



Universidad
Nacional
de Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Caracteres funcionales en la vegetación del páramo
antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar
Castro y su relación con factores climáticos**

*Trabajo de Integración
Curricular previa a la obtención
del título de Ingeniero Forestal*

AUTOR:

Joao Javier Cueva Abad

DIRECTORA:

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg.Sc

LOJA – ECUADOR

2022

CERTIFICACIÓN

Loja, 11 de agosto de 2022

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg.Sc.

DIRECTOR/A DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Certifico

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular titulado: **“Caracteres funcionales en la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro y su relación con factores climáticos”** de autoría del estudiante **Joao Javier Cueva Abad** con cedula de ciudadanía 1105632374, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa



Firmado electrónicamente por:
**JOHANA
CRISTINA MUNOZ
CHAMBA**

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg.Sc.

**DIRECTOR/A DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

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

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

dirección.cif@unl.edu.ec

AUTORÍA

Yo, **Joao Javier Cueva Abad**, declaro ser autor/a del presente trabajo de integración curricular o 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 integración curricular o de titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cedula: 1105632374

Fecha: Loja, 11 de agosto de 2022

Correo: Joao.cueva@unl.edu.ec

Celular: 0998488657

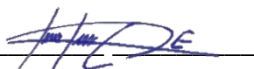
**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRONICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Joao Javier Cueva Abad, declaro ser el autor, del trabajo de Integración Curricular denominado: **“Caracteres funcionales en la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro y su relación con factores climáticos”**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero 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 RDI, en las redes de información del país y del exterior con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinticinco días del mes de octubre del dos mil veinte dos, firma el autor.

Firma: 

Autor: Joao Javier Cueva Abad

Numero de cedula: 1105632374

Dirección: Loja-Sector: Puerta de la Ciudad, Calle: Lautaro Loayza y Av. Cuxibamba

Correo electrónico: joajaviercuevaabad@gmail.com

Celular: 0998488657

DATOS COMPLEMENTARIOS

Directora del Trabajo de Integración Curricular:

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg.Sc.

DEDICATORIA

Con todo mi cariño dedicó este trabajo a mi querida familia, a quienes debo quien soy que a pesar de las dificultades o problemas siempre pude contar con ellos; a mi pilar fundamental Nicole Capa por ser mi apoyo emocional y moral para lograr mis objetivos con quien compartí mis tropiezos para levantarnos juntos; a las personas que confiaron en mí y me brindaron su apoyo.

Se las dedico a ustedes.

Gracias por todo.

Joao Javier Cueva Abad

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por brindarme sabiduría y ser mi fortaleza en momentos difíciles.

A todas las personas que han depositado su confianza en mí, en especial a Nicole Capa por todo el apoyo y cariño que me ha dado durante estos años.

A mis padres por su arduo trabajo por educarme ya que sin ellos todo esto no habría sido posible y a hermano por todo el apoyo que me ha brindado.

A la Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc. por su confianza en mi trabajo, por su experiencia, conocimiento y apoyo durante la dirección en el desarrollo de la investigación que hicieron posible la culminación de este trabajo.

A la Universidad Nacional de Loja, especialmente a la prestigiosa planta docente de la carrera de Ingeniería Forestal que con sus conocimientos contribuyeron a mi formación académica.

A mis amigos que supieron apoyarme con sus conejos en los tiempos buenos y malos durante mi formación académica.

Finalmente agradezco a Paimon, Akira y Asta por sus infinitas locuras y sacarme sonrisas cuando más lo he necesitado.

Joao Javier Cueva Abad

Índice de contenidos

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	xi
Título...	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
4. Marco teórico	6
4.1. Ecología	6
4.2. Biodiversidad	6
4.3. Ecosistema	6
4.4. Diversidad funcional	7
4.4.1. Riqueza funcional (FRic)	8
4.4.2. Uniformidad o homogeneidad funcional (FEve)	9
4.4.3. Divergencia funcional (FDiv)	9
4.4.4. Especialización funcional (FSpe)	9
4.5. Rasgos o caracteres funcionales	9
4.5.1. Altura máxima	10
4.5.2. Fenología foliar	10
4.5.3. Área foliar	11
4.5.4. Habito de crecimiento	11
4.5.5. Agente de dispersión	11
4.6. Páramo	12
4.6.1. Páramo antrópico	13
4.7. Estructura de la vegetación del páramo, funciones, problemas	13
4.8. Clima...	15
4.8.1. Climatología	15
4.8.2. Elementos climáticos	16
4.8.3. Factores climáticos	16
4.9. Relaciones o influencia del clima en la vegetación	16
4.10. Estudios de diversidad funcional en el Ecuador	17
5. Metodología	20
5.1. Ubicación y Descripción del Área de estudio	20
5.2. Identificación de los diferentes caracteres funcionales morfológicos, fenológicos y fisiológicos de las especies vegetales de páramo antrópico	21

5.2.1. Altura Máxima (Amax).....	22
5.2.2. Fenología Foliar (FenFol)	22
5.2.3. Área Foliar (AF).....	22
5.2.4. Grosor de Hoja (Gh).....	23
5.2.5. Hábito de Crecimiento (HabCr)	23
5.2.6. Agente Dispensor (AgDis).....	23
5.3. Determinar la influencia de los factores climáticos en el desarrollo de caracteres funcionales... ..	23
5.4. Variables y/o categorías de análisis.....	24
5.5. Análisis de la diversidad funcional (FD).....	25
6. Resultados	27
6.1. Identificación de caracteres funcionales morfológicos, fenológicos y fisiológicos de la vegetación en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro.....	27
6.1.1. Parámetros estructurales.....	27
6.1.2. Caracteres funcionales morfológicos, fisiológicos y fenológicos	28
6.1.3. Diversidad funcional (FD)	33
6.2. Influencia de los factores climáticos en el desarrollo de caracteres funcionales	38
6.2.1. Análisis de componentes principales (PCA)	38
6.2.2. Análisis de correlación de Spearman	39
7. Discusión	40
7.1. Identificar caracteres funcionales morfológicos, fenológicos y fisiológicos de la vegetación en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro	40
7.2. Determinar la influencia de los factores climáticos en el desarrollo de caracteres funcionales... ..	44
8. Conclusiones	46
9. Recomendaciones	47
10. Bibliografía	48
11. Anexos	57

