de Similitud de Jaccard;

a = número de especies de la comunidad A;

b = número de especies de la comunidad B;

c = número de especies compartidas en ambos sitios.

Los resultados se expresan en valores absolutos y/o porcentuales (Aguirre, 2019), como se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Interpretación de resultados absolutos del índice de similitud de Jaccard (Ij)

<b>Significancia</b>	<b>Rango</b>	<b>Significancia</b>
No parecidos	0 a 0,33	Disímiles
Medianamente parecidos	0,34 a 0,66	Medianamente similares
Muy parecidos	0,67 a 1	Similares

Para comprender el recambio de las especies vegetales leñosas en el periodo de cinco años, se utilizó el paquete codyn versión 2.0.5 del programa RStudio versión 4.2.1 (Hallett et al., 2016), cuyos resultados se expresaron en un clúster o dendrograma, que agrupó a las PPM con base a la presencia y ausencia de las especies en relación a su abundancia (Tabla 6). Se utilizó la función *turnover* que calculó la rotación total de las especies en el área de estudio con base a la aparición y desaparición de las especies (Hallett et al., 2020). En las Tablas 5 y 6, se muestran cómo se organizó la base de datos para la obtención del clúster y el recambio de especies.

Tabla 5. Formato de la base de datos para el recambio de especies (ausencia y presencia)

<b>Especies</b>	<b>Año</b>	<b>replicas</b>	<b>Abundancia</b>
<i>Alnus acuminata</i>	2017	PA_1	1
<i>Alnus acuminata</i>	2017	PA_2	1
<i>Alnus acuminata</i>	2022	PA_1	3
<i>Alnus acuminata</i>	2022	PA_2	1

Tabla 6. Formato de la base de datos para obtención del clúster

<b>P</b>	<b>Total</b>	<b>Aparece</b>	<b>Desaparece</b>
<b>1</b>			
<b>2</b>			

Además, se calculó el reloj de rango de estabilidad de especies con el propósito de conocer cómo se presentó la estabilidad de las especies a través del tiempo con base a la presencia y



ausencia luego de la perturbación ocasionada por el incendio forestal, para lo cual se utilizó el paquete ggplot versión 4.2.1 (Hallet et al., 2020) del programa estadístico RStudio versión 4.2.1.

### ***5.2.2. Determinación de la tasa de mortalidad y reclutamiento de la vegetación leñosa en un periodo de cinco años posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.***

La tasa anual de reclutamiento y mortalidad se determinó únicamente para la vegetación leñosa.

#### **5.2.2.1. Tasa anual de reclutamiento.**

La tasa anual de reclutamiento de las especies vegetales leñosas se determinó con la fórmula aplicada por Jaramillo y Muñoz (2009), para su cálculo se consideró los individuos mayores a 5 cm de altura.

$$Tr (\%) = \left[ \left( \frac{Nt}{No} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * 100$$

En donde:

- Tr: Tasa anual de reclutamiento expresada en porcentaje;
- Nt: Número de individuos inicialmente inventariados más los individuos reclutados durante el periodo t de tiempo,  $Nt = No + 1$ ;
- No: número de individuos inicialmente inventariados;
- t: Intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios.

#### **5.2.2.2. Tasa anual de mortalidad.**

Para determinar la tasa de mortalidad se aplicó la fórmula empleada por Jaramillo y Muñoz (2009), para lo cual se utilizó la base de datos del año 2017 con relación a los registros del último monitoreo.

$$Tm (\%) = \left[ 1 - \left( \frac{Ns}{No} \right)^{\frac{1}{t}} \right] * 100$$

En donde:

- Tm: Tasa anual de mortalidad expresada en porcentaje;
- No: Número de individuos inicialmente inventariados;
- Ns: Número de individuos inicialmente inventariados sobrevivientes en un inventario posterior, después de un intervalo t de tiempo,  $Ns = No - Mu$ ;

- $\mu$ : Número de individuos muertos en un intervalo  $t$  de tiempo;
- $t$ : Intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios.

## 6. Resultados

### 6.1. Caracterización de la sucesión de especies vegetales en un periodo de cinco años posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

Para el año 2022 se registraron un total de 1 419 individuos, de los cuales 25 tienen como hábito de crecimiento arbóreo y 1 394 arbustivo, representados en 22 especies y 11 familias. Las familias Ericaceae y Asteraceae son las más abundantes con 739 y 465 individuos respectivamente.

#### 6.1.1. Vegetación herbácea

En el estrato herbáceo se registraron 10 especies vegetales en el periodo de monitoreo; no obstante, para el año 2022 se registra la presencia de tres especies que no fueron reportadas en el monitoreo del año 2017: *Viola arguta* Will. ex Roem. & Schukt., *Puya parviflora* L. B. Sm y *Salvia scutellarioides* Kunth con similar grado de cobertura en cuanto a dispersión y asociación, mientras que especies como *Commelina difusa* Burm. f., *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv y *Paspalum* sp reportadas en el año 2017 ya no se registraron en el año 2022.

Entre las especies que se han mantenido a lo largo del tiempo de monitoreo se destacan *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon, *Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth, *Puya eryngioides* André y *Baccharis genistelloides* (Lam.) Pers, caracterizándose por dominar el estrato herbáceo del páramo antrópico del PUFVC lo que se evidencia en la Tabla 7.

Tabla 7. Comparativa de la vegetación herbácea del páramo antrópico del PUFVC (años 2017 – 2022)

Nombre científico	Familia	Índice de Cobertura		Sociabilidad y dispersión (%)	
		2017	2022	2017	2022
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Dennstaedtiaceae	4	5	50 - 75	75
<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth	Poaceae	4	5	50 - 75	75
<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae	3	4	25 - 50	50 - 75
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	Asteraceae	2	4	5 - 25	50 - 75
<i>Viola arguta</i> Will. ex Roem. & Schukt.	Violaceae		3		25 - 50
<i>Puya parviflora</i> L. B. Sm.	Bromeliaceae		3		25 - 50
<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	Lamiaceae		3		5 - 25
<i>Paspalum</i> sp	Poaceae	2		5 - 25	
<i>Commelina difusa</i> Burm. f.	Commelinaceae	2		5 - 26	
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Poaceae	2		5 - 27	

### 6.1.2. Vegetación leñosa

Las familias con mayor número de individuos fueron: Ericaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Lamiaceae y Myrsinaceae, con un total de 11 familias para el año 2022 y 10 para el 2017, similar dominancia y representatividad se mantiene a lo largo del periodo de evaluación (Tabla 8). La vegetación leñosa presentó un total de 22 especies vegetales en el último monitoreo (Anexo 5).

Tabla 8. Dinámica del número de individuos por familia en el páramo antrópico del PUFVC

Familias	Número de Individuos	
	2017	2022
Ericaceae	347	739
Asteraceae	290	477
Lamiaceae	58	71
Melastomataceae	65	79
Myrsinaceae	8	34
Betulaceae	2	4
Proteaceae	3	4
Myricaceae	1	1
Pinaceae	1	1
Clethraceae	8	4
Polygalaceae	-	5

### Parámetros estructurales

En la Tabla 9, se presenta las 10 especies con mayor IVI en ambos periodos de evaluación (Anexo 6). Especies como *Gynoxys nitida* Muschl y *Gaultheria erecta* Vent reportan un ligero incremento para el año 2022, con 29,35 % y 29,07 % respectivamente; mientras que *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers presenta una reducción en el porcentaje del IVI para el año 2022 (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Índice de valor de importancia simplificado (%) de diez especies vegetales del PUFVC

Nombre científico	Índice de Valor de Importancia	
	2017	2022
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	28,32	29,35
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	26,41	22,44
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	15,12	29,07
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	18,53	19,13
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	21,55	18,85
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	22,45	20,05
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	11,33	9,81
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	16,06	12,67
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	2,98	6,24
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC	5,84	6,61

En la Figura 2, se muestra los parámetros estructurales que conforman el IVI de la vegetación leñosa. Las especies *Gynoxys nitida* Muschl, *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers y *Bejaria aestuans* Mutis ex L fueron de mayor dominancia en el páramo antrópico del PUFVC en el año 2017, mientras que para el año 2022, *Gynoxys nitida* Muschl, sigue siendo la especie de mayor representatividad y se evidencia a *Gaultheria erecta* Vent, que desplaza en orden de importancia del IVI a *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers a un tercer lugar.

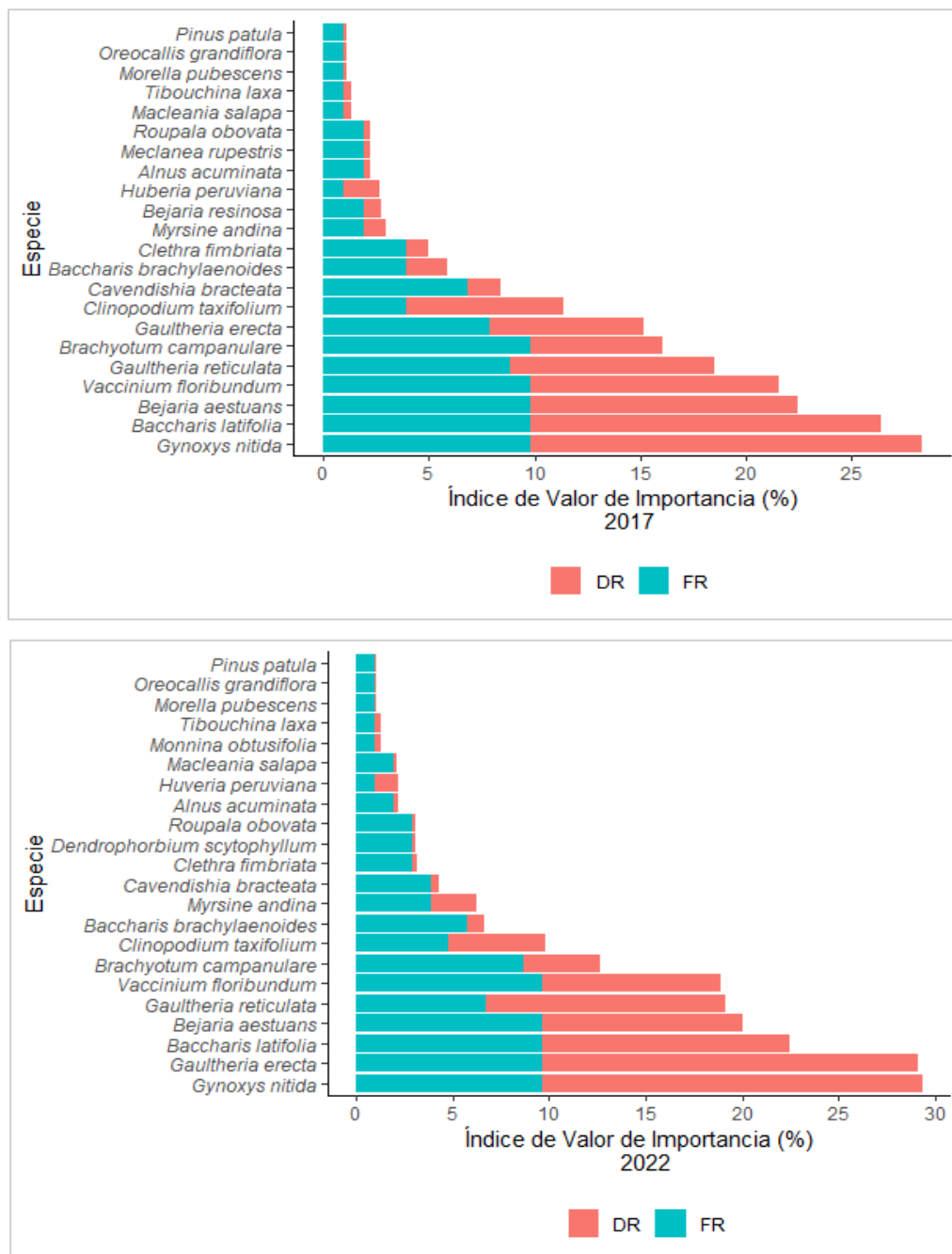


Figura 2. Parámetros estructurales de las especies vegetales leñosas del páramo antrópico del PUFVC: a) 2017, b) 2022

## Dinámica de diversidad y similitud

### • Diversidad

La riqueza específica del páramo antrópico del PUFVCV para los años de monitoreo fue de 22 especies observadas, sin embargo, existen especies que ya no aparecen en el año 2022 las cuales son *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm y *Bejaria resinosa* Mutis ex L. f, mientras que especies como *Dendrophorbium scytophyllum* (Kunth) C. Jeffrey y *Monnina obtusifolia* Kunth se reportan como nuevos ingresos para el 2022, manteniéndose el número de especies.

#### ○ Curva de rarefacción

En la Tabla 10, se presenta la riqueza observada y calculada para cada año de monitoreo, en donde, se puede observar que el uso de estimadores de riqueza sugiere que la riqueza calculada en ambos monitoreos es mayor a la reportada. En la Figura 3, se muestra el incremento de la riqueza observada para el año 2022. El esfuerzo de muestreo habría permitido capturar el 90 % de la riqueza observada en el año 2017 y el 95 % en el año 2022.

Tabla 10. Riqueza observada en campo y calculada en el páramo antrópico del PUFVC

Año	Riqueza observada	Riqueza calculada ( $q=0$ )
2017	22 especies	23 especies
2022	22 especies	24 especies

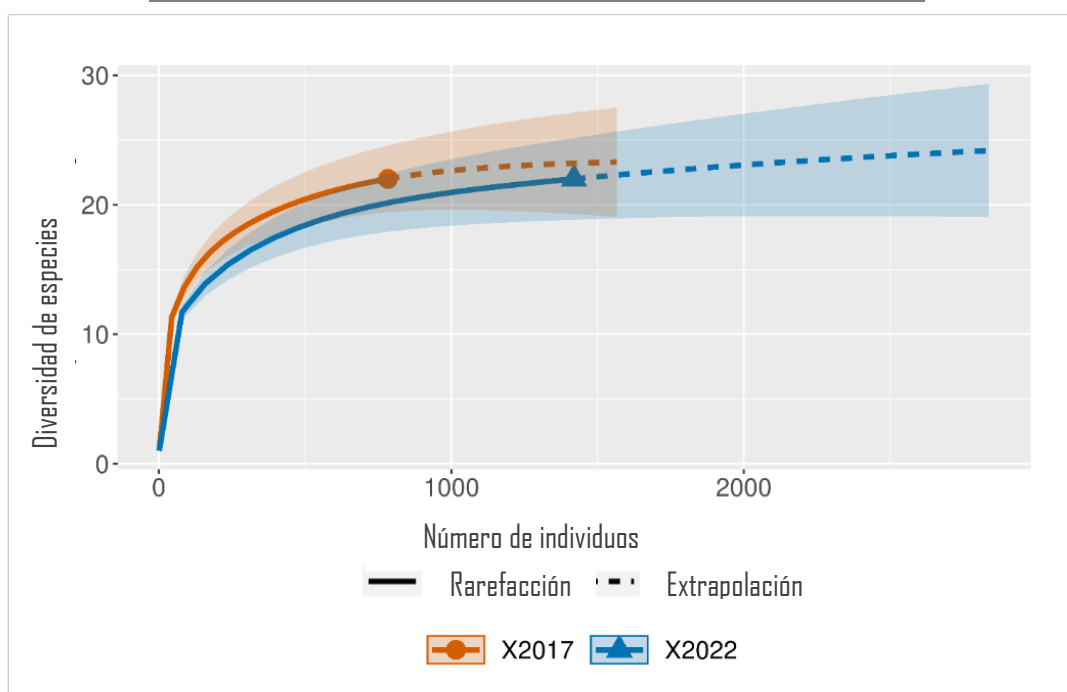


Figura 3. Curvas de rarefacción del PUFVC para los años 2017 y 2022.

La diversidad alfa ( $q=1$ ) basada en la cobertura muestra un ligero decrecimiento en el año 2022 en relación al año 2017, tal como se puede observar en la Tabla 11, comportamiento que se visualiza en la Figura 4.

Tabla 11. Diversidad  $q=1$  (Índice de Shannon) 2017-2022

Año	Diversidad observada	Diversidad calculada ( $q=1$ )
2017	10,59	10,69
2022	9,25	9,31

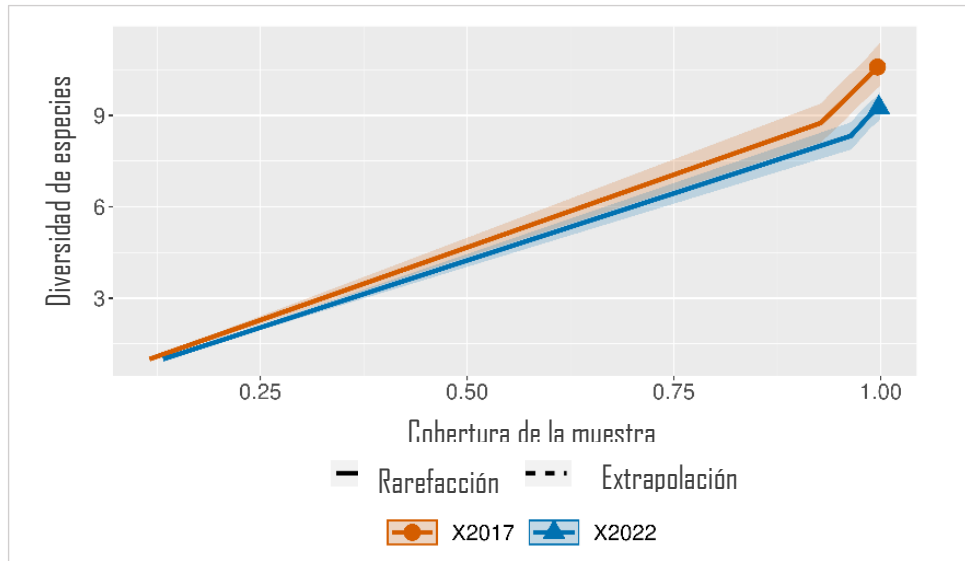


Figura 4. Curvas de rarefacción basadas en la cobertura de los años 2017 y 2022

○ **Curva de Rango y Abundancia**

La curva de rango y abundancia aplicada en el páramo antrópico del PUFVC manifestó que la especie de mayor abundancia corresponde a *Gynoxys nitida* Muschl en ambos periodos de tiempo (Figura 5), mostrando la importancia ecológica de la especie.

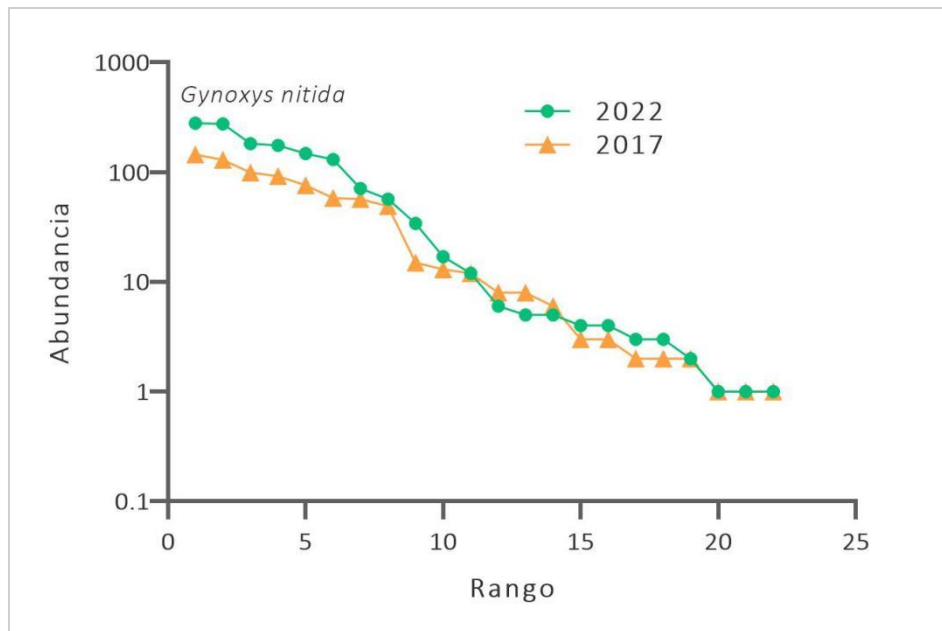


Figura 5. Curva de Rango - Abundancia de las especies del PUFVC para cada año de monitoreo (2017-2022)

○ **Índice de Shannon - Wiener (H')**

La diversidad calculada en base al índice de Shannon - Wiener (H') mostró resultados similares a los obtenidos con el índice de Hill, en donde, la mayor expresión de diversidad se presentó en el año 2017 con una diversidad media que se mantuvo en el año 2022 (Tabla 12).

Tabla 12. Índice de Shannon (2017-2022)

Año	Valor	Interpretación
2017	2,36	Diversidad media
2022	2,23	Diversidad media

● **Recambio de especies y similitud**

El índice de Jaccard de las PPM del páramo mostró un 54 a 100 % de similitud en la composición florística de las especies, por lo que el recambio de especies suscitado a lo largo de cinco años presenta un rango entre el 0 al 46 % (Tabla 13).

*Gynoxys nitida* Muschl, *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers, *Vaccinium floribundum* Kunth y *Bejaria aestuans* Mutis ex L fueron las especies que se caracterizan por la abundancia y permanencia a nivel espacial durante el lapso de 5 años; mientras que *Gaultheria reticulata* Kunth, *Myrsine andina* (Mez) Pipoly, *Baccharis brachylaenoides* DC, *Huberia peruviana* Cogn, *Cavendishia bracteata* (Ruiz & Pav. ex J.), y *Clethra fimbriata* Kunth, muestran una dinámica espacial de carácter temporal, debido a que las PPM del año 2017 eran muy abundantes y para el año 2022 su abundancia se vio reducida o viceversa.

En lo que respecta al recambio de especies, la parcela seis presento el porcentaje más alto con un 54 %, mientras que las parcelas siete y nueve mostraron los porcentajes más bajos. La parcela tres no registra un recambio de especies (Tabla 13).

Tabla 13. Índice de similitud de Jaccard (Ij) y recambio de especies

Parcelas Permanentes de Monitoreo	Índice de Jaccard	Recambio de especies	Porcentaje (%)
P1	0,71	0,29	29
P2	0,64	0,36	36
P3	1,00	0,00	0
P4	0,67	0,33	33
P5	0,80	0,20	20
P6	0,54	0,46	46
P7	0,88	0,13	13
P8	0,75	0,25	25
P9	0,88	0,13	13
P10	0,67	0,33	33

En el páramo antrópico del PUFVC se muestran tres grupos bien diferenciados según el recambio de sus especies y número de individuos (Figura 6). El primer grupo corresponde a las



parcelas 1, 2, y 3, el segundo grupo las parcelas 4, 5, y 6, y el grupo tres las parcelas 7, 8, 9, y 10. Sin embargo, acorde a la línea muestral según el porcentaje de similitud se forman dos grupos: el primero que integra las parcelas 1 a 6 y, el segundo grupo las parcelas 7 a la 10.

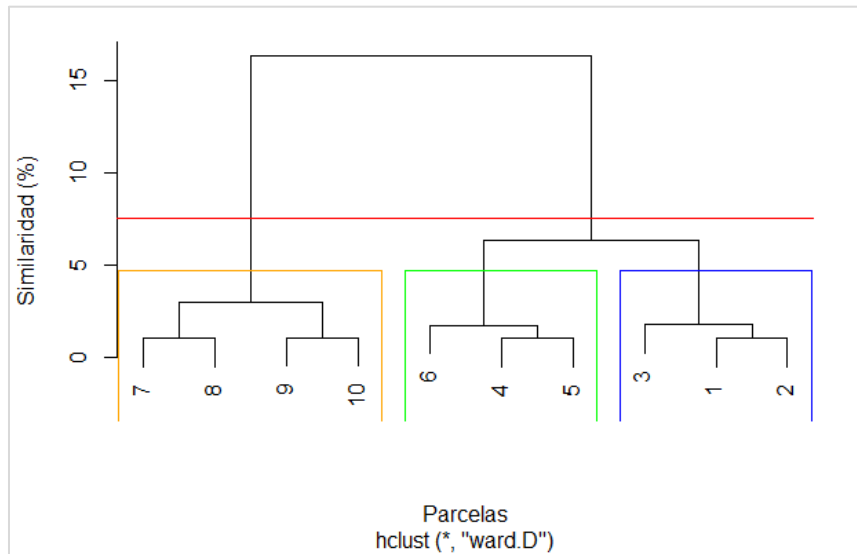


Figura 6. Dendrograma de similitud y disimilitud de las PPM en el periodo 2017-2022

El reloj de rango de estabilidad de especies (Figura 7) del páramo antrópico a partir de la perturbación suscitada por el incendio forestal, mostró que la especie número 12 correspondiente a *Gynoxys nitida* Muschl ha ido ganando mayor estabilidad y dominancia, seguida de *Gaultheria erecta* Vent (Sp\_8) y *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers (Sp\_3), mismas que muestran que su estabilidad es menor y parece seguir un patrón temporal.

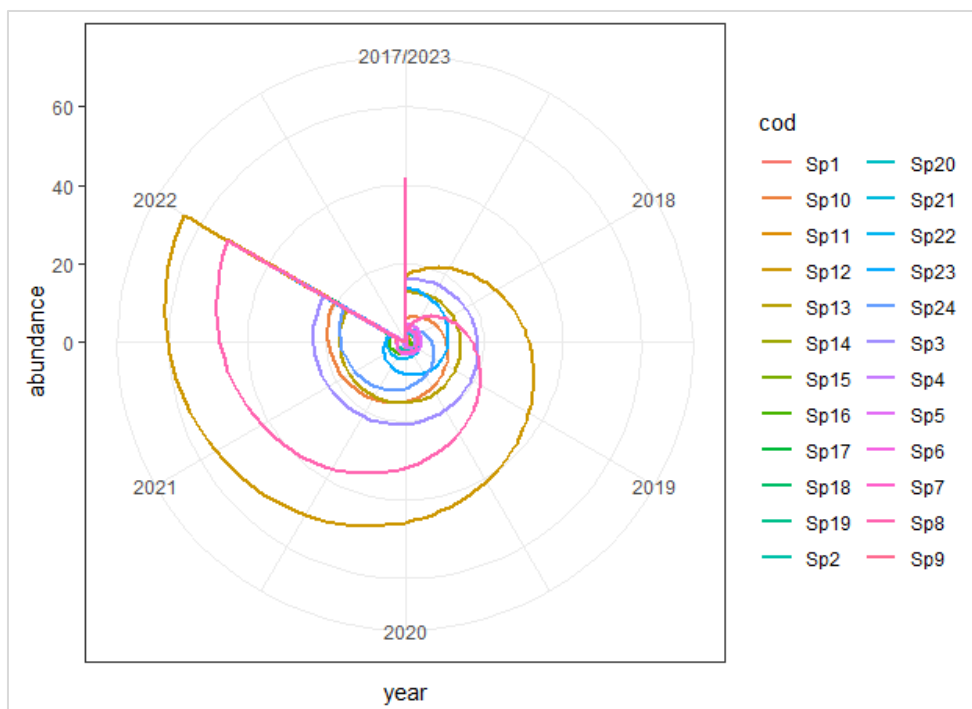


Figura 7. Reloj de rango de la dinámica de las especies durante el periodo 2017-2022

## 6.2. Determinación de la tasa de mortalidad y reclutamiento de las especies vegetales en un periodo de cinco años, a partir de la etapa inicial de perturbación

### 6.2.1. Tasa de reclutamiento

El reclutamiento de las especies en el páramo del PUFVC se presenta a nivel espacial, es decir a nivel de distribución de las parcelas, y por especies.