Índice de tablas

Tabla 1. Fórmulas para los parámetros estructurales	21
Tabla 2. Matriz para la recolección de datos de caracteres cuantitativos: Área foliar, Grosor de hoja y Altura máxima.....	21
Tabla 3. Matriz para la recolección de datos cualitativos de caracteres o rasgos funcionales para: Fenología foliar, agente dispersor y habito de crecimiento.....	21
Tabla 4. Rangos de clasificación para valores r de la correlación de Spearman.....	24
Tabla 5. Categorías de análisis para los caracteres funcionales de especies de páramo antrópico.....	24
Tabla 6. Categorías de análisis para los factores climáticos de especies de páramo antrópico. ...	24
Tabla 7. Categorización del tipo de variable para cada carácter funcional.	25
Tabla 8. Parámetros estructurales de 10 especies representativas del Páramo Antrópico del PUFVC.	28
Tabla 9. Altura máxima (Amax) de las especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.	28
Tabla 10. Área foliar (AF) de las especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.....	30
Tabla 11. Grosor de hoja (Gh) de las especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.....	31
Tabla 12. Calidad de los espacios funcionales, a través de la desviación absoluta media(mad). .	33
Tabla 13. Correlación entre ejes funcionales y rasgos o caracteres funcionales.....	35
Tabla 14. Valores obtenidos de los Índices de Diversidad funcional del páramo antrópico del PUFVC.	37

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del Parque Universitario Francisco Vivar Castro.	20
Figura 2. Número de especies por familia en el páramo antrópico del PUFVC.	27
Figura 3. BoxPlot de la altura máxima (cm) con respecto a las especies más abundantes del páramo antrópico del PUFVC	29
Figura 4. Boxplot del área foliar (cm) con respecto a las especies más abundantes del páramo antrópico del PUFVC	30
Figura 5. Boxplot del grosor de hoja (mm) con respecto a las especies más abundantes del páramo antrópico del PUFVC.	32
Figura 6. Porcentajes de especies de acuerdo a los caracteres evaluados.	33
Figura 7. Calidad de los espacios funcionales multidimensionales de las especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.	34
Figura 8. Correlación entre ejes funcionales y rasgos o caracteres funcionales.	36
Figura 9. Análisis de componentes principales (PCA) de las variables estudiadas en el páramo antrópico del PUFVC.	38
Figura 10. Análisis de la correlación de Spearman.	39

Índice de anexos

Anexo 1. Oficio de aprobación y designación de director del trabajo de integración curricular o trabajo de titulación.....	57
Anexo 2. Matriz de las 28 especies encontradas, cada especie categorizada por los 7 caracteres funcionales determinados.....	58
Anexo 3. Matriz resume el número de individuos presentes en cada parcela estudiada.....	59
Anexo 4. Matriz de distancias entre especies del Páramo Antrópico.	60
Anexo 5. Dendrograma funcional de las especies presentes en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro.....	61
Anexo 6. Posición de las especies a lo largo de los ejes funcionales.....	62
Anexo 7. Índice de valor de importancia simplificado completo de las 28 especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.	63
Anexo 8. Matriz de máximos, mínimos, media, desviación estándar y coeficiente de variación para el carácter de altura de las 28 especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.....	64
Anexo 9. Matriz de máximos, mínimos, media, desviación estándar y coeficiente de variación para el carácter de área foliar de las 28 especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC. 65	
Anexo 10. Matriz de máximos, mínimos, media, desviación estándar y coeficiente de variación para el carácter de grosor de hoja de las 28 especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.	66
Anexo 11. Matriz resumen de datos las variables de clima como los caracteres funcionales utilizados.	67
Anexo 12. Altura máxima (2), Área foliar (3), Grosor de Hoja (4) Fenología Foliar (5) y Habito de crecimiento (6).....	68
Anexo 13. Poster científico para la difusión de resultados presentado en la Casa Abierta de la carrera de Ingeniería Forestal.....	69
Anexo 14. Difusión de resultados casa abierta 29 de Julio 2022.	70
Anexo 15. Certificado de traducción del resumen en inglés.....	71

1. Título

“Caracteres funcionales en la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro y su relación con factores climáticos”

2. Resumen

Los caracteres funcionales son una herramienta de clasificación, pues reflejan el comportamiento de las especies frente a factores abióticos, considerándose como un método para entender los ecosistemas como el del páramo antrópico, mismo que tiene una distribución restringida, ya que en algunos casos posee condiciones abióticas extremas que condicionan el papel de las especies vegetales, por lo que con este estudio se plantea contribuir al conocimiento de los caracteres funcionales en la vegetación del páramo antrópico en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro (PUFVC) y su relación con factores climáticos con fines de restauración ecológica.

Para determinar los caracteres funcionales se categorizó seis rasgos: área foliar (AF), grosor de hoja (Gh), altura máxima (Amax) hábito de crecimiento (HabCr), Agente de dispersión (AgDis) y Fenología foliar (FenFol), mientras que para la relación de los factores climáticos se consideró variables como la temperatura, humedad relativa y precipitación.

El AF mostró un rango comprendido entre 0.43 a 223.33 cm², la Amax una amplitud entre 33.17 a 400 cm, mientras que el Gh una medida entre 0.22 a 0.86 mm. Los caracteres cualitativos como FenFol evidenció que el 46 % de las especies presentaron flores, mientras que AgDis indicó que el 67 % de las especies tuvieron una dispersión anemócora y el 33 % zoocora, con respecto al HabCr el 25 % fue de tipo arbóreo y el 75 % arbustivo. Dentro de la diversidad funcional se analizaron 4 índices: FRic= 0.36, FDiv= 0.86, FSpe= 0.70 y FEve= 0.48, mismos que indicaron una diversidad funcional media dentro del ecosistema.

Los factores ambientales temperatura, precipitación y humedad relativa están fuertemente correlacionados con los caracteres funcionales AF y Amax ya que influyen en la funcionalidad de las especies.

Palabras clave: Rasgo funcional, Diversidad funcional, factores climáticos, especies, páramo antrópico.

2.1. Abstract

Functional characters are a tool of classification, because they reflect the behavior of species against abiotic factors, being considered as a method of understanding ecosystems such as that of the anthropic moor, it has a restricted distribution, since in some cases it has extreme abiotic conditions that condition the role of plant species, so this study proposes to contribute to the knowledge of functional characters in the vegetation of the anthropic moor in the Francisco Vivar Castro University Park (PUFVC) and its relationship with climate factors for ecological restoration purposes.

To determine the functional characters, six traits were categorized: foliar area (LA), leaf thickness (LT), maximum height (MH) growth habit (GH), Dispersion agent (DA) and leaf Phenology (LPH), while for the relationship of climatic factors, variables such as temperature, relative humidity were considered.

The LA showed a range from 0.43 to 223.33 cm², the MH an amplitude between 33.17 to 400 cm, while the LT a measure between 0.22 and 0.86 mm. What qualitative characters like LPH showed that 46% of the species presented flowers, while DA indicated that 67% of species had anemocratic dispersal and 33% zoocore, with respect to GH, 25% was tree type and 75% shrub type. Within functional diversity, 4 indices were analyzed: FRic = 0.36, FDiv = 0.86, FSpe = 0.70 and FEve = 0.48, which indicated an average functional diversity within the ecosystem.

The environmental factors temperature, precipitation and relative humidity are strongly correlated with the functional characters LA and MH as they influence the functionality of the species.