#### 6.2.1.1. Tasa anual de reclutamiento por parcela.

La tasa general de reclutamiento registrada en el páramo antrópico del PUFVC es de 4,39 %; sin embargo, como se puede observar en la Figura 8, a nivel espacial se presentan cambios en las PPM, se observó que la parcela con la mayor tasa anual de reclutamiento fue la del número nueve con un total de 10,25 %, mientras que la parcela seis presentó la menor tasa anual de reclutamiento con un total de 1,90 % (Anexo 9).

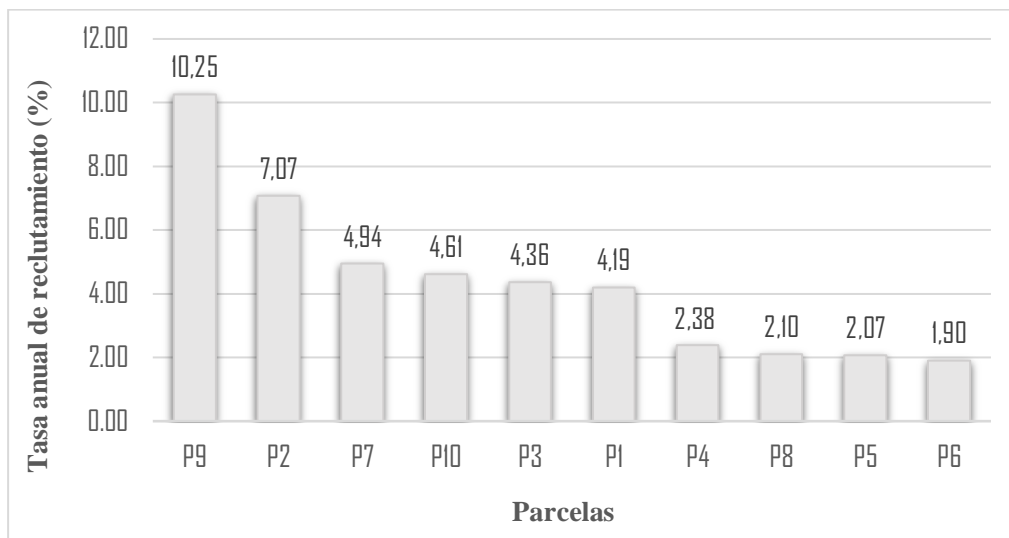


Figura 8. Tasa de reclutamiento por parcela periodo 2017-2022

#### 6.2.1.2. Tasa de reclutamiento por especie.

La tasa general de reclutamiento por especie muestra un total del 2,77 %, siendo *Gaultheria erecta* Vent la especie que presentó la mayor tasa de reclutamiento con un 17,19 %, mientras que *Bejaria aestuans* Mutis ex L con 1,76 % es la de menor tasa de reclutamiento. De las 22 especies registradas solamente nueve presentaron nuevos reclutas o ingresos (Figura 9 y Anexo 10).

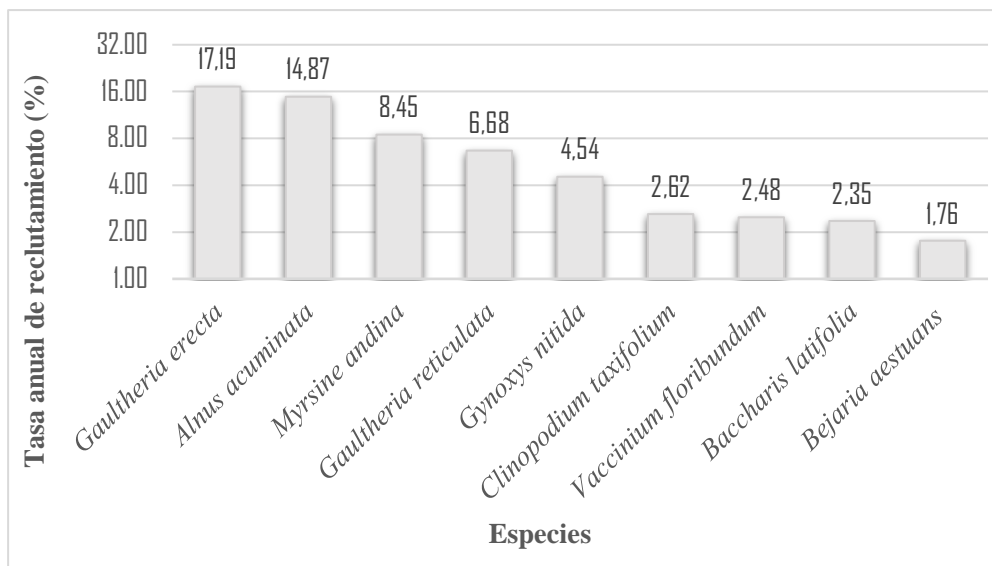


Figura 9. Tasa de reclutamiento por especies vegetales periodo 2017-2022

### 6.2.2. Tasa de mortalidad

La tasa de mortalidad se presenta a nivel espacial y de especies.

#### 6.2.2.1. Tasa anual de mortalidad por parcela.

La tasa promedio de mortalidad en el páramo antrópico del PUFVC fue de 5,89 %; sin embargo, como se puede observar en la Figura 10, a nivel de parcelas se presentan cambios espaciales y temporales. La parcela cinco mostró la mayor tasa anual de mortalidad con un 14,91 %, mientras que la parcela uno mostró la menor tasa con un 2,20 % (Anexo 11).

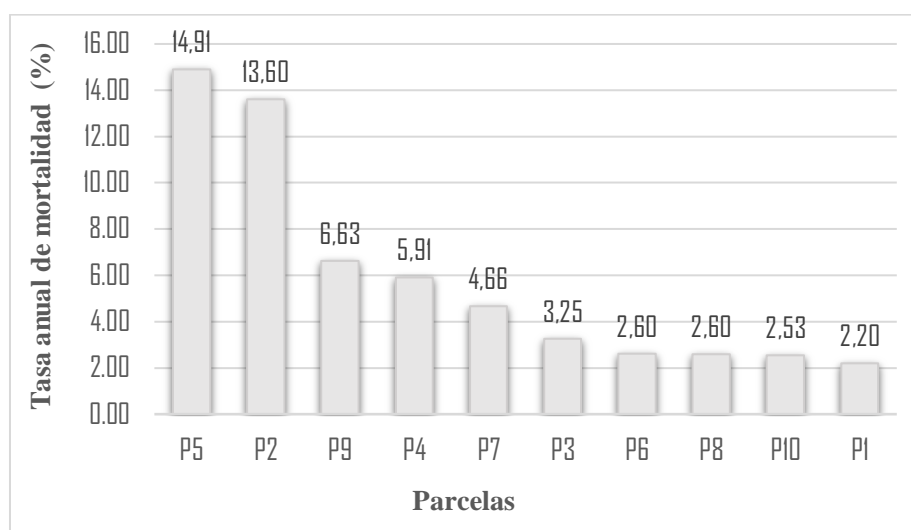


Figura 10. Tasa de mortalidad por parcela periodo 2017-2022

### 6.2.2.2. Tasa de mortalidad por especie.

La tasa general de mortalidad por especie fue del 12,04 %, visualizándose las 10 especies de mayor relevancia, en donde, *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm y *Bejaria resinosa* Mutis ex L. f presentaron las mayores tasas de mortalidad con un total del 100 %, mientras que *Brachyotum campanulare* (Bonpl.) Triana con 0,83 % fue la de menor tasa. De las 22 especies registradas, 14 especies presentaron mortalidad en las parcelas monitoreadas (Figura 11 y Anexo 12).

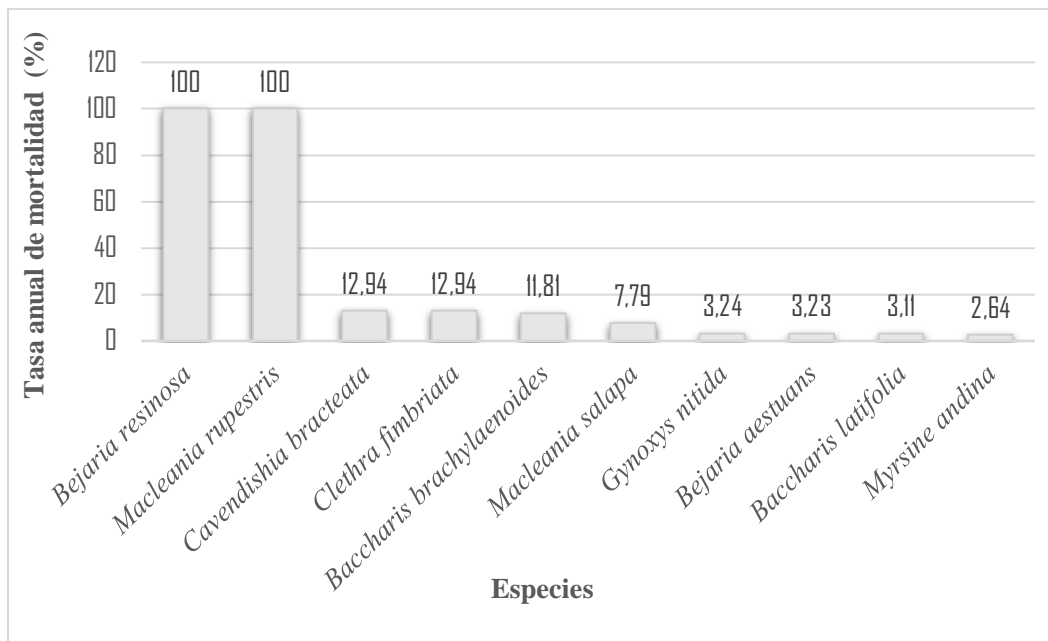


Figura 11. Tasa de mortalidad por especies periodo 2017-2022

## 7. Discusión

### 7.1. Caracterización de la sucesión de especies vegetales en un periodo de cinco años posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro

El páramo antrópico del PUFVC cinco años después de la ocurrencia del incendio forestal registró en el año 2022, un total de 1 419 individuos, 22 especies y 11 familias; lo que contrasta con la información presentada por Sarango et al. (2019) en la misma zona de estudio, quienes reportaron valores más bajos en el número de individuos (754), especies (21) y familias (10), lo que mostraría la dinámica poblacional presente en este ecosistema, además que a pesar del tiempo transcurrido después de haberse producido el incendio forestal, aún se observa los efectos residuales del incendio forestal.

Otras investigaciones en zonas de páramo a nivel regional muestran mayor número de especies, como lo reportado por Jaimes et al. (2002) quienes en su estudio realizado en el páramo de Cruz Verde (Colombia) registran 133 especies, distribuidas en 29 familias. Las diferencias en el número de especies pueden deberse al tamaño del área estudiada y a factores climáticos y topográficos propios de cada sector; así como el grado de afección y resiliencia de las especies antes las diferentes perturbaciones medioambientales (Guarín et al., 2021).

Al momento de evaluar los cambios en la dominancia de la vegetación herbácea de los años de evaluación 2017 y 2022, es importante mencionar que *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) y *Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth controlan la cobertura del páramo antrópico con una dominancia de más del 75 %, similar comportamiento y dominancia reportado por Sarango et al. (2019) como una respuesta directa del incendio forestal que afecto la zona del páramo en el PUFVC en el año 2017.

La dominancia de *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) se explica debido a su ecología, ya que se encuentran creciendo en grandes poblaciones, con capacidad de colonización tras un incendio forestal. Tillaguango (2022) menciona que *Pteridium arachnoideum* domina el páramo antrópico del PUFVC debido a su alta capacidad de dispersión de sus propágulos, en especial en áreas que han sido perturbadas, así como a la resistencia de sus rizomas, que alcanzan grandes profundidades dentro del suelo, lo que le permite establecerse en cualquier tipo de ecosistema.

Xavier et al. (2023) mencionan que las especies de *Pteridium* están sujetas a repetidos impactos humanos (incendios), con una alta productividad y dominancia, limitando la abundancia y riqueza de árboles nativos; mientras que Castro et al. (2020) manifiesta que se

trata de una especie invasora de amplia distribución, activo crecimiento y capacidad competitiva.

En el caso del grado de sociabilidad y dominancia de *Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth, se podría explicar su presencia por su preferencia a desarrollarse en sitios perturbados y a la facilidad de propagación de sus semillas, aspectos ecológicos que son mencionados por Mondragón et al. (2007), además, de trata de una especie característica de los páramos ecuatorianos (Camacho, 2014; Vásconez y Hofstede, 2006).

De la misma manera especies como: *Commelina difusa* Burm. f., *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv y *Paspalum* sp con igual grado de cobertura ya no se evidenciaron en el año 2022 y especies como: *Viola arguta* Will. ex Roem. & Schukt., *Puya parviflora* L. B. Sm y *Salvia scutellarioides* Kunth se reportan como nuevos ingresos para el 2022, dicho comportamiento se explica según Chen et al. (2013) por la dinámica y funcionalidad efectuada por los ecosistemas posterior a un incendio forestal.

Álvarez et al. (2013) mencionan que el fuego determina el estado de la sucesión, la distribución y composición de la vegetación, en donde las especies herbáceas tienen la capacidad de colonizar rápidamente espacios abiertos por el fuego o propagar el fuego si no hay otro tipo de combustible.

Las familias botánicas más representativas y dominantes del páramo antrópico del PUFVC tanto para el año 2017 (10 familias) y 2022 (11 familias) fueron: Ericaceae, Asteraceae y Melastomataceae, similar a lo reportado por Lozano et al. (2008) en los ecosistemas montanos, al occidente del Parque Nacional Podocarpus. Resultados que concuerdan con Jaimes et al. (2002) en el páramo de la Cordillera Oriental de Colombia, en donde se reporta la presencia de 29 familias, siendo una de las más representativas la Asteraceae. Al igual que Eguiguren et al. (2015); Sabogal y Quinteros (2013) que reportaron a las mismas familias como las más importantes, lo que podría indicar que, aunque el páramo del PUFVC fue afectado por un incendio forestal conserva las familias típicas de estos ecosistemas.