Key words: functional trait, functional diversity, climatic factors, species, anthropic moorland

3. Introducción

Ecuador es uno de los diecisiete países megadiversos del mundo, ya que es privilegiado en términos de biodiversidad, al poseer una amplia variedad de ecosistemas, especies, etnias y culturas (Mena, 2018). Contiene el 7.68 % de las plantas vasculares registradas en el planeta; esto es 18.198 especies de flora, de las cuales 17.748 son nativas y 4.500 endémicas, distribuidas en varios ecosistemas (Villegas, 2014).

Los páramos son ecosistemas muy particulares y sensibles en relación a la diversidad y problemática ambiental asociada, representan el 9.3 % del territorio, ubicándose sobre los 3.600 a 3.900 msnm, con temperaturas entre los 3 a 6 °C (Camacho, 2014). En el sur del país, se encuentra el páramo andino, siendo más diverso y con mayor endemismo que las zonas de páramo del resto del país, siendo la formación de Huancabamba, uno de los factores que contribuyen a esa diversidad. Eguiguren et al. (2010) recalca que su importancia radica en la alta capacidad para regular flujos hídricos superficiales y subterráneos, propiedad que está relacionada con los altos niveles de materia orgánica y la morfología de algunas plantas que conforman este ecosistema (Torres, 2014).

Pese a su importancia y a su alto nivel de sensibilidad, la dinámica del páramo viene condicionada a la intervención humana, lo que ha resultado en la alteración no solo de la estructura y composición de este ecosistema, sino también de sus funciones ecológicas (Torres, 2014), a lo anteriormente mencionado se suma el vacío de conocimiento respecto a ciertos atributos ecológicos y funcionales de los páramos andinos, información que es fundamental para entender el comportamiento de las especies vegetales especialmente luego de una perturbación, y que puedan dar indicios de la respuesta que tienen frente a factores abióticos, así mismo la relación con los factores climáticos puede ser determinante al tener un efecto sobre el crecimiento, la reproducción y la supervivencia de los individuos que se desarrollan en estos ecosistemas.

La ecología funcional se define como una rama de la ecología que se centra en las funciones que tienen las especies del ensamble o en el ecosistema donde coexisten (Weisse et al., 2016).

Este enfoque de la ecología da partida a las características de los organismos ya sean estos morfológicos, fisiológicos, fenológicos e historia de vida, a su vez la relaciona con las actividades del ecosistema como la resistencia o resiliencia, las interacciones biológicas ya sean estas intraespecíficas como interespecíficas y la modificación del hábitat, como resultado de estos estudios surge el concepto de diversidad funcional (Bello et al., 2007; Hooper et al., 2005;).

Los caracteres funcionales se consideran una herramienta de clasificación importante, puesto que reflejan el comportamiento de las especies en su medio y dan indicios de la respuesta que tienen frente a factores abióticos como la cantidad de luz y de humedad, un ejemplo de los caracteres funcionales serían las hojas, que se adaptan de diferente forma dependiendo de los gradientes climáticos en las que se encuentren (Cabrera y Ramírez, 2014).

En este sentido surge la necesidad de desarrollar estudios que aporten con conocimiento para entender de mejor manera los ecosistemas del páramo, basándose en la funcionalidad a través del estudio de los caracteres morfológicos, fenológicos y fisiológicos de la vegetación, ya que dichos ecosistemas son de vital importancia para la humanidad al proveer bienes y servicios ecosistémicos, información que permitirá tomar decisiones para el manejo, conservación y restauración de estos ecosistemas.

Por lo anteriormente mencionado, esta investigación se desarrolló en el ecosistema del páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro de la Universidad Nacional de Loja y forma parte del proyecto de investigación denominado “Procesos Ecológicos de la Vegetación en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro, Universidad Nacional de Loja. Fase III. 2022-2023.”, en donde se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Contribuir al conocimiento de la funcionalidad ecológica de la vegetación del páramo antrópico en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro y su relación con factores climáticos con fines de restauración ecológica.

Objetivos Específicos

- Identificar caracteres funcionales morfológicos, fenológicos y fisiológicos de la vegetación en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro.
- Determinar la influencia de los factores climáticos en el desarrollo de caracteres funcionales.

4. Marco teórico

4.1. Ecología

Serna (2011) define a la Ecología como “la ciencia que estudia a los seres vivos y las interacciones entre los mismos organismos y los organismos con su ambiente”, en otras palabras la ecología es una rama de la biología que estudia las relaciones de los diferentes seres vivos entre sí y con su entorno, mientras que Margalef, (1998) la define como la biología de los ecosistemas, debido a que el nivel de referencia no es ni el conjunto de átomos, ni de moléculas, ni el de células, si no el nivel de organización cuyos elementos constitutivos esenciales son los individuos de distintas especies presentes en un ecosistema.

4.2. Biodiversidad

El concepto biodiversidad posee varios criterios a lo largo del tiempo, sin embargo el concepto dado por Pereira et al. (2017) nos dice que el concepto biodiversidad se refiere a la variabilidad de la vida misma, y a los ecosistemas que estos constituyen, por otro lado Bravo (2014) define a la biodiversidad como el resultado. Tanto de procesos naturales como de las actividades de las sociedades humanas; la biodiversidad incluye conceptos tan amplios que van desde la variedad de ecosistemas hasta las diferencias genéticas dentro de una especie, por lo tanto, lo correcto es decir que la biodiversidad es la variedad de la vida.

4.3. Ecosistema

Un Ecosistema es un conjunto formado por un espacio determinado y todos los seres vivos que lo habitan. Por ello podemos decir que están formados por el medio físico y los seres vivos que en él se encuentran. Los ecosistemas están formados por 3 niveles de organización principales los cuales son: Especies, que se refiere a la forma en la que se suele agrupar a los seres vivos de iguales características, Población que se refiere a los miembros de la misma especie que habitan en un ecosistema y comunidad que se refiere al conjunto de poblaciones que habitan en un ecosistema. Los ecosistemas se pueden clasificar en terrestres (bosques, praderas o desiertos) o acuáticos (de agua dulce o de agua salada). Los ecosistemas pueden ser de diversos tamaños, desde una charca a todo un océano, de hecho, podemos considerar a La Tierra y todos los seres vivos que en ella habitan como un gran ecosistema (Sánchez, 2015).

4.4. Diversidad funcional

La diversidad biológica se define como la variedad de organismos vivos en un hábitat o zona geográfica determinada y de los complejos ecológicos de los que forman parte, se componen en esencia de tres niveles:

La diversidad o variedad genética que se describe como la cantidad de información heredable y variación genética que existe dentro de cada especie u organismo, entre los individuos de una población y entre las poblaciones dentro de una especie (Rimieri, 2017). La diversidad de especies que se define como la variedad existente entre los organismos vivos de un sistema ecológico o ecosistema, también se denomina riqueza de especies (Dorado, 2010). La variedad de ecosistemas que es entendida como la diversidad de comunidades bióticas (vivas) y los procesos ecológicos que ocurren en determinadas áreas; incluye a las especies que las componen, procesos ecológicos, cambios en la composición de especies entre otras, sin embargo también se considera la diversidad ecológica ya que considera grandes unidades ecológicas que pueden desarrollarse en diferentes áreas o regiones (PNUMA, 2005).

En muchos de los casos se han generado, resultados poco claros y a veces contradictorios al momento de establecer la relación entre la riqueza de especies y el funcionamiento de los ecosistemas (Cordova y Zambrano, 2012). Los métodos clásicos para entender los cambios en la biodiversidad analizan la abundancia, la riqueza de especies y los índices de diversidad o equidad (Morin, 2011). Siendo así que el estudio de las comunidades se ha basado en el análisis de la diversidad taxonómica de sus componentes.

La diversidad taxonómica tiene dos supuestos principales: (1) todas las especies son iguales y su abundancia relativa determina su importancia relativa en el ecosistema y (2) todos los individuos son iguales sin importar su talla y peso (Magurran et al., 2013). Este enfoque se ve obsoleto, ya que las especies no deben ser consideradas parecidas, ya que la pérdida de las mismas puede tener un impacto mayor o menor en los procesos que se dan dentro de un ecosistema dependiendo de los rasgos o caracteres funcionales, sumado a ello diferentes procesos pueden ser afectados por diferentes especies o grupos funcionales (Cordova y Zambrano, 2012).

La ecología funcional se define como una rama de la ecología que se centra en las funciones que tienen las especies del ensamble o en el ecosistema donde coexisten (Weisse et al., 2016).

Este enfoque de la ecología da partida a las características de los organismos ya sean estos morfológicos, fisiológicos, fenológicos e historia de vida, a su vez la relaciona con las actividades

del ecosistema como la resistencia o resiliencia, las interacciones biológicas ya sean estas intraespecíficas como interespecíficas y la modificación del hábitat, como resultado de estos estudios surge el concepto de diversidad funcional (Mason et al., 2005; Hooper et al., 2005; Bello et al., 2007; Lopez et al., 2007; Villéger et al., 2008).

Desde el punto de vista ecológico, una especie es un conjunto de individuos con rasgos fenotípicos y de comportamiento que determinan cuándo y dónde sobreviven, y cómo interactúan con individuos de otras especies (McGill et al., 2006). Esta visión de las especies es la base de la diversidad funcional y está transformando el modo en el que los ecólogos miden la diversidad y analizan la coexistencia (Fukami, 2004). La diversidad funcional supone una equivalencia ecológica entre las especies, lo que implica que todas tienen la misma probabilidad de sobrevivir y reproducirse (Chave, 2004).

La diversidad funcional es una medida de la diversidad de rasgos o caracteres funcionales presentes en una comunidad con respecto a su presencia y/o abundancia, la diversidad funcional se basa en la observación de que algunas especies desempeñan funciones similares en las comunidades y los ecosistemas y, por lo tanto, pueden ser sustituibles con poco impacto en los procesos del ecosistema (Bellwood et al., 2002), en otras palabras la diversidad funcional consiste en el estudio de la gran variedad de estrategias y funciones ecológicas presentes en el ecosistema y que se basa generalmente en el uso de rasgos vitales que representan funciones ecológicas (Villéger et al., 2010).

Los rasgos vitales representan características morfológicas, fisiológicas, de comportamientos, o hábitats, entre otras, el campo de la diversidad funcional se encuentra en un rápido crecimiento, Mason et al. (2005) argumentan que la diversidad funcional no puede ser resumida en un solo índice, sino que se deben estimar de manera independiente los componentes de la diversidad funcional por lo que se han reconocido cuatro componentes principales: la riqueza funcional (FRic), la uniformidad funcional (FEve), la divergencia funcional (FDiv) y la especialización funcional (FSpe).

4.4.1. Riqueza funcional (FRic)

La riqueza funcional se refiere a la cantidad de espacio funcional ocupado por las especies de una comunidad independientemente de sus abundancias (Villéger et al., 2010). Una baja riqueza funcional indica que algunos de los recursos potencialmente disponibles no están siendo explotados

y podría tener como consecuencia una reducción en la productividad de un ecosistema (Mason et al., 2005; Cordova y Zambrano, 2012;).

4.4.2. Uniformidad o homogeneidad funcional (FEve)

La equitatividad funcional es la homogeneidad en la distribución de las abundancias de las especies de una comunidad en un espacio funcional (Villéger et al., 2010). Una baja equitatividad implicaría que algunas partes del nicho funcional están siendo ocupadas, pero subutilizadas. Esto podría reducir la productividad e incrementar la oportunidad de que posibles invasores se establezcan (Mason et al., 2005; Cordova y Zambrano, 2012;).

4.4.3. Divergencia funcional (FDiv)

La divergencia funcional es una medida de similitud funcional entre las especies dominantes de una comunidad (Villéger et al., 2010). Una alta divergencia refleja un alto grado de diferenciación de nicho en las especies dominantes, lo que podría reducir la competencia e incrementar la magnitud de los procesos del ecosistema como resultado de un uso más eficiente de los recursos (Mason et al., 2005). La divergencia decrece conforme la proporción de biomasa se acerca más al centro de gravedad del espacio funcional de la comunidad (Villéger et al., 2010; Cordova y Zambrano, 2012;).

4.4.4. Especialización funcional (FSpe)

La especialización funcional es una medida de las diferencias generales entre las especies, independientemente de sus abundancias (Bellwood et al., 2002). Una especie es funcionalmente más especialista mientras más alejada se encuentre del centro de gravedad de la comunidad regional (Villéger et al., 2010; Cordova y Zambrano, 2012;).

4.5. Rasgos o caracteres funcionales

Un carácter o rasgo es una propiedad definida sin ambigüedad y medible de un organismo. Generalmente se mide a nivel individual y es usado para comparar especies. Un carácter funcional se relaciona estrechamente con el desempeño del organismo en la comunidad (Violle et al., 2007).

Los caracteres o rasgos funcionales según Alcázar y Ramírez (2011) son aquellos atributos morfológicos, fisiológicos o fenológicos propios de los organismos que determinan su eficacia biológica y por tanto su éxito bajo determinadas condiciones ambientales, muchos de los rasgos o caracteres funcionales pueden ser cuantificables numéricamente podemos estudiar su variación a lo largo de gradientes ambientales y establecer modelos matemáticos que los relacione con las distintas características del ambiente en el que las plantas viven.

En general, los caracteres o rasgos funcionales pueden ser variables cuantitativas continuas como alturas o discretas como el número de individuos, también pueden ser variables de tipo cualitativas como las variables relacionadas al comportamiento o hábitos de crecimiento que por lo general son variables de tipo ordinal o nominal.

Estos rasgos son considerados una herramienta de clasificación importante puesto que reflejan el comportamiento de las especies en su medio y dan indicios de la respuesta que tienen frente a factores abióticos como la cantidad de luz y de humedad, un ejemplo de los caracteres funcionales sería las hojas, que se adaptan de diferente forma dependiendo de los gradientes climáticos en las que se encuentren (Cabrera y Wilson, 2014).