La presencia de la familia Asteraceae como dominante en estas áreas podría deberse a la gran capacidad de colonización de sus especies, al tipo de semilla y; entre otros aspectos que favorecerían su desarrollo en estos ecosistemas (Montalván et al., 2021)

La especie con mayor densidad en ambos periodos de tiempo 2017-2022 en el PUFVC, corresponde a *Gynoxys nitida* Muschl seguida de *Gaultheria erecta* Vent y *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers, dichos resultados son similares a los reportados por Sarango et al. (2019) en donde, *Gynoxys nitida* Muschl se considerada como una especie controladora de los recursos en el páramo, debido a su facilidad de dispersión y propagación de semillas.

La dominancia e importancia del género *Gynoxys* en el páramo antrópico es destacada por Chiquin y Velecela (2015), quienes mencionan que es característico el encontrar plantas dispersas de *Gynoxys* en páramos en las que dominan hierbas en manojo, esto se debe a la capacidad de la planta de enfrentar el calor mediante la regeneración de hijuelos, una cualidad que es compartida por otras especies leñosas del sub-páramo, por ende, la importancia de la misma, lo que se confirma según León et al. (2011) en el libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, donde, se manifiesta que el género *Gynoxys* es característico de los páramos ecuatorianos, pues se encuentra inmerso dentro de los 10 géneros con mayor número de especies endémicas, aspecto también destacado por Pulgar et al. (2010) en los páramos arbustivos de Loja.

Rivero (2020) y Lozano et al. (2008) manifiestan que *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers y *Gaultheria erecta* Vent son dominantes en páramos, considerando a la última especie como pionera, lo que explicaría la densidad. Soler et al. (2012) manifiesta que la composición florística varía en cada tipo de vegetación y las diferencias en los valores de IVI podrían deberse a cambios temporales propios de la especie, posterior a un incendio forestal, así como a la forma de expresar el índice de valor de importancia por estratos, en relación a la densidad y frecuencia relativa. Así como por la dinámica temporal de la vegetación posterior a un disturbio, los mismos que causan cambios temporales rápidos (Ríos, 2002).

La riqueza específica del páramo antrópico del PUFVC es de 22 especies observadas en ambos periodos de tiempo, sin embargo, especies como *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm y *Bejaria resinosa* Mutis ex L. f ya no se reportaron para el 2022 y *Dendrophorbium scytophyllum* (Kunth) C. Jeffrey y *Monnina obtusifolia* Kunth se reportan como nuevos ingresos para el 2022. Similar número de especies fueron presentados por Sarango et al. (2019) en el páramo del PUFVC, mientras que Cueva (2022) registró mayor número de especies identificadas en la misma área. En áreas que no han sido perturbadas por incendios forestales, la riqueza de especies es mayor, lo que se evidencia por Eguiguren et al. (2015), quienes registraron una riqueza de 87 especies en el Parque Nacional Podocarpus, mientras que Morales (2021) registró 93 especies en el páramo del Parque Nacional Cotopaxi.

Las diferencias entre la riqueza observada en el páramo del PUFVC con el resto de investigaciones podrían atribuirse a un efecto del incendio que aun estaría presente en la vegetación, otros aspectos también podrían ser la ubicación geográfica, el rango altitudinal, el tamaño de la muestra, ya que autores como Pickering y Butler (2009) manifiesta que la altitud afecta a la riqueza de especies; y, Giacomotti et al. (2021) mencionan que la altitud podría ser el factor principal en la disminución de especies vegetales. La presencia y ausencia de las

especies mencionadas en ambos periodos de tiempo se podría atribuir a la dinámica de las especies y a la respuesta del ecosistema posterior a un incendio forestal, manifestándose la sucesión ecológica propia de sitios perturbados, ya que según Ríos (2002) las fuerzas principales que modelan a un paisaje son los disturbios y la sucesión, considerado dichos parámetros como la base para la comprensión de la dinámica del paisaje.

La curva de rango y abundancia expuesta en el páramo antrópico en ambos periodos de tiempo manifestó que *Gynoxys nitida* Muschl es una especie abundante e importante, lo que es corroborado por Sarango et al. (2019) quienes atribuyen su importancia a la capacidad de resiliencia contra perturbaciones, así como a su facilidad de dispersión y propagación en estos ecosistemas, así mismo, Mármol (2022) menciona que las especies del género *Gynoxys* son importantes para la restauración ecológica en páramos, debido a su adaptabilidad y supervivencia.

Al momento de analizar la diversidad alfa del páramo del PUFVC, expresada tanto por el índice de Shannon y los números de Hill, muestran una diversidad media para ambos años de monitoreo lo que se debería a la uniformidad de la riqueza con su abundancia. Las ligeras variaciones registradas, se presentan en otros ecosistemas como en el páramo del Parque Nacional Podocarpus, en donde, la riqueza y diversidad manifestaron un decrecimiento con el pasar del tiempo (Bermeo, 2022).

Con relación a los posibles efectos que el incendio forestal hubiese podido generar en la diversidad del páramo, Armenteras et al. (2020) mencionan que el fuego afecta de manera drástica a la biodiversidad, distribución y abundancia de las especies, sin embargo, los valores de diversidad reportados en este estudio muestran que la diversidad se vio afectada de manera leve lo que podría atribuirse a la intensidad del incendio forestal en el PUFVC (Sarango et al 2019).

El grado de similitud de las PPM del páramo antrópico del PUFVC entre los años 2017 y 2022 evidenciaron un rango de similitud comprendido entre el 54 al 100 %; la ausencia de especies como *Myrsine andina* (Mez) Pipoly y presencia de especies como *Gynoxys nitida* Muschl, *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers, *Vaccinium floribundum* Kunth y *Bejaria aestuans* Mutis ex L) durante el periodo de tiempo se lo asocia a la dinámica temporal y espacial de las especies posterior al incendio forestal, lo que es sustentado por Ríos (2002) quien manifiesta que la dinámica de un ecosistema está en función del disturbio, que opera en escalas espacio-temporales. Gil et al. (2020) manifiestan que la baja similitud determina el recambio de especies, evidenciando comunidades diferentes dentro del ecosistema, los cuales se definen por factores ambientales y biológicos (disponibilidad de banco de semillas, agentes



dispersores). Al respecto Trujillo y Cárdenas (2018) mencionan que las comunidades sumamente cercanas tienden a presentar una mayor similitud florística y las limitaciones de dispersión condicionan el recambio florístico. Yaranga et al. (2018) mencionan que por medio de los índices de similitud de Jaccard se logra evidenciar el cambio en las formaciones vegetales, mientras que Molina y Farinós (2012) mencionan que la diversidad beta es la tasa de cambio en especies de dos comunidades vegetales, diferenciando la composición de las mismas, así como la heterogeneidad del paisaje.

Existen algunas investigaciones desarrolladas en ecosistemas no perturbados como los ejecutados por Castro et al. (2020) en donde, reportaron un índice de Jaccard inferior al 54 %, la baja similitud indica alta heterogeneidad en las abundancias de las especies en cada parcela lo que se asocia con recambio en composición. Por lo antes mencionado, las PPM del área de estudio manifiestan una heterogeneidad baja, ya que la similitud comprende rangos superiores al 54 %, y, por ende, el recambio de especies es menor al 46 %, manifestándose una reducción en la diversidad a nivel de parcela. Comportamiento que se observa en los dos grupos que se forman según el dendrograma de similitud y disimilitud de las especies en las PPM del páramo del PUFVC: el primero que integra las parcelas con el mayor porcentaje de similitud y el segundo que integra las parcelas que presentaron el menor recambio de especies.

Las causas probables de la similitud y disimilitud manifestada por las especies en las PPM del páramo del PUFVC, así como el recambio suscitado pueden ser entendidas según Hallet et al. (2016), en que las poblaciones de especies inestables pueden lograr estabilizar las propiedades comunitarias agregadas si la disminución de una especie se compensa con el aumento de otra, es decir, que la abundancia de una especie puede disminuir mientras la otra aumenta. En una serie temporal, esto debería reflejarse en un patrón en el que las especies covarían negativamente o fluctúan de forma asincrónica mientras que la abundancia total de la comunidad permanece relativamente estable. Trujillo y Cárdenas (2018) mencionan que la similitud se ve influenciada por las limitaciones de dispersión, lo cual se ve reflejado en el recambio de especies.

Especies como *Gynoxys nitida* Muschl presentan una gran estabilidad en su abundancia a lo largo de los cinco años de evaluación lo que se puede evidenciar en el reloj de rango de estabilidad, lo cual puede ser efecto de la capacidad de resiliencia, dispersión y propagación que caracteriza a esta especie facilitando su adaptabilidad según Sarango et al. (2019) y Hallet et al. (2016).

## **7.2. Determinación de la tasa de mortalidad y reclutamiento de las especies vegetales en un periodo de cinco años, a partir de la etapa inicial de perturbación**

En el ecosistema páramo del PUFVC la tasa promedio de reclutamiento por parcela fue de 4,39 %, se evidencia un dinamismo espacial y temporal a nivel de parcelas y de especies. Estudiar aspectos como el reclutamiento son muy importantes en todos los ecosistemas pues en un indicador clave de salud y de perpetuidad (Muñoz, 2017) por lo que es un parámetro que debe ser monitoreado en estudios a mediano y largo plazo. Especies como *Gaultheria erecta* Ven y *Bejaria aestuans* Mutis ex L, presentaron la mayor y menor tasa de reclutamiento en el área de estudio, lo que podría atribuirse a sus características ecológicas como a la capacidad de rebrote así como a la disponibilidad de semillas, dando paso a la sucesión ecológica posterior al incendio forestal, lo que se corrobora por Sarango et al. (2019) quienes manifiestan la capacidad y presencia de rebrotes de dichas especies en el páramo del PUFVC como una respuesta al incendio forestal.

Ramos et al. (2007) mencionan que el proceso de desarrollo de la sucesión ecológica requiere de la disponibilidad de propágulos como las semillas, lo cual podría ser una limitante en el páramo del PUFVC pues según Sánchez (2021) el número de semillas presente en el banco de semillas del suelo fue bajo, aspecto que es posible sea un efecto del incendio forestal o que pueda estar relacionado con la dispersión de las semillas, ya que en este ecosistema es mayoritariamente anemócora y endozoócora. Lo que explicaría la baja tasa de reclutamiento reportada en esta investigación y que podría deberse, a que además de los condicionantes para que el reclutamiento post-fuego se manifieste, tiene que existir disponibilidad de nutrientes y micrositios, así como una adecuada cantidad de semillas viables (Ocampo y Bravo, 2018); Franzese y Germandi (2012) mencionan que la dinámica del reclutamiento post-fuego de las especies dependen en gran medida de las capacidades intrínsecas de la especie.

Otro de los aspectos importantes dentro de la dinámica de la vegetación, es la mortalidad, pues juega un papel importante en la regulación de las poblaciones vegetales, se presenta de manera heterogénea a distintas escalas de espacio y de tiempo, producto de procesos internos y externos de los ecosistemas. La tasa promedio de mortalidad en el páramo antrópico del PUFVC fue 5,89 %, en un periodo de cinco años, variando entre un rango de 2,20 al 14,91 % a nivel espacial; siendo *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm y *Bejaria resinosa* Mutis ex L. f las especies con mayor tasa de mortalidad al punto de reducir completamente sus individuos.

Sin duda las variaciones en los porcentajes de mortalidad se podrían atribuir a la dinámica propia del páramo antrópico del PUFVC o a los efectos a mediano y largo plazo del incendio

forestal. Aguirre et al. (2014) mencionan que la cobertura vegetal de este ecosistema ha sufrido alteraciones en la estructura y composición de su vegetación, que ha traído como consecuencia la degradación de los suelos. Por su parte, Sarango et al. (2019) en el páramo del PUFVC identificó los impactos ambientales en la flora y registró los daños mecánicos y las cicatrices del incendio, evidenciándose un 50 a 75 % mortalidad de ramas, hojas y bases de los tallos en el estrato arbóreo y arbustivo.

Una respuesta de la perturbación de un incendio es la presencia y dominancia de especies vegetales invasoras o alóctonas. Lorenzo y González (2010) mencionan que la irrupción de especies invasoras son las responsables de la disminución de la riqueza de especies nativas y de la extinción de ciertas especies; lo que favorecería a la mortalidad de individuos, quizá la presencia y dominancia de *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) como una respuesta al incendio forestal podría estar limitando el reclutamiento y favoreciendo la mortalidad de algunas especies que no logran competir con el activo crecimiento, colonización y capacidad competitiva de estas especies, tal como lo destacan Castro et al. (2020).

El reclutamiento es propiciado por medio de la regeneración natural, la producción y dispersión de semillas, lo cual define la estructura y dinámica de un ecosistema (Iturre et al., 2020) y la mortalidad se ve influenciada por factores endógenos (competencia entre individuos), factores exógenos (agentes patógenos, plagas, estrés hídrico, entre otros), deslizamientos, incendios, los cuales operan a diferentes escalas de intensidad, espacio y tiempo (Bañuelos et al., 2014; Vega y Rojas, 1999). Adicionalmente Ramírez et al. (2022) mencionan que es necesario realizar estudios a largo plazo que permitan conocer los cambios que se presentan en las poblaciones vegetales por medio de muestreos que reflejen los individuos sobrevivientes, la mortalidad y el reclutamiento.

La importancia de la determinación de la mortalidad y el reclutamiento en un ecosistema, se debe a que los mismos son procesos claves que intervienen en el funcionamiento del ecosistema (Iturre et al., 2020), manteniendo el equilibrio dinámico a lo largo del tiempo, sin embargo; dichos procesos se ven alterados o en aumento significativo debido al cambio climático global, incrementando de manera exponencial el dinamismo del bosque, lo que repercute directamente en la composición y diversidad de las especies de un ecosistema (Mosquera et al., 2009).