El estudio de los caracteres o rasgos funcionales, es de vital importancia desde el punto de vista ecológico, para determinar el papel funcional de las especies que componen los ecosistemas se lo realiza a través de los caracteres o rasgos funcionales (Chave et al., 2007).

4.5.1. *Altura máxima*

La altura máxima de una planta hace referencia a la distancia, en metros, entre el nivel del suelo y los principales tejidos fotosintéticos que una especie puede alcanzar en edad madura. El acceso a la luz es el principal factor que dirige el crecimiento vertical de las plantas de manera que la altura se puede asociar con la capacidad competitiva de una especie y su capacidad de respuesta (tolerancia o evasión) a condiciones cambiantes en el medio ambiente (Casanoves et al., 2011).

Cornelissen et al. (2003) señala que la forma de crecimiento en relación a la posición en la que la especie se encuentra expuesta a la luz, la competitividad o el tamaño reproductivo de las especies está relacionada con la altura máxima de las mismas, la altura de una planta es la distancia expresada en metros desde el nivel del suelo hasta su límite más alto de los tejidos fotosintéticos.

4.5.2. *Fenología foliar*

La fenología foliar definida por Casanoves et al. (2011) se refiere al número de meses del año que el follaje del dosel permanece verde. En las regiones tropicales con periodos de lluvias bien marcadas, la producción foliar máxima se presenta en la época lluviosa y la caída máxima de follaje coincide con la época seca, aunque la disponibilidad de agua en el suelo, el fotoperiodo y la radiación solar también condicionan la respuesta de las especies.

4.5.3. Área foliar

El área foliar o área de la hoja según Pérez et al. (2013) es la métrica más común para analizar tamaño de hoja, y se define como el área proyectada de una cara de la hoja individual. El área foliar puede presentar variaciones que dependen de las relaciones que tenga el individuo con diversos factores como son las variaciones climáticas, geológicas, latitudinales e incluso longitudinales, donde el estrés ocasionado por temperaturas, sequias, nutrientes o altas radiaciones se ven reflejadas en el tamaño de las hojas, dentro de las zonas climáticas el área foliar puede presentar variaciones dependiendo de cómo el individuo se adapte a su medio en el que habite.

4.5.4. Hábito de crecimiento

El hábito de crecimiento es una característica que se utiliza a menudo en la descripción taxonómica de las plantas y es una de las primeras cosas que aprenden los estudiantes de morfología vegetal. La definición del término "hábito de crecimiento" es una cuestión compleja, ya que se utilizan muchos términos. Por definición, algunos hábitos pueden distinguirse sobre la base de la anatomía de la corona del fruto, pero pocos estudios han examinado esta correspondencia. Algunas familias muestra una considerable variación en los hábitos de crecimiento y, por lo tanto, es ideal para estudiar las diferencias en la anatomía del tallo entre las plantas con diferentes hábitos de crecimiento (Vázquez et al., 2012).

4.5.5. Agente de dispersión

Un agente de dispersión según Casanoves et al. (2011) es el modo natural en que las semillas de un individuo se esparcen para poder reproducirse sexualmente como otras plantas, en otras palabras es el medio de transporte para las semillas.

Las semillas de las plantas vasculares (gimnospermas y angiospermas) son el resultado de la reproducción sexual, son consideradas como el mecanismo que tienen las plantas para dispersarse, la interacción de las semillas con su ambiente determina el patrón de establecimiento de las plántulas e influencia la estructura tanto de las poblaciones como de comunidades, según Vargas y Pérez-martínez (2018) los principales mecanismos de dispersión son los siguientes:

Autocoria.- La planta dispersa las semillas a través de los mecanismos de los frutos que estallan o abren explosivamente cuando están maduros.

Anemocoria.- El agente de dispersión es el viento, las semillas tienen adaptaciones para ser dispersadas a grandes distancias, por lo general estas semillas tienen un tamaño pequeño, pelos o grupo de pelos externos, alas entre otras modificaciones para poder ser llevadas por el viento.

Barocoria.- Principalmente son el mecanismo de dispersión de las plantas que poseen esporas, cuando llegan a la madurez estas se desprenden y caen por su propio peso para luego ser arrastradas por animales o agua.

Hidrocoria.- El agente de dispersión es el agua, las semillas son transportadas por las corrientes de agua o por la lluvia, principalmente las semillas que tienen adaptaciones a flotar sobreviven.

Zoocoria.- La dispersión la hacen los animales, existen dos maneras, la primera se denomina Endozoocoria aquí las semillas son transportadas por el consumo es decir las semillas son ingeridas y posteriormente defecadas, la segunda se denomina Ectozoocoria aquí el transporte es externo, las semillas por adhesión se pegan al cuerpo de los animales para luego ser transportadas.

4.6. Páramo

Los páramos ecuatorianos están formados por vegetación herbácea en su mayoría, dominado por gramíneas como *Stipa ichu*, especie de la cual deriva la denominación de pajonal. La mayoría de estos ecosistemas en el país son húmedos debido a que tienen una precipitación anual que oscila entre 500 y 2000 mm, sin embargo estas áreas no son homogéneas y su vegetación varía debido a los cambios meteorológicos (Camacho, 2014).

En Ecuador existe un sistema simplificado que hace referencia a la clasificación de los páramos, basado en la estructura general de la vegetación: páramo de pajonal, de frailejones, páramo herbáceo de pajonal en la estructura general de la vegetación y almohadillas, páramo pantanoso; páramo seco, páramos sobre arenales, superpáramo y páramos arbustivos del Sur (Hofstede et al., 2014).

Los páramos según Buytaert et al. (2014) Son ecosistemas de alta montaña que se extiende por los Andes a más de 3.000 metros de altitud. que cubre aproximadamente la región alto andina de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, Debido a su posición en la zona ecuatorial, hace frío todo el año y el suelo volcánico suele ser muy fértil, al estar ubicado en mayor altitud suelen ser ecosistemas con mayor irradiación solar del planeta, tiene una flora más rica que toda la flora de los ecosistemas de montaña en el mundo.

Tiene una diferencia entre día y noche de a veces más de 20 grados, pero a la vez la diferencia entre “invierno” y “verano” prácticamente no existe. Seis de cada diez especies de plantas no crecen en ningún otro bioma, lo que es un valor muy alto para ecosistemas continentales, la calidad del agua es excelente, y los ríos que descienden desde el páramo tienen un alto y sostenido flujo

base. Por lo tanto, y porque el agua subterránea es escasa y difícil de explotar, la mayoría de grandes ciudades en el norte de los Andes dependen del páramo para suministro de agua.

4.6.1. Páramo antrópico

El páramo antrópico o pajonal es un ecosistema que se encuentra extendido por todo el territorio nacional y son cubiertas por pajonales de varios géneros como *Calamagrostis*, *Festuca* y *Stipa* (Hofstede et al., 2014). Son áreas naturales que han sido modificados por actividades antrópicas sobre la vegetación original (Pujos, 2013). El pajonal domina los páramos, se da en parte por la vegetación secundaria mantenida como tal por acción de los fuegos que en su mayoría son producidos por las actividades antrópicas (Hofstede et al., 2014).