## 8. Conclusiones

- La vegetación leñosa del páramo del PUFVC está dominada por *Gynoxys nitida* Muschl, *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) y *Gaultheria erecta* Vent, las cuales muestran cambios temporales en su abundancia que podrían atribuirse a la dinámica de la sucesión ecológica propia de este tipo de ecosistemas o a un efecto posterior aún presente por el incendio forestal.
- La riqueza observada en ambos periodos de evaluación fue de 22 especies vegetales, en donde, *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm y *Bejaria resinosa* Mutis ex L. f, no se registraron para el año 2022, mientras que *Dendrophorbium scytophyllum* (Kunth) C. Jeffrey y *Monnina obtusifolia* Kunth se reportan como nuevos ingresos, lo que demuestra los cambios poblacionales debido a la sucesión ecológica que está atravesando el páramo del PUFVC.
- Especies como *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) y *Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) controlan y dominan el estrato herbáceo, manteniéndose a lo largo del periodo de evaluación debido a su capacidad competitiva como respuesta ante estímulos como un incendio forestal.
- La diversidad de especies se reportó como media, con una similitud mayor al 54 %, con un recambio de especies de hasta el 46 % entre las parcelas de estudio, en donde, se observaron cambios temporales y espaciales que podrían atribuirse como respuesta del ecosistema frente a la perturbación del incendio forestal o a la dinámica efectuada en el páramo antrópico del PUFVC, por lo que se podría manifestar que se trata de un ecosistema que no es dependiente del fuego.
- La tasa de reclutamiento es variable de acuerdo a las parcelas de monitoreo y a las especies, en donde *Gaultheria erecta* Vent se convierte en la especie con mayor tasa de reclutamiento mientras que *Bejaria aestuans* Mutis ex L la de menor tasa, lo cual se puede atribuir a sus características como el tipo de fruto y de semilla que determinan su capacidad de dispersión, así como a la capacidad de adaptación y de resiliencia frente a los incendios forestales.
- La tasa de mortalidad en un periodo de cinco años es menor al 6 % y varía de manera temporal y a nivel de especies vegetales, aspectos que podrían ser explicados como una respuesta del ecosistema a la perturbación del incendio, así como a la dinámica de cada especie.

## 9. Recomendaciones

- Realizar un diagnóstico edáfico, con el propósito de conocer el estado actual del suelo y su influencia en la dinámica de las especies que se desarrollan en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.
- Aplicar medidas de manejo a *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon, con el objetivo de facilitar la regeneración natural de otras especies que podría verse limitada por la dominancia y características únicas de esta especie.
- Realizar monitoreos anuales que permitan determinar si los cambios temporales son propios del ecosistema o son una respuesta de la perturbación del incendio forestal, así como también para poder determinar con mayor precisión los cambios suscitados.
- Aplicar técnicas de restauración, así como estudios detallados de ecología de las especies vegetales en especial de aquellas de baja dominancia y regeneración natural.

## 10. Bibliografía

- Abad, G. (2022). *La UME, incendios forestales, evolución y riesgos*. Ciencias. [http://divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/uploads/files/29\\_03.pdf](http://divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/uploads/files/29_03.pdf)
- Aguirre, A., y Mendoza, R. (2009). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En *Capital de México*, vol. II. *Estado de conservación y tendencias de cambio* (CONABIO, México, 277-318). [https://www.academia.edu/32250864/Especies\\_ex%C3%B3ticas\\_invasoras\\_impactos\\_sobre\\_las\\_poblaciones\\_de\\_flora\\_y\\_fauna\\_los\\_procesos\\_ecol%C3%B3gicos\\_y\\_la\\_econom%C3%ADa?auto=citations&from=cover\\_page](https://www.academia.edu/32250864/Especies_ex%C3%B3ticas_invasoras_impactos_sobre_las_poblaciones_de_flora_y_fauna_los_procesos_ecol%C3%B3gicos_y_la_econom%C3%ADa?auto=citations&from=cover_page)
- Agilar, V., Aguirre, A., Alarcón, J., Boomer, A., Contreras, S., Elizalde, A., y Zimmerman, H. (2007). *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad*. Juitepec, México: The Nature Conservancy. [http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/1619/IMTA\\_517.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/1619/IMTA_517.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Aguirre, Z., y Yaguana, C. (2014). Parque universitario de educación ambiental y recreación Ing. Francisco Vivar Castro. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/parque-universitario-francisco-vivar-c-unl.pdf>
- Aguirre, Z., Aguirre, N., y Muñoz, J. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24 (2), 523-542. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2413-32992017000200006](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992017000200006)
- Aguirre, N., Gaona, T., y Samaniego, C. (2019). Valoración ecológica y económica del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 26 (1), 305-324. <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n1/a14v26n1.pdf>.
- Aguirre, Z. (2019). *Métodos para medir la biodiversidad*. (1<sup>ra</sup> ed). Universidad Nacional de Loja. Loja. Ecuador. ISBN: 978-9942-36-127-1. [https://www.academia.edu/43784264/UNIVERSIDAD\\_NACIONAL\\_DE\\_LOJA\\_FACULTAD\\_AGROPECUARIA\\_Y\\_DE\\_RECURSOS\\_NATURALES\\_RENOVABLES\\_CARRERA\\_DE\\_INGENIERIA\\_FORESTAL\\_M%3%89TODOS\\_PARA\\_MEDIR\\_LA\\_BIODIVERSIDAD](https://www.academia.edu/43784264/UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_LOJA_FACULTAD_AGROPECUARIA_Y_DE_RECURSOS_NATURALES_RENOVABLES_CARRERA_DE_INGENIERIA_FORESTAL_M%3%89TODOS_PARA_MEDIR_LA_BIODIVERSIDAD)
- Aguirre, F. (2020). *Manual de formación de incendios forestales para cuadrillas*. Aragón, España: Natural de Aragón.

- [https://www.aragon.es/documents/20127/674325/MANUAL\\_INCENDIOS\\_CUADRI LLAS.pdf/7a477952-318e-3110-a2df-94692725ab98](https://www.aragon.es/documents/20127/674325/MANUAL_INCENDIOS_CUADRI LLAS.pdf/7a477952-318e-3110-a2df-94692725ab98)
- Aguirre, Z., Merchán, J., y Geadá, G. (2022). Dinámica de crecimiento de especies forestales en el bosque andino del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador. *CFORES*, 10(3), 292-306. <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v10n3/2310-3469-cfp-10-03-292.pdf>
- Alcázar, J. (2013). El método fitosociológico. Universidad de Murcia, España. <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema11.pdf>
- Álvarez, L., Sanz, A, Romera, G., Sampérez, P., Callejo, M., y Gaecés, V. (2013). Historia del fuego y la vegetación en una secuencia holocena del pirineo central: la basa de la mora. *Cuadernos de Investigación geográfica*, 39(1), 77-95. <https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/cig/article/view/2000/1869>
- Armenteras, D., González, T., Ríos, O., Elizalde, M., y Oliveras, I. (2020). Incendios en ecosistemas del norte de Suramérica: avances en la ecología del fuego tropical en Colombia, Ecuador y Perú. *Caldasia*, 42(1), 1-16. <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v42n1/0366-5232-cal-42-01-1.pdf>
- Bañuelos, A., García, R., y Pérez, A. (2014). Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque templado de pino-encino en Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(24), 161-183. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322014000400013&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322014000400013&script=sci_abstract&tlng=pt)
- Becerra, P., Figueroa, C., y Meza, A. (2022). Dinámica post-incendio de la vegetación en la localidad de Rastrojos, Chile central. *Gayana Botánica*, 79(1), 10-26. <https://www.scielo.cl/pdf/gbot/v79n1/0717-6643-gbot-79-01-10.pdf>
- Bermeo, J. (2022). *Estudio de la dinámica del ecosistema páramo a lo largo de la gradiente altitudinal, en el Parque Nacional Podocarpus, provincia de Loja, Ecuador* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26443/1/Jessica%20Susana%20Bermeo%20Abad.pdf>
- Bravo, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*. Quito-Ecuador: Editorial Universitaria Abya-Yala. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf>
- Cadena, D., Flores, J., Flores, A., y Lomelí, M. (2020). Efecto de incendios en la vegetación de sotobosque y propiedades químicas de suelo de bosques templados. *Agro productividad*, 13(4), 65-72.

- Campo, M. y Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía*, 34 (2), 25-42.  
[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/77965/CONICET\\_Digital\\_Nro.0faf6eb0-4d4f-477a-87ab-e3cc36203615\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/77965/CONICET_Digital_Nro.0faf6eb0-4d4f-477a-87ab-e3cc36203615_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Castillo, M., Pedernera, P., y Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Ambiente y Desarrollo de CIPMA*, 11 (3), 44-53.  
<https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/GRFFS/18.pdf>
- Castillejo, R., Prieto, R., y Blanco, A. (2005). El lenguaje y las teorías de los alumnos en la comprensión de la combustión. *Enseñanza de las ciencias*, 1-7.  
[https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp154lenteo.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp154lenteo.pdf)
- Castro, A., Gil, P., y Morales, M. (2020). Vegetación asociada con helechales en el Parque Nacional Natural Serranía de Los Yariquíes, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 68 (4), 1107-1115. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v68n4/0034-7744-rbt-68-04-1107.pdf>
- Camacho, M. (2014). Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *Anales*, 1(372), 78-92.  
<https://doi.org/10.29166/anales.v1i372.1241>
- Comisión Nacional Forestal. (2010). Incendios forestales: guía práctica para comunicadores. Guadalajara, Jalisco, México. Efecto Marketing.  
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/236Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf>
- Chao, A., y Jost, L (2012). Extrapolación y rarefacción basadas en cobertura: estandarización de muestras por integridad en lugar de tamaño. *Ecología*, 93(12), 2533-2547.  
<https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Chao, A., Gotelli, NJ, Hsieh, TC, Sander, EL, Ma, KH, Colwell, RK y Ellison, AM (2014). Rarefacción y extrapolación con números de Hill: un marco para el muestreo y la estimación en estudios de diversidad de especies. *Monografías Ecológicas*, 84, 45-67.  
<https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>
- Chao, A., Ma, KH y Hsieh, TC (2016) iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software para la interpolación y extrapolación de la diversidad de especies. Guía del usuario y del programa publicada en  
[http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software\\_download/inext-online/](http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/inext-online/).



- Chen, Y., Morton, D., Jin, Y., Collatz, G., Kasibhatla, P., Werf, G., Fries, R., y Randerson, J. (2013). Long-term trends and interannual variability of forest, savanna and agricultural fires in South America. *Carbon Management*, 4(6), 617-638. <https://doi.org/10.4155/cmt.13.61>
- Chargoy, C. (2004). Manejo de la sucesión ecológica como herramienta de diversificación agrícola y conservación de las selvas. En J. Chávez (Eds), *Manejo de la diversidad de cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. Cali, Colombia. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6ptxbNgluVkC&oi=fnd&pg=PA131&dq=sucesi%C3%B3n+ecol%C3%B3gica+concepto&ots=U7mCcKEoIl&sig=wCLTt5D7SPj\\_xU\\_\\_fZhghU2DmlQ#v=onepage&q=sucesi%C3%B3n%20ecol%C3%B3gica%20concepto&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6ptxbNgluVkC&oi=fnd&pg=PA131&dq=sucesi%C3%B3n+ecol%C3%B3gica+concepto&ots=U7mCcKEoIl&sig=wCLTt5D7SPj_xU__fZhghU2DmlQ#v=onepage&q=sucesi%C3%B3n%20ecol%C3%B3gica%20concepto&f=false)
- Chiquin, M., y Velecela, D. (2015). *Estudio de la diversidad florística y características del suelo dentro de un proceso de restauración activa luego de un período de lluvia, en la zona de influencia del “Cerro Puntas” nororiente de Quito*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9129/6/UPS-ST001499.pdf>
- Chuncho, C., y Chuncho, G. (2019). Páramos del Ecuador, importancia y afecciones: una revisión. *Bosques Latitud Cero*, 9(2). [https://drive.google.com/file/d/1\\_m4ZobqzjfgTfv2S3CvB4AIjSh5IIPnS/view](https://drive.google.com/file/d/1_m4ZobqzjfgTfv2S3CvB4AIjSh5IIPnS/view)
- Cuesta, J., y Giraldo, I. (2013). Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo. *Estado del arte. Activa*, 5, 59-67. <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/130/115>
- Cuesta, F., y Becerra, M. (2012). Biodiversidad y cambio climático en los Andes: Importancia del monitoreo y el trabajo regional. *REDESMA*, 6(1), 20-27. [https://web.archive.org/web/20180723130011id\\_/http://cebem.org/cmsfiles/articulos/REDESMA\\_13\\_art02.pdf](https://web.archive.org/web/20180723130011id_/http://cebem.org/cmsfiles/articulos/REDESMA_13_art02.pdf)
- Cueva, J., y Chalán, L. (2010). *Cobertura vegetal y uso actual del suelo de la provincia de Loja. Informe Técnico. Departamento de Sistemas Información Geográfica de Naturaleza & Cultura Internacional*. Loja, Ecuador: Gráficas Amazonas. <https://www.naturalezaycultura.org/docs/Informe%20Cobertura%20Vegetal.pdf>
- Cueva, J. (2022). *Caracteres funcionales en la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro y su relación con factores climáticos* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja].

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25687/1/Joao%20Javier%20Cueva%20Abad.pdf>

- Eguiguren, P., Ojeda, T., y Aguirre, N. (2015). Patrones de diversidad florística a lo largo de la gradiente altitudinal del páramo del Parque Nacional Podocarpus: En Aguirre et al. (Editores). *Cambio climático y Biodiversidad: Estudio de caso de los páramos del Parque Nacional Podocarpus, Ecuador. Programa de biodiversidad y Servicios Ecosistémicos*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador: EDILOJA.
- Escobar, M. (2020). *Régimen de fuego de las selvas tropicales húmedas del sur de México e implicaciones para su restauración* [Tesis de Maestría, Universidad de Sherbrooke]. [https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/2154/1/60696\\_Documento.pdf](https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/2154/1/60696_Documento.pdf)
- Espinoza, C. (2019). *Medidas de Alpha diversidad, rarefacción*. GitHub. <https://ciespinosa.github.io/AlphaDiversidad/rarefaccion.html>
- Espinoza, I., Zenteno, M., Chávez, J., Moreira, V., Solarte, K., y Intriago, F. (2018). Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *TEMAS AGRARIOS*, 23(2). 177-187. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6587923>
- Fernández, D. (2019). Análisis de biodiversidad con vegan y biodiversityR. Rpubs. <https://rpubs.com/dsfernandez/468964>
- Fernández, V., Marcos, E., Fule, P., Reyes, O., Santana, V., y Calvo, L. (2020). Los regímenes de incendios dan forma a la diversidad y las características de la vegetación en diferentes condiciones climáticas. *Ciencia del Medio Ambiente Total*, 716, 137-137. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720306471>
- Francés, M., Rodríguez, M., Becerra, L., Cabrera, Rodríguez, R., y Dangel, A. (2021). Casualidad de los incendios forestales en Pinar del Río, Cuba (1975-2018). *Colombia forestal*, 24(2), 24-38. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-07392021000200024](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392021000200024)
- Franzese, J., y Germandi, L. (2012). Effect of fire on recruitment of two dominant perennial grasses with different palatability from semi-arid grasslands of NW Patagonia (Argentina). *Plant Ecology*, 213(3), 471-781. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11258-011-9995-y>
- García, M., Aguirre, Zh., y Peña, J. (2021). Diversidad florística, endemismo y estado de conservación de los componentes arbustivo y herbáceo de un bosque andino en el sur

- del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 83-96.  
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/895>
- Giacomotti, J., Reynel, C., Fernández, R., Revilla, I., Palacios, S., Terreros, S., y Linares. R. (2021). *Folia Amazónica*, 30(1), 1-14. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v30i1.533>
- Gil, P., Morales, M., y Jácome, J. (2020). Estructura del bosque altoandino y páramo en el Macizo de Bijagual, Boyacá, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 68(3), 765-776. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v68i3.34912>
- Gómez, P., Cavieres, L., y Pausas, J. (2017). Postfire responses of the woody flora of Central Chile: Insights from a germination experiment. *Plos One*, 12(7), 1-12. <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0180661&type=printable>
- González, P. (2017). Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONC UENTA&prmID=39186>
- Goreta, J. (2022). Bosques nativos fueron los más afectados por incendios y se requieren acciones de prevención. *Revista de divulgación científica Sol*, 10, 10-15. <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/sol/article/view/5919/0>
- Gowda, J. (2020). Comunidades vegetales y ecosistemas terrestres. Universidad Nacional del Comahue. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/15918?show=full>
- Gowda, J., y Kitzberger, T. (2013). Procesos y/o disturbios del Parque Nacional Nahuel Huapi. Política Forestal. [https://www.researchgate.net/publication/239937895\\_Procesos\\_yo\\_disturbios\\_natural\\_es\\_del\\_Parque\\_Nacional\\_Nahuel\\_Huapi](https://www.researchgate.net/publication/239937895_Procesos_yo_disturbios_natural_es_del_Parque_Nacional_Nahuel_Huapi)
- Grande, J., Mohedano, L., y Razo, R. (2010). Cambios en el suelo y vegetación de un bosque de pino afectado por incendio. *Tierra latinoamericana*, 28(1), 79-87. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n1/v28n1a9.pdf>
- Guamán, C., Espín, M., Jaya, J., y Taraguay, M. (2022). Los incendios forestales y su prevención en el Ecuador. *INNDEV-Innovation & Development Ciencias Del Sur*, 1(1), 1-8. <https://www.itscs-cicc.com/ojs/index.php/inndev/article/view/32/1>
- Guarín, F., Cano, D., Ortiz, R. (2021). Estado de conservación de las especies de planas angiospermas de los páramos de Antioquia. *Acta Biológica Colombiana*, 27(2), 177-185. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n2.89521>

- Hallet, L., Flynn, D., y Jones, S. (2020). Temporal diversity índices. RStudio. [https://cran.r-project.org/web/packages/codyn/vignettes/Temporal\\_Diversity\\_Indices.html](https://cran.r-project.org/web/packages/codyn/vignettes/Temporal_Diversity_Indices.html)
- Hallet, L., Jones, S., Andrew, A., Jones, M., Flynn, D., Ripplinger, J., y Collins, S. (2016). Codyn: un paquete R de métricas de dinámica comunitaria. *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 1146-1151. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/2041-210X.12569>
- Hsieh, T., y Chao, A. (2016). iNEXT: un paquete R para rarefacción y extrapolación de diversidad de especies (números de Hill). *Methods in Ecology and Evolution*, 7 (12), 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Iturre, M., Araujo, P., Rueda, M., Rueda, C., y Pece, M. (2020). Reclutamiento y mortalidad de las especies arbóreas del Chaco Semiárido Argentina, *Revista de Ciencias Forestales*, 28(2), 134-144. [https://www.redalyc.org/journal/481/48170468005/html/#redalyc\\_48170468005\\_ref17](https://www.redalyc.org/journal/481/48170468005/html/#redalyc_48170468005_ref17)
- Jaimés, V., y Sarmiento, L. (2002). Regeneración de la vegetación de páramo después de un disturbio agrícola en la cordillera oriental de Colombia. *ECOTROPICOS*, 15 (1), 61-74. [http://www.ciencias.ula.ve/icae/publicaciones/paramo/pdf/jaimes\\_2002.pdf](http://www.ciencias.ula.ve/icae/publicaciones/paramo/pdf/jaimes_2002.pdf)
- Jaksic, F., y Fariña, J. (2025). Incendios, sucesión y restauración ecológica en contexto. *Anales Instituto Patagonia*, 43(1), 23-34. <https://www.scielo.cl/pdf/ainpat/v43n1/art03.pdf>
- Jaramillo, P., y Muñoz, L. (2009). *Evaluación de la regeneración natural de especies forestales del bosque tropical de montaña en la estación científica san francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivo* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5362/1/Jaramillo%20S%c3%a1nchez%20Lenin%20%26%20Mu%c3%b1oz%20Chamba%20Luis.pdf>
- Jaramillo, N., Peña, J., Eras, T., y Aguirre, Z. (2020). *Flora característica del “Parque Universitario Francisco Vivar Castro”*. Loja, Loja: Field Guides. [https://www.researchgate.net/publication/342110591\\_Flora\\_Characteristica\\_del\\_Parque\\_Universitario\\_Francisco\\_Vivar\\_Castro](https://www.researchgate.net/publication/342110591_Flora_Characteristica_del_Parque_Universitario_Francisco_Vivar_Castro)
- Kindt, R. (2022). Paquete para ecología comunitaria y análisis de idoneidad. Worl Agroforestry Centre. <https://vps.fmvz.usp.br/CRAN/web/packages/BiodiversityR/BiodiversityR.pdf>
- Lázaro, A. (2017). *Mecanismos de diseminación de semillas y su relación con la composición florística de las comunidades vegetales salmantinas* [Tesis de grado, Universidad de Salamanca]. [https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/136842/TFG\\_LazaroGilJimenaMecanis](https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/136842/TFG_LazaroGilJimenaMecanis)

- mosdeDiseminaci%3%b3ndeSemillasysuRelaci%3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., y Navarrete, H. (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.  
<https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/paramos/>
- López, A., Ruíz, R., Sánchez, M., y Velázquez, C. (2022). *Manual de uso del fuego en paisajes ganaderos*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.  
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11763>
- Llovería, R., Cabello, F., Martín, A., Vlassova, L., Riva, J. (2014). La severidad del fuego: revisión de conceptos, métodos y efectos ambientales. En *Geoecología, cambio ambiental y paisaje: homenaje al profesor José María García Ruiz*. Zaragoza, España: Geoforests.
- Lorenzo, P., y González, L. (2010). Alelopatía: una característica ecofisiológica que favorece la capacidad invasora de las especies vegetales. *Ecosistemas*, 19(1), 79-91.  
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/57>
- Lozano, P., Busmann, R., Kupers., y Lozano, D. (2008). Deslizamientos naturales y comunidades pionera de ecosistemas montanos al occidente del Parque Nacional Podocarpus (Ecuador). *Caldasia*, 30 (1), 1-19.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v30n1/v30n1a1.pdf>
- Mármol, M. (2022). *Análisis de pérdida de cobertura vegetal en el área de incendio del páramo Mojanda-Cajas, cantón Otavalo* [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte].  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12975/2/03%20RNR%20423%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Martín, C. (2022). *Supervivencia y vigor de rebrote post-fuego en Schinopsis marginata, árbol característico del Chaco Serrano* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Córdoba].  
<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/29197/Tesina%20Mart%c3%adn%2c%20Candela%20B..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meza, M., Barreto, S., Palacios, A., Gonzáles, T., y Armenteras, D. (2021). *Perspectivas para el manejo integral del fuego en la cuenca del río Bita*. Bogotá, Colombia: USAID.  
[https://www.researchgate.net/profile/Maria-Constanza-Meza-Elizalde/publication/355158861\\_Perspectivas\\_para\\_el\\_Manejo\\_Integral\\_del\\_Fuego\\_Rio\\_Bita/links/6160abee1eb5da761e660070/Perspectivas-para-el-Manejo-Integral-del-Fuego-Rio-Bita.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Constanza-Meza-Elizalde/publication/355158861_Perspectivas_para_el_Manejo_Integral_del_Fuego_Rio_Bita/links/6160abee1eb5da761e660070/Perspectivas-para-el-Manejo-Integral-del-Fuego-Rio-Bita.pdf)

- Ministerio del Ambiente. (2016). Sistema nacional de control forestal. Ministerio del Ambiente (MAE). Quito, Ecuador. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/1.CONTROL-FORESTAL.pdf>
- Mondragón, J., Vibrans, H., y Tenorio, P. (2007). Malezas de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/stipachu/fichas/ficha.htm#9.%20Referencias>
- Montalván, C., Parra, C., Álvarez, J., Mendoza, P., Laime, J., y Laredo, I. (2021). Plantas leñosas altoandinas, entre los efectos de enfermería y competencia en un bosque altoandino de *Polylepis*. *Earth and Environmental Science*, 1009(1). 1-8. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1009/1/012010/meta>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: Sociedad Entomológica Aragonesa. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Morales, M. (2021). *Efectos del tipo de restauración en la riqueza y cobertura vegetal de tres estados de conservación en los páramos de Cotopaxi y Antisana* [Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/24857/1/FCB-CB-MORALES%20MIKAELA.pdf>
- Myers, R. (2006). *Convivir con el fuego. Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el manejo integral del fuego*. Tallahassee, Estados Unidos: The Nature Conservancy. [https://www.conservationgateway.org/Documents/el\\_manejo\\_integral\\_del\\_fuego.pdf](https://www.conservationgateway.org/Documents/el_manejo_integral_del_fuego.pdf)
- Molina, F., y Farinós, M. (2012). *Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales*. Valencia, España: Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/handle/10251/16285>
- Mosquera, H., Ibargúen, R., y Palacios, Y. (2009). Mortalidad y reclutamiento de árboles en un Bosque Pluvial Tropical del Chocó (Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62(1), 4855-4868. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a13v62n1.pdf>
- Mueller-Dombois D., & Ellenberg, H. (1974). Objetivos y métodos de la ecología de la vegetación. *Geographical Review*, 66 (1), 114. [https://www.researchgate.net/publication/259466952\\_Aims\\_and\\_Methods\\_of\\_Vegetation\\_Ecology](https://www.researchgate.net/publication/259466952_Aims_and_Methods_of_Vegetation_Ecology)

- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(2), 130-143. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326/294>
- Muñoz, L., Ulloa, E., Muñoz, J., y Aguirre, Z. (2022). Composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales en el sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 12(2), 13-25. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/1616>
- Neger, C., Delgado, L., y Sarmiento, G. (2022). La investigación geográfica de los incendios forestales en México: una perspectiva bibliométrica y territorial. *Investigaciones geográficas*, 108, 1-17. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112022000200104&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112022000200104&script=sci_arttext)
- Núñez, B. (1991). Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. *Hidrobiológica*, 1(1), 87-97. <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/hidrobiologica/index.php/revHidro/article/view/523/117>
- Ocampo, K., y Bravo, S. (2018). Reclutamiento de especies en bosques expuestos a incendios: una revisión. *Ecosistemas*, 28(1), 106-117. <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1642>
- Ojasti, J. (2001). *Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas*. Quito, Ecuador: Biblioteca Digital Andina, 220. <http://intranet.comunidadandina.org/documentos/bda/CAN-BIO-0012.pdf>
- Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P., y Weedon, J. (2022). Paquete de Ecología Comunitaria. Compilación de necesidades. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>
- Oña, E. (2016). *Los Incendios Forestales en el área ecológica dentro del Cerro Ilaló, Valle de Los Chillos, en los sectores vulnerables de contaminación; El Tingo, Alangasí y las consecuencias jurídicas en la naturaleza en el año 2015* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5805/1/T-UCE-0013-Ab-051.pdf>
- Orden, E. (2020). Sucesión ecológica: tendencias esperadas. Universidad Nacional de Catamarca. <http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/ecologia%20/Sucesion.pdf>
- Ortega, R. (2020). *Estudio de la beta diversidad en la sucesión ecológica* [Tesis de grado, Universidad de Jaén]. <https://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/11302>