También llamado Pajonal, se encuentra entre 2380 y 2468 metros sobre el nivel del mar y tiene una superficie de 20,58 hectáreas, es decir, el 21,44% de la superficie total del PUEAR, con una pendiente superior al 35%. Se caracteriza por la formación de vegetación herbácea perenne que por su capacidad de retención de agua, forma una vegetación densa de gran importancia para la conservación, pero cabe destacar que la vegetación del humedal ha cambiado de estructura y composición. Esto demuestra las consecuencias negativas de la degradación del suelo (Aguirre-Mendoza y Yaguana, 2014).

4.7. Estructura de la vegetación del páramo, funciones, problemas

La flora de los páramos es una de las más importantes del mundo por su enorme variedad, se considera que los páramos es el ecosistema más rico del mundo en cuanto a diversidad de plantas. Hasta la fecha, se han documentado unas 5.000 especies de plantas en el páramo, y sólo en Sudamérica hay 4.000 especies de plantas vasculares (plantas con raíces, tallos y hojas, y con sistemas circulatorios que distribuyen el agua y los nutrientes), de las cuales el 60% son endémicas, o sea que son endémicas del ecosistema de páramo (Camacho, 2014).

La vegetación del Páramo se describe como principalmente abierta, dominada por pastos, hierbas, arbustos y rosetas gigantes del grupo de los pertenecientes al género *Puya*, que se da en Ecuador, Colombia y Perú. En general, su diversidad no es alta comparada con otros ecosistemas tropicales y es menos del 10 a 20% de la riqueza botánica de los Andes, pero es muy alta comparada con otros ecosistemas de alta montaña del mundo (Olaya et al., 2019).

Las plantas del páramo poseen adaptaciones realmente espectaculares para soportar las bajas temperaturas nocturnas, la radiación solar alta durante el día, la baja disponibilidad de nutrientes en el suelo y en algunos casos, condiciones de sequía estacional. Por ejemplo, muchos arbustos del

páramo tienen hojas pequeñas muy duras y resistentes. Esto les permite mantener las hojas verdes y el crecimiento durante todo el año (Llambí et al., 2012).

Una de las principales funciones de los páramos es la provisión y regulación hídrica, el conjunto del clima y las características de vegetación y suelos hacen que los hidro-sistemas presentes en el páramo sean reguladores naturales de escorrentía, algunas personas denominan al páramo como fábricas de agua, ya que lo asocian al efecto de esponja que regula la oferta hídrica (Hofstede, 1997), por ejemplo en países como Colombia y Ecuador, concretamente en los páramos andinos, los páramos regulan cerca del 70% de los ríos en sus cabeceras y aportan el 4% de la oferta hídrica superficial, por lo cual un porcentaje importante se abastece de estas fuentes de agua (Díaz-Granados et al., 2005).

Otra de las funciones que tiene el páramo es la capacidad de acumular grandes cantidades de carbono, gracias a las bajas temperaturas que reducen las tasas de descomposición de la materia orgánica que se almacena en él (Castañeda y Montes, 2017). Cuando la materia orgánica está aislada del oxígeno forma los depósitos de carbono o también denominados sumideros, obteniendo los servicios de regulación de captura y contenido de carbono en estos ecosistemas (Morocho et al., 2021).

Los páramos representan una función económica, para las industrias como lo son la producción agrícola, pecuaria y forestal, en general el páramo representa volares de uso y de no uso, debido a que al ser ecosistemas considerados como fuentes de agua, resultan importantes para el abastecimiento de agua a estas industrias (Hammen et al., 2002).

Si bien el páramo es reconocido como uno de los ecosistemas más sensibles a nivel mundial, es uno de los más importantes por las funciones que se presentan, sin embargo uno de los principales problemas que se tiene es la expansión de la agricultura, la agricultura genera impactos negativos en la vegetación, el suelo, el agua y el ambiente, produciendo impactos como: la disminución de la diversidad de especies nativas, disminución de la biomasa vegetal, incremento de especies invasoras, alteración de la estructura, contaminación de cuerpos de agua, aumento de la demanda de agua, entre otros impactos negativos (Tapia et al., 2011).

Otro de los grandes problemas a los que se enfrenta el páramo son los incendios forestales, tienen impactos complejos sobre los procesos ecológicos, debido a la variabilidad del paisaje, como las diferentes respuestas de la vegetación (Tessler et al., 2016). En el caso del recurso forestal, la frecuencia de los incendios forestales puede ocasionar cambios en la dinámica de cultivo como el

bosque, ya que muchas especies no alcancen su etapa de madurez, causando disminución en la distribución espacial o incluso la extinción de la especie (Tessler et al., 2016). Además, el aumento de la frecuencia de incendios junto con periodos de sequía puede generar impactos ambientales a largo plazo tales como disminución de la productividad de los ecosistemas, desertificación, entre otros (González, 2017).

Los efectos de los incendios se asocian con la intensidad, recurrencia y duración del incendio forestal. Estos efectos pueden ser directos tales como pérdida de animales, pérdida de la vegetación y degradación del suelo (González, 2017). Por otro lado, las especies vegetales muestran diferencias en la forma como responden a los estímulos provocados por los incendios forestales, lo que se evidencia en la conformación de grupos ecológicos (Sarango et al., 2019).

4.8. Clima

Es la integración de las fluctuaciones de los factores atmosféricos con la dinámica de los elementos bióticos, abióticos, físicos y químicos que considerados en un periodo de tiempo prolongado, le confieren a un determinado territorio geográfico, unas características que definen su carácter ambiental, el clima representa las condiciones promedio que exhiben las variables atmosféricas de un área definida y que determinan las actividades del hombre (Lozano-Rivas, 2018).

El clima de cada región depende de una serie de factores: la latitud, los vientos dominantes (que pueden ser calientes o fríos, húmedos o secos), la altura sobre el nivel del mar, la orientación de la ladera, la cercanía del mar, las corrientes marinas frías o cálidas, la vegetación, etc. Estos factores se relacionan entre sí y determinan la temperatura, la humedad y las posibilidades de vida.

El clima de una región puede cambiar por la degradación de un bosque o por la forestación, por la construcción de obras de riego o por tormentas de polvo (por ejemplo, cuando se produce la erupción de un volcán).

4.8.1. Climatología

La climatología es la ciencia, o rama de la geografía y las ciencias de la tierra, encargada del estudio y el análisis del clima y de sus variaciones en el tiempo, emplea variables atmosféricas usada en la meteorología, pero no pretende, como ella, hacer predicciones en el corto plazo, si no estudiar la variación de estas características a largo plazo, en otras palabras estudia el comportamiento de los fenómenos atmosféricos predominantes en un lugar determinado en un lapso superior o igual a 30 años (Lozano-Rivas, 2018).