- Incendios forestales: una visión desde la ecología*. Madrid, España: Editorial Los libros de la Cararata.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=i1jZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&q=incendios+forestales&ots=0KNxHVvSAH&sig=QHxQyNhxQAtm7LXSo\\_sq-a-2PpU#v=onepage&q=incendios%20forestales&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=i1jZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&q=incendios+forestales&ots=0KNxHVvSAH&sig=QHxQyNhxQAtm7LXSo_sq-a-2PpU#v=onepage&q=incendios%20forestales&f=false)
- Pazmiño, D. (2019). Peligro de incendios forestales asociados factores climáticos en Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y desarrollo*, 1(1), 10-18.  
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/1800/1701>
- Peláez, E., Gradilla, S., Jiménez, A., Pérez, J., Gómez, M., y Salicrup, D. (2018). *Guía técnica divulgativa para el uso de modelos de comportamiento del fuego para los tipos de combustibles forestales en México*. Jalisco, México. <https://old-snigf.cnf.gob.mx/wp-content/uploads/Incendios/Insumos%20Manejo%20Fuego/Modelos%20combustibles/Guia%20modelos.pdf>
- Pérez, F. (2006). El fuego: química y espectáculo. *Anales de Química de la RSEQ*, 102(2), 54-59. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2006399>
- Pérez, G., Márquez, M., Cortés, A., y Salmerón, M. (2013). Análisis espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales en Durango, México. *Madera bosques*, 19(2), 37-58.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v19n2/v19n2a3.pdf>
- Pelliza, I., Souto, C., y Tadey, M. (2022). ¿Cómo afecta el ganado doméstico a la biomasa y la fecundidad de distintos tipos sucesionales de especies en el Monte Patagónico? *Ecología Austral*, 32(2), 453-468.  
[https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia\\_Austral/article/view/1825/1295](https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1825/1295)
- Plana, E., Font, M., y Serra, M. (2016). *Los incendios forestales, guía para comunicadores y periodistas*. Cataluña, España: Ediciones CTFC.  
[https://efirecom.ctfc.cat/docs/efirecomperiodistes\\_es.pdf](https://efirecom.ctfc.cat/docs/efirecomperiodistes_es.pdf)
- Pickering, C., y Butler, S. (2009). Patrones en la densidad de especies de plantas vasculares en un herbazal alpino alto a lo largo de un gradiente altitudinal creciente en una región alpina australiana. *Australian Journal of Botany*, 57(3), 210-220.  
<https://doi.org/10.1071/BT08202>
- Pulgar, I., Izco, J., y Jadán, O. (2010). *Flora selecta de los pajonales de Loja, Ecuador*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala.  
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56546.pdf>
- Ramírez, H., Torres, A., y Serrano, J. (2022). Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque nublado de la cordillera de los Andes, Venezuela. *Sociedad Venezolana de*



- Ecología*, 15(2), 177-184. [https://www.researchgate.net/profile/Hirma-Angulo/publication/230845981\\_Mortalidad\\_y\\_reclutamiento\\_de\\_arboles\\_en\\_un\\_bosque\\_nublado\\_de\\_la\\_Cordillera\\_de\\_Los\\_Andes\\_de\\_Venezuela/links/0c96052b4c3f348f4f000000/Mortalidad-y-reclutamiento-de-arboles-en-un-bosque-nublado-de-la-Cordillera-de-Los-Andes-de-Venezuela.pdf?\\_sg%5B0%5D=started\\_experiment\\_milestone&origin=journalDetail](https://www.researchgate.net/profile/Hirma-Angulo/publication/230845981_Mortalidad_y_reclutamiento_de_arboles_en_un_bosque_nublado_de_la_Cordillera_de_Los_Andes_de_Venezuela/links/0c96052b4c3f348f4f000000/Mortalidad-y-reclutamiento-de-arboles-en-un-bosque-nublado-de-la-Cordillera-de-Los-Andes-de-Venezuela.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail)
- Ramos, M., y Orth, X. (2007). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, *Sup* (80), 69-84. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57708008>
- Resco, V., Karavini, A., Boer, M., Baudena, M., Colinas, C., Sierra, R., y Salamanca, A. (2018). Deforestación inducida por el fuego en bosques mediterráneos sometidos a sequía. *Foresta*, 70, 56-65. [https://www.researchgate.net/profile/Alvaro-Enriquez-De-Salamanca-Sanchez-Camara/publication/325177237\\_Deforestacion\\_inducida\\_por\\_el\\_fuego\\_en\\_bosques\\_mediterraneos\\_sometidos\\_a\\_sequia/links/5afc416daca272e7302d167c/Deforestacion-inducida-por-el-fuego-en-bosques-mediterraneos-sometidos-a-sequia.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alvaro-Enriquez-De-Salamanca-Sanchez-Camara/publication/325177237_Deforestacion_inducida_por_el_fuego_en_bosques_mediterraneos_sometidos_a_sequia/links/5afc416daca272e7302d167c/Deforestacion-inducida-por-el-fuego-en-bosques-mediterraneos-sometidos-a-sequia.pdf)
- Rivera, M. (14 de mayo de 2015). La importancia de la biodiversidad. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). CONACYT. <https://www.ciad.mx/la-importancia-de-la-biodiversidad/#:~:text=La%20biodiversidad%20de%20las%20especies,menos%20importante%2C%20nos%20colma%20la>
- Ríos, O. (2002). Disturbios, patrones sucesionales y grupos funcionales de especies en la interpretación de matrices de paisaje en los páramos. *Pérez-Arbelaezia*, 13, 73-89. <https://perezarbelaezia.jbb.gov.co/index.php/pa/article/view/91>
- Rivero, A. (2020). Diversidad y distribución de los endemismos de Asteraceae (Compositae) en la Flora del Ecuador. *Collectanea Botánica*, 39, 2-46. <https://doi.org/10.3989/collectbot.2020.v39.001>
- Robert, S. (2022). Sucesión (ecológica). *Kineshma*. <https://es.kineshma.net/Succession-ecological-9563>
- Rodríguez, M., Rodríguez, R., Valdés, I., Manrique, T., Tapia, M., Jiménez, A., Cantos, B., y Calderón, S. (2022). *Investigaciones sobre el comportamiento histórico de los incendios forestales*. Quito, Ecuador: Mawil Publicaciones de Ecuador, 2022. <https://mawil.us/wp-content/plugins/pdfjs-viewer-shortcode/pdfjs/web/viewer.php?file=https://mawil.us/wp->

content/uploads/2022/09/investigaciones-sobre-el-comportamiento-historico-de-los-incendios-forestales.pdf&attachment\_id=8453&dButton=true&pButton=true&oButton=false&sButton=true#zoom=auto&pagemode=none&\_wpnonce=c0b78b997a

- Rojano, A., Paredes, W., Caiza, D., Y Carillo, J. (2022). La incidencia de los incendios forestales en el cantón Santiago de Píllaro. *NNDEV - Innovation & Development Ciencias del Sur*, 1(1), 50–55. <https://www.itscs-cicc.com/ojs/index.php/inndeve/article/view/5>
- Ruíz, M. (2006). Incendios forestales. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 81, 60-66. <https://www.redalyc.org/pdf/644/64408110.pdf>
- Sabogal, A., y Quinteros, Y. (2013). Diversidad vegetal y uso antrópico de los páramos de Samanga (sectores Espíndola y el toldo) y San Juan de Cachiaco (caseríos San Juan y Totorá), Ayabaca, Piura. *Ecología Aplicada*, 12 (1), 10-17. <https://www.redalyc.org/pdf/341/34129467002.pdf>
- Sánchez, J., Ibáñez, J. Sanz, J. (1991). Impacto ecológico de los incendios forestales. *Al-Basil: Revista de estudios albacetenses*, 29, 105-117. <https://dialnet.unirioja.es/metricas/documentos/ARTREV/1311669>
- Sánchez, J. (2021). *Banco de semillas del suelo en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), Loja, Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24064/1/Johanna%20Michelle%20Sanchez%20Bermeo.pdf>
- Sarandón, S., y Flores, C. (2014). *Agroecología. Desarrollo y evolución de los ecosistemas*. Buenos Aires, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP)<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>
- Sarango, C., Muñoz, J., Muñoz, L., y Aguirre, Z. (2019). Impacto ecológico de un incendio forestal en la flora del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 9 (2), 101-114. [https://www.researchgate.net/publication/338458515\\_Impacto\\_ecologico\\_de\\_un\\_incendio\\_forestal\\_en\\_la\\_flora\\_del\\_paramo\\_antropico\\_del\\_Parque\\_Universitario\\_Francisco\\_Vivar\\_Castro\\_Loja\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/338458515_Impacto_ecologico_de_un_incendio_forestal_en_la_flora_del_paramo_antropico_del_Parque_Universitario_Francisco_Vivar_Castro_Loja_Ecuador)
- Sabattini, A., y Sabattini, R (2018). Sucesión vegetal y restauración ecológica. *Agropecuaria*, 22 (1-2), 31 – 53.

- [https://www.researchgate.net/publication/339366738\\_Sucesion\\_vegetal\\_y\\_restauracion\\_ecologica](https://www.researchgate.net/publication/339366738_Sucesion_vegetal_y_restauracion_ecologica)
- Sabuco, P. (2013). La problemática de los incendios forestales y bases para su teledetección en el Perú. *Apuntes de Ciencia y Sociedad*, 3(2), 140-149. <http://journals.continental.edu.pe/index.php/apuntes/issue/view/17/8>
- Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2020). Incendios forestales. Programas y servicios. SNGRE. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/incendios-forestales/#>
- Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2020). Informe de situación- Incendios forestales. SNGRE. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/Informe-de-Situaci%C3%B3n-No-45-Incendios-Forestales-22092020.pdf>
- Soler, P., Berroterán, J., Gil, J., y Acosta, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62 (1-4), 25-37. [https://www.researchgate.net/publication/290436874\\_Indice\\_valor\\_de\\_importancia\\_diversidad\\_y\\_similaridad\\_floristica\\_de\\_especies\\_lenosas\\_en\\_tres\\_ecosistemas\\_de\\_los\\_llanos\\_centrales\\_de\\_Venezuela](https://www.researchgate.net/publication/290436874_Indice_valor_de_importancia_diversidad_y_similaridad_floristica_de_especies_lenosas_en_tres_ecosistemas_de_los_llanos_centrales_de_Venezuela)
- Solera, J., y Guerrero, C. (2007). Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas. *Incendios Forestales, Suelos y Erosión Hídrica*, 01, 5-4} 0. [https://www.researchgate.net/publication/229187257\\_Efectos\\_de\\_los\\_incendios\\_forestales\\_en\\_las\\_propiedades\\_edaficas](https://www.researchgate.net/publication/229187257_Efectos_de_los_incendios_forestales_en_las_propiedades_edaficas)
- Solera, J., y Cerda, A. (2009). Incendios forestales en España. Ecosistemas terrestres y suelos. *Efectos de los incendios forestales sobre los suelos de España*, [https://www.senderismograncanaria.com/descargas/gestion-ambiental/10\\_Incendios\\_forestales.pdf](https://www.senderismograncanaria.com/descargas/gestion-ambiental/10_Incendios_forestales.pdf)
- Tillaguango, J. (2022). *Evaluación del manejo de áreas de páramo antrópico afectadas por incendios forestales y ocupadas por Pteridium arachnoideum (Kaulf.) Maxon (Llashipa) en el Parque Universitario "Francisco Vivar Castro"* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25754/1/Jhoana%20Elizabeth%20Tillaguango%20Pintado.pdf>

- Trujillo, C., y Cárdenas, M. (2018). Riqueza florística y recambio de especies en la vertiente orinoquense de los andes, Colombia. *Colombia Forestal*, 21(1), 18-33. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/11848/13317>
- Úbeda, X., y Francos, M. (2018). Incendios forestales. Un fenómeno global. *Biblio3W*, 23(1.253), 1-8. <https://raco.cat/index.php/Biblio3w/article/view/344019/435140>
- Valencia, J., Trujillo, L., y Vargas, O. (2012). Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 40-58. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/262/260>
- Vásconez, P., y Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. En M. Moraes., B. Ollgaard., L. Kvist., y H. Balslev (Eds.), *Botánica Económica Los Andes Centrales*, 91-109. Universidad Mayor de San Andrés.
- Vázquez, I., Rosado, O., López, F., Guamán, B., Trejo, F., y Romero, G. (2022). Uso y conservación de plantas medicinales obtenidas de agroecosistemas y ecosistemas por los grupos étnicos Mochó y Kakchikel del sureste de Chiapas, México. *Blacpma*, 22(1), 100-114. <http://www.blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/326/334>
- Vega, A., y Rojas, E. (1999). Efecto del tiempo entre los censos sobre la estimación de las tasas anuales de mortalidad y de reclutamiento de árboles (períodos de 1, 4 y 5 años). *Crónica Forestal y del Medio Ambiente*, 14, 42-57. [https://www.researchgate.net/publication/254784518\\_Efecto\\_del\\_tiempo\\_entre\\_los\\_censos\\_sobre\\_la\\_estimacion\\_de\\_las\\_tasas\\_anuales\\_de\\_mortalidad\\_y\\_de\\_reclutamiento\\_de\\_arboles](https://www.researchgate.net/publication/254784518_Efecto_del_tiempo_entre_los_censos_sobre_la_estimacion_de_las_tasas_anuales_de_mortalidad_y_de_reclutamiento_de_arboles)
- Villera, M. (2006). Incendios forestales. *Ciencias*, (081), 61-66. [https://efirecom.ctfc.cat/docs/efirecomperiodistes\\_es.pdf](https://efirecom.ctfc.cat/docs/efirecomperiodistes_es.pdf)
- Xavier, P., Melo, U., Pivello, V., Marrsd, R., Abilleira, P., Nascimento, J., y Matos, D. (2023). Combinando el control mecánico y la plantación de árboles para restaurar los bosques atlánticos montanos dominados por el helecho neotropical (*Pteridium arachnoideum*). *Forest Ecology and Management*, 529. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120657>
- Yaranga, P., Custodio, M., Chanamé, F., y Pantoja, R. (2018). Diversidad florística de pastizales según formación vegetal en la subcuenca del río Shullcas, Junín, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 511-517. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.06>

## 11. Anexos

**Anexo 1.** Matriz para la recolección de datos en campo

PN°	N°indi	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Estrato	Diámetro (cm)		Altura cm
						Dm 1	Dm 2	

**Anexo 2.** Matriz para la toma de datos en campo para el estrato herbáceo

Nombre científico	Familia	Estrato	Índice	Sociabilidad y dispersión

**Anexo 3.** Índice de valor de importancia simplificado IVI % de la vegetación herbácea del páramo entrópico del PUFVC del año 2022