4.8.2. Elementos climáticos

Los elementos climáticos según Bavera y Bèguet., (2003) nos dice que son resultados de las interacciones o diferencias entre los factores climáticos, dichos resultados pueden ser la precipitación, la temperatura, la humedad, la presión entre otros elementos que se pueden originar en la naturaleza o en un medio.

4.8.3. Factores climáticos

Los factores climáticos según Bavera y Bèguet., (2003) nos dice que son agentes que provocan los elementos climáticos, agentes como la latitud, altitud, vientos, corrientes marinas, relieve, temperatura del aire, humedad relativa, radiación, velocidad del viento, precipitación, presión atmosférica, luz ultravioleta, entre otros son considerados factores que generan elementos climáticos en un determinado lugar.

4.9. Relaciones o influencia del clima en la vegetación

El clima es uno de los principales factores que regulan la distribución de las especies de plantas, ya sea directamente, a través de limitaciones fisiológicas en el crecimiento y la reproducción o, indirectamente, por medio de los factores ecológicos, como la competencia por recursos. Las plantas son sensibles a las variaciones del clima, las temperaturas del aire cercanas favorecen al óptimo crecimiento de la plantas, mientras que las bajas limitan de manera importante el crecimiento; temperaturas altas, de manera constante durante varios días, pueden ser muy perjudiciales, sobre todo si la humedad del suelo es baja (Orozco et al., 2012).

La temperatura afecta la tasa de desarrollo de la planta a través de sus distintas fases como la producción de hojas, tallos y otros componentes. Todos los procesos fisiológicos de la planta ocurren más rápidamente a medida que la temperatura aumenta entre una temperatura base y una temperatura óptima a medida que desciende la temperatura el desarrollo se hace más lento. Si las temperaturas son lo suficientemente bajas como para llegar a helar, puede producirse un daño severo en los tejidos jóvenes, los tallos vegetativos pueden morir a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, por otro lado a temperaturas altas las plantas pierden su metabolismo, produciendo hojas secas o muertas debido a que las temperaturas altas está comúnmente asociado con el estrés hídrico (Hueper, 1952).

La importancia de la precipitación para las plantas cae en la necesidad natural de este recurso para poder realizar el proceso de fotosíntesis por el cual las plantas crean su alimento. Las deficiencias hídricas son necesarias para la floración, pero si estas son muy prolongadas no permiten la apertura floral, limitan el crecimiento vegetativo y el llenado de los frutos. Por otra

parte, los excesos hídricos disminuyen la inducción floral y la formación de estructuras reproductivas, favorecen la presencia de enfermedades en el cultivo, promueven el lavado de nutrientes en el suelo y las pérdidas por erosión (Bustamante-Gonzales et al., 2015).

La humedad es la cantidad de vapor de agua en el aire. La cantidad máxima de vapor de agua que se mantiene en el aire depende de la temperatura del aire (el aire más caliente contiene más agua que el aire frío) y, en menor grado, de la presión atmosférica. Cuando nos referimos a la humedad del aire, normalmente se expresa en términos de humedad relativa (HR). Esto se debe a que la cantidad absoluta de agua que contiene el aire fluctúa constantemente con la temperatura. La humedad relativa se expresa como el porcentaje de vapor de agua en el aire, en comparación con la cantidad total de agua que podría contener el aire si estuviera saturado. Esta HR es la manera más común de expresar los niveles de humedad, pero no expresa la pérdida de agua de la planta (Denver, 2016).

Cambios de temperatura, lluvias y vientos contribuyen al desgaste de la roca madre. Igualmente, el clima influye en la existencia de las plantas, que sujetan el suelo y le aportan materia orgánica. Cuando la temperatura aumenta, es mayor la actividad de los microorganismos. Por esta razón, la materia orgánica del suelo se descompone con más rapidez en los trópicos, liberando los nutrientes (Lanly, 1996). La influencia del cambio climático genera en las especies nativas y exóticas cambios en su fenología y otros cambios como la fructificación y además la adaptación de especies de otros pisos térmicos y ecosistemas (Torres y Rueda, 2018).

El fenómeno del cambio climático está generando daños en las especies vegetales de ecosistemas de páramo, como muerte foliar, defoliación, cambio de coloración en plantas, cambio fenológico, semillas estériles, y adaptación de especies foráneas de otros pisos térmicos, originando invasión y extinción de algunas especies de la zona, ocasionando desplazamiento de la fauna, ante la pérdida de su hábitad, todo esto a causa de variaciones extremas de la temperatura y de falta de precipitaciones (Torres y Rueda, 2018).

4.10. Estudios de diversidad funcional en el Ecuador

Alarcón (2019) evaluó rasgos funcionales y características edafológicas de los suelos aledaños a 25 especies arbóreas de un bosque andino, con el fin de determinar los tipos funcionales de plantas y sus relaciones con las variables climáticas, se obtuvo tres tipos funcionales de plantas denominados adquisitivo-intermedio, explican que en este grupo abarca de manera eficiente los nutrientes; el grupo conservativo posee características de fijación de Carbono y especies de rápido

crecimiento y el grupo adquisitivo se destaca porque sus especies son de lento crecimiento y fijadoras de nitrógeno, encontrando relaciones significativas entre rasgos funcionales con las variables climáticas y edafológicas, que se encuentran determinando el tamaño de hojas y fuste, crecimiento de las especies, disponibilidad de carbono y nutrientes en el suelo.

Alvarado (2022) evaluó la sobrevivencia y el crecimiento en diámetro y altura de especies nativas leñosas, describió cuantitativamente los rasgos funcionales foliares de las especies y la relación entre variables de clima, suelos y cobertura arbórea (50 %, 75 %, 100 %) sobre el crecimiento y rasgos funcionales. Para evaluar la sobrevivencia se realizó el conteo del número de individuos, y se calculó su porcentaje en base a la población inicial. Para describir los rasgos funcionales se recolectaron 10 muestras foliares por especie en cada parcela. Para establecer relaciones, se obtuvieron los datos de las variables ambientales de la base digital WorldClim, los datos de suelos fueron tomados desde muestras compuestas de cada parcela. Se utilizaron correlaciones de Pearson y Spearman. *Myrcianthes rhopaloides* presentó los valores más altos de sobrevivencia y crecimiento en diámetro. El crecimiento en altura fue mayor en *Oreocallis grandiflora*. Los rasgos funcionales de grosor y materia seca foliar fueron mayores en *Ocotea heterochroma*; el área foliar y el área foliar específica fueron superiores para *Oreopanax andreanus*. Las variables de sobrevivencia, diámetro y altura mostraron una alta correlación con las variables de Potasio, Zinc y la precipitación del trimestre más cálido.