<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>	<b>D</b>	<b>DR%</b>	<b>FR%</b>	<b>IVI%</b>
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Asteraceae	280	19,73	9,62	29,35
<i>Gaultheria erecta</i> Vent,	Ericaceae	276	19,45	9,62	29,07
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers,	Asteraceae	182	12,83	9,62	22,44
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	Ericaceae	176	12,40	6,73	19,13
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L,	Ericaceae	148	10,43	9,62	20,05
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Ericaceae	131	9,23	9,62	18,85
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	Lamiaceae	71	5,00	4,81	9,81
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	Melastomaceae	57	4,02	8,65	12,67
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Myrsinaceae	34	2,40	3,85	6,24
<i>Huveria peruviana</i> Cong,	Melastomaceae	17	1,20	0,96	2,16
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC	Asteraceae	12	0,85	5,77	6,61
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav, ex J.)	Ericaceae	6	0,42	3,85	4,27
<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth	Polygalaceae	5	0,35	0,96	1,31
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn,	Melastomaceae	5	0,35	0,96	1,31
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	4	0,28	1,92	2,20
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	4	0,28	2,88	3,17
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C, Jeffrey	Asteraceae	3	0,21	2,88	3,10
<i>Roupala obovata</i> Kunth	Proteaceae	3	0,21	2,88	3,10
<i>Macleania salapa</i> (Benth,) Hook, f, ex Hoerold	Ericaceae	2	0,14	1,92	2,06
<i>Morella pubescens</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd,) Wilbur	Myricaceae	1	0,07	0,96	1,03
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam,) R, Br,	Proteaceae	1	0,07	0,96	1,03
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl, et Cham	Pinaceae	1	0,07	0,96	1,03

**Anexo 4.** Índice de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) de las especies vegetales leñosas del páramo antrópico del PUFVC del año 2022

<b>Nombre científico</b>	<b># indi</b>	<b>Pi(n/N)</b>	<b>LN(Pi)</b>	<b>Pi*Lnpi</b>
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	280	0,197	-1,62	-0,32
<i>Gaultheria erecta</i> Vent,	276	0,195	-1,64	-0,32
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav,) Pers,	182	0,128	-2,05	-0,26
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	176	0,124	-2,09	-0,26
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L,	148	0,104	-2,26	-0,24
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	131	0,092	-2,38	-0,22
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	71	0,050	-3,00	-0,15
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl,) Triana	57	0,040	-3,21	-0,13
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	34	0,024	-3,73	-0,09
<i>Huveria peruviana</i> Cong,	17	0,012	-4,42	-0,05
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC	12	0,008	-4,77	-0,04
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav, ex J,)	6	0,004	-5,47	-0,02
<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth	5	0,004	-5,65	-0,02
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr,) Cogn,	5	0,004	-5,65	-0,02
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	4	0,003	-5,87	-0,02
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	4	0,003	-5,87	-0,02
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C, Jeffrey	3	0,002	-6,16	-0,01
<i>Roupala obovata</i> Kunth	3	0,002	-6,16	-0,01
<i>Macleania salapa</i> (Benth,) Hook, f, ex Hoerold	2	0,001	-6,56	-0,01
<i>Morella pubescens</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd,) Wilbur	1	0,001	-7,26	-0,01
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam,) R, Br,	1	0,001	-7,26	-0,01
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl, et Cham	1	0,001	-7,26	-0,01
Total				-2,23
Shannon - Wiener ( $H'$ ) (-1)				2,23
<b>Significado</b>				<b>Diversidad media</b>

**Anexo 5.** Especies vegetales leñosas del año 2017 y 2022 del páramo antrópico del PUFVC

<b>Especies leñosas 2017</b>	<b>Especies leñosas 2022</b>
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav,) Pers,	<i>Gaultheria erecta</i> Vent,
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L,	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav,) Pers,
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L,
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
<i>Gaultheria erecta</i> Vent,	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl,) Triana	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl,) Triana
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly
<i>Huberia peruviana</i> Cogn,	<i>Huberia peruviana</i> Cong,
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav, ex J,)	<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav, ex J,)
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L, f,	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr,) Cogn,
<i>Macleania salapa</i> (Benth,) Hook, f, ex Hoerold	<i>Alnus acuminata</i> Kunth
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr,) Cogn,	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C, Jeffrey
	<i>Roupala obovata</i> Kunth
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A, C, Sm,	<i>Macleania salapa</i> (Benth,) Hook, f, ex Hoerold
<i>Roupala obovata</i> Kunth	<i>Morella pubescens</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd,) Wilbur
	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam,) R, Br,
<i>Morella pubescens</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd,) Wilbur	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl, et Cham
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam,) R, Br,	
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl, et Cham	



**Anexo 6.** Comparativa del índice de valor de importancia IVI % de las especies vegetales leñosas del páramo antrópico del PUFVC periodo 2017-2022

<b>Nombre científico</b>	<b>IVI % 2017</b>	<b>IVI% 2022</b>
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	28,32	29,35
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers,	26,41	22,44
<i>Gaultheria erecta</i> Vent,	15,12	29,07
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	18,53	19,13
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	21,55	18,85
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L,	22,45	20,05
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	11,33	9,81
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	16,06	12,67
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	2,98	6,24
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC	5,84	6,61
<i>Huberia peruviana</i> Cogn,	2,64	2,16
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav, ex J.)	8,40	4,27
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	4,94	3,17
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn,	1,36	1,31
<i>Macleania salapa</i> (Benth,) Hook, f, ex Hoerold	1,36	2,06
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	2,22	2,20
<i>Roupala obovata</i> Kunth	2,22	3,10
<i>Morella pubescens</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd,) Wilbur	1,11	1,03
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam,) R, Br,	1,11	1,03
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schldl, et Cham	1,11	1,03
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C, Jeffrey	0,00	3,10
<i>Meclanea rupestris</i> (Kunth) A, C, Sm,	2,22	0,00
<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth	0,00	1,31
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L, f,	2,73	0,00

**Anexo 7.** Comparativo índice de Shannon 2017-2022 de las especies vegetales leñosas del páramo antrópico del PUFVC

<b>Nombre científico</b>	<b>Shannon 2017</b>	<b>Shannon 2022</b>
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	-0,31	-0,32
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav,) Pers,	-0,31	-0,26
<i>Gaultheria erecta</i> Vent,	-0,19	-0,32
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	-0,23	-0,26
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	-0,25	-0,22
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L,	-0,26	-0,24
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	-0,19	-0,15
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl,) Triana	-0,17	-0,13
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	-0,05	-0,09
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC	-0,08	-0,04
<i>Huberia peruviana</i> Cogn,	-0,07	-0,05
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav, ex J,)	-0,06	-0,02
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	-0,05	-0,02
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr,) Cogn,	-0,02	-0,02
<i>Macleania salapa</i> (Benth,) Hook, f, ex Hoerold	-0,02	-0,01
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	-0,02	-0,02
<i>Roupala obovata</i> Kunth	-0,02	-0,01
<i>Morella pubescens</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd,) Wilbur	-0,01	-0,01
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam,) R, Br,	-0,01	-0,01
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl, et Cham	-0,01	-0,01
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A, C, Sm,	-0,02	
<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth		-0,02
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C, Jeffrey		-0,01
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L, f,	-0,04	
Shannon - Wiener (H')	2,36 (Dm)	2,23 (Dm)

Dm: Diversidad media

**Anexo 8.** Matriz para la obtención del dendrograma del recambio de especies en relación con la ausencia y presencia de las especies vegetales leñosas del páramo del PUFVC

<b>P</b>	<b>Total</b>	<b>Aparece</b>	<b>Desaparece</b>
<b>1</b>	0,3076923	0,07692308	0,23076923
<b>2</b>	0,3846154	0,23076923	0,15384615
<b>3</b>	0,0000000	0,00000000	0,00000000
<b>4</b>	0,3571429	0,28571429	0,07142857
<b>5</b>	0,2142857	0,21428571	0,00000000
<b>6</b>	0,5000000	0,25000000	0,25000000
<b>7</b>	0,1428571	0,00000000	0,14285714
<b>8</b>	0,2727273	0,18181818	0,09090909
<b>9</b>	0,1428571	0,00000000	0,14285714
<b>10</b>	0,3636364	0,09090909	0,27272727

**Anexo 9.** Tasa de reclutamiento por parcela en el páramo antrópico del PUFVC

<b>Parcelas</b>	<b>N0 (2017)</b>	<b>Nt</b>	<b>1</b>	<b>Na (2022)</b>	<b>Tr %</b>
P1	114	140	26	197	4,19
P2	54	76	22	129	7,07
P3	105	130	25	163	4,36
P4	80	90	10	119	2,38
P5	65	72	7	133	2,07
P6	81	89	8	130	1,90
P7	66	84	18	111	4,94
P8	73	81	8	161	2,10
P9	62	101	39	132	10,25
P10	83	104	21	144	4,61

No: Número de individuos inicialmente inventariados; Nt: Número de individuos inicialmente inventariados más los individuos reclutados durante el periodo de tiempo  $Nt = No + 1$ ; Na: número de individuos actuales; Tr: tasa de reclutamiento

**Anexo 10.** Tasa de reclutamiento por especie en el páramo antrópico del PUFVC

<b>Especies</b>	<b>N0(2017)</b>	<b>Nt</b>	<b>Tr %</b>
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	145	181	4,54
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers,	130	146	2,35
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L,	99	108	1,76
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	92	104	2,48
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	76	105	6,68
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	58	66	2,62
<i>Gaultheria erecta</i> Vent,	57	126	17,19
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	49	49	0,00
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC	15	15	0,00
<i>Huberia peruviana</i> Cogn	13	13	0,00
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav, ex J.)	12	12	0,00
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	8	8	0,00
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	8	12	8,45
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L, f,	6	6	0,00
<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook, f, ex Hoerold	3	3	0,00
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn,	3	3	0,00
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	2	4	14,87
<i>Meclanea rupestris</i> (Kunth) A, C, Sm,	2	2	0,00
<i>Roupala obovata</i> Kunth	2	2	0,00
<i>Morella pubescens</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd.) Wilbur	1	1	0,00
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R, Br,	1	1	0,00
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltldl, et Cham	1	1	0,00

No: Número de individuos inicialmente inventariados; Nt: Número de individuos inicialmente inventariados más los individuos reclutados durante el periodo de tiempo  $Nt = No + 1$ ; Tr: tasa de reclutamiento,

**Anexo 11.** Tasa de mortalidad por parcela en el páramo antrópico del PUFVC

<b>Parcelas</b>	<b>N0 (2017)</b>	<b>Ns</b>	<b>Mu</b>	<b>Na (2022)</b>	<b>Tm %</b>
P1	114	102	12	197	2,20
P2	54	26	28	129	13,60
P3	105	89	16	163	3,25
P4	80	59	21	119	5,91
P5	65	29	36	133	14,91
P6	81	71	10	130	2,60
P7	66	52	14	111	4,66
P8	73	64	9	161	2,60
P9	62	44	18	132	6,63
P10	83	73	10	144	2,53

No: Número de individuos inicialmente inventariados; Na: número de individuos actuales; Ns: número de individuos inicialmente inventariados sobrevivientes en un inventario posterior, después de un intervalo de tiempo,  $Ns = No - Mu$ ; Mu: número de individuos muertos en un intervalo t de tiempo,

**Anexo 12.** Tasa de mortalidad por especie en el páramo antrópico del PUFVC

<b>Especies</b>	<b>N0 (2017)</b>	<b>Ns</b>	<b>Mu</b>	<b>Tm %</b>
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	145	123	22	3,24
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers,	130	111	19	3,11
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L,	99	84	15	3,23
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	92	81	11	2,51
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	76	67	9	2,49
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	58	54	4	1,42
<i>Gaultheria erecta</i> Vent,	57	57	0	0,00
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	49	47	2	0,83
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC	15	8	7	11,81
<i>Huberia peruviana</i> Cogn,	13	13	0	0,00
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav, ex J.)	12	0	12	100
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	8	4	4	12,94
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	8	7	1	2,64
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L, f,	6	0	6	100
<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook, f, ex Hoerold	3	2	1	7,79
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn,	3	3	0	0,00
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	2	2	0	0,00
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A, C, Sm,	2	0	2	100
<i>Roupala obovata</i> Kunth	2	2	0	0,00
<i>Morella pubescens</i> (Humb, & Bonpl, ex Willd,) Wilbur	1	1	0	0,00
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R, Br,	1	1	0	0,00
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl, et Cham	1	0	1	100

No: Número de individuos inicialmente inventariados; Ns: número de individuos inicialmente inventariados sobrevivientes en un inventario posterior, después de un intervalo de tiempo,  $Ns = No - Mu$ ; Mu: número de individuos muertos en un intervalo t de tiempo

Anexo 13. Flora del páramo antrópico del PUFVC

Flora del Páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro



*Gynoxys nitida* Muschl



*Cavendishia bracteata* (Ruiz & Pav, ex J.)



*Oreocallis grandiflora* (Lam.) R, Br



*Oreocallis grandiflora* (Lam.) R, Br



*Bejaria aestuans* Mutis ex L



*Morella pubescens* (Humb, & Bonpl, ex Willd.)  
Wilbur





*Tibouchina laxa* (Desr.) Cogn



*Tibouchina laxa* (Desr.) Cogn



*Gaultheria reticulata* Kunth



*Gaultheria reticulata* Kunth



*Roupala obovata* Kunth



*Monnina obtusifolia* Kunth





*Macleania salapa* (Benth.) Hook, f, ex Hoerold



*Macleania salapa* (Benth.) Hook, f, ex Hoerold



*Dendrophorbium scytophyllum* (Kunth) C, Jeffrey



*Huberia peruviana* Cogn



*Baccharis brachylaenoides* DC



*Baccharis brachylaenoides* DC



**Anexo 14.** Certificado de la traducción del resumen en inglés



Loja, 21 de julio del 2023

David Andrés Araujo Palacios.

**TRADUCTOR E INTÉRPRETE DE IDIOMAS (INGLÉS-ESPAÑOL-INGLÉS)**

**CERTIFICO:**

Que se ha realizado la traducción de español a inglés del resumen derivado del trabajo de titulación denominado **“Dinámica de la sucesión de especies vegetales posterior a un incendio forestal en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro” de la ciudad de Loja.** de autoría de la Srta. **Yosselyn Gabriela Patiño Armijos** portadora de la cédula de identidad número **1150329686** estudiante de la carrera de **Ingeniería Forestal** de la **Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables** de la **Universidad Nacional de Loja**, mismo que se encuentra bajo la dirección de la **Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente en lo que considere conveniente.



**Traductor**

Registro: **MDT-3104-CCL-252098**

Teléfono: **0963660998**