Villalba (2020) comparó la diversidad funcional, que explora los roles de las especies en el ecosistema y su capacidad de proveer servicios ecosistémicos, en comunidades vegetales y su relación con la calidad del suelo entre dos localidades en diferente estadio sucesional. Se realizaron cinco transectos de 50x2 m por sistema, donde se registró la diversidad taxonómica por estratos en base al inventario florístico; se identificaron 13 especies dominantes, de las cuales se midieron 10 rasgos funcionales para definir Tipos Funcionales de Plantas (TFPs) y comparar sus abundancias entre sistemas, así como los índices de diversidad funcional calculados que se analizaron juntamente con varios parámetros de calidad de suelo. Se agruparon cinco TFPs con estrategias adquisitivas y conservativas de uso de recursos, sus abundancias y los índices funcionales entre sistemas variaron, destacando una mayor homogeneidad funcional ($F_{eve} = 0.77$) en el bosque maduro. Los contenidos de nitrógeno, carbono y materia orgánica del suelo se correlacionaron con la riqueza funcional ($r = 0.66$), y el fósforo principalmente con F_{eve} ($r = 0.72$).

Pedraza (2018) considera que estudios de este tipo son relevantes ya que los caracteres funcionales han sido considerados como una herramienta para la predicción de los efectos del cambio climático en una determinada zona ya que pueden ser indicadores de los servicios ecosistémicos y la distribución de estos en el área, determinando que el factor climático de precipitación es el más determinante sobre los caracteres funcionales, influyendo a los caracteres. Cuenca (2019) determino que los caracteres funcionales de fenología foliar, altura máxima, habito de crecimiento y agente dispersor, pueden ser considerados como rasgos de respuesta ante perturbaciones, ya que constituyen una respuesta ecológica ante dichos estímulos.

5. Metodología

5.1. Ubicación y Descripción del Área de estudio

La investigación se realizó en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro (PUFVC) perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, ubicado a 5 km del centro de la ciudad de Loja, parroquia San Sebastián, cantón Loja. En la Figura 1, se presenta el mapa de ubicación del Parque Universitario y las parcelas en estudio.

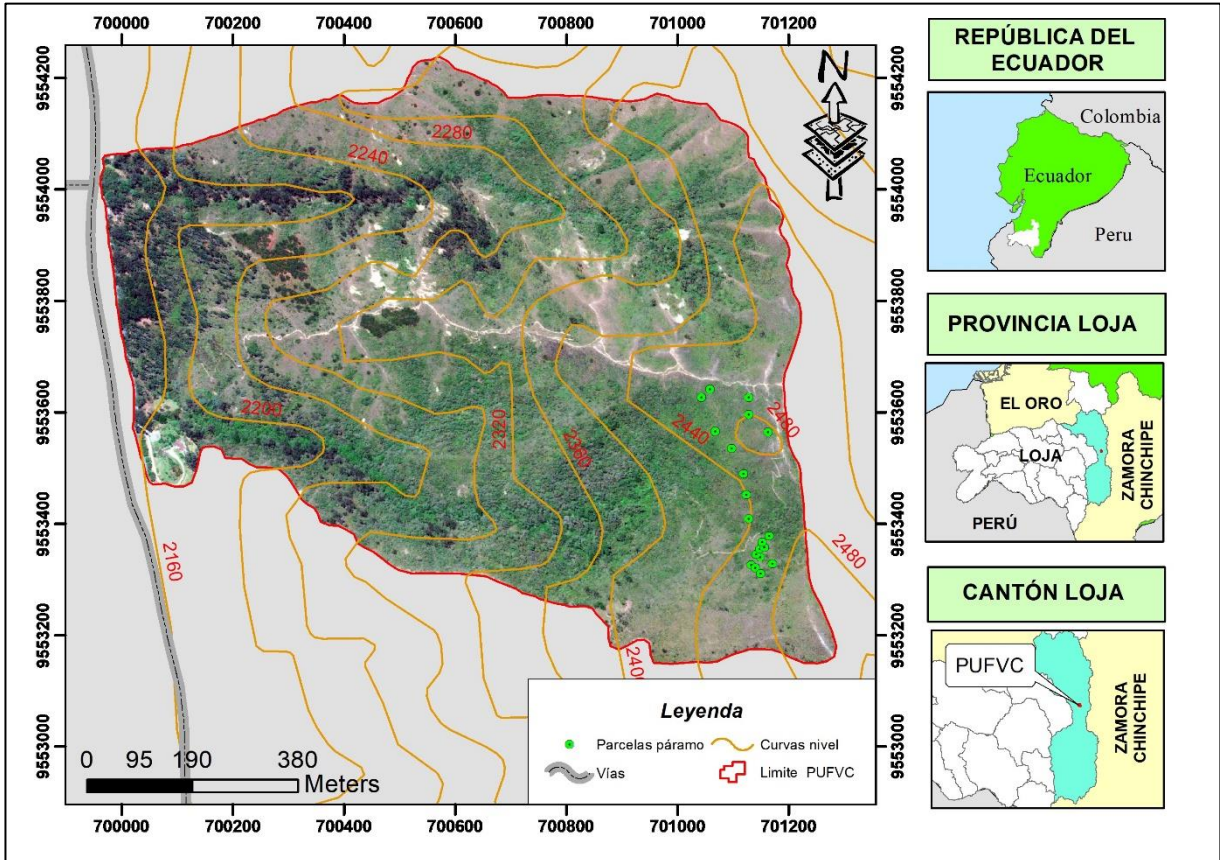


Figura 1. Ubicación del Parque Universitario Francisco Vivar Castro.

El PUFVC posee un rango altitudinal que va de 2.130 a 2.520 msnm, entre las coordenadas UTM: 700.592 – 9.554.223 N, 700.970 – 9.553.139 S – 701.309 – 9.553.171 E, 699.961 – 9.554.049 W, limita: al Norte con la cuenca de la quebrada León Huayco, al Sur con Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa”, al Este el filo de la cordillera oriental y al Oeste vía Loja a Vilcabamba (Aguirre- Mendoza y Yaguana, 2014).

5.2. Identificación de los diferentes caracteres funcionales morfológicos, fenológicos y fisiológicos de las especies vegetales de páramo antrópico

Para la identificación de los diferentes caracteres funcionales morfológicos, fisiológicos y fenológicos de las especies vegetales de páramo antrópico, se instalaron 20 parcelas de 5x5 m (25 m²), en donde se realizó el levantamiento de información del componente florístico.

Para cada parcela se calculó los parámetros estructurales que permitieron caracterizar las especies y su importancia dentro del Páramo antrópico del PUFVC, tales como: Densidad absoluta (D); Densidad relativa (DR); Frecuencia relativa (FR) e Índice de Valor de Importancia Simplificado (IVI) utilizando la extrapolación de individuos por hectárea. Para lo cual se aplicaron las fórmulas planteadas por (Aguirre, 2015; Jaramillo-Díaz et al., 2018;) (Tabla 1).

Tabla 1. Fórmulas para los parámetros estructurales

Parámetro	Fórmula
Densidad Absoluta (D) (ind/m ²)	$D = \frac{N^{\circ} \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total área muestreada}}$
Densidad Relativa (DR) (%)	$DR(\%) = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos por especie}}{N^{\circ} \text{ total de individuos}} * 100$
Frecuencia Relativa (FR) (%)	$FR (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ de frecuencia de una especie}}{N^{\circ} \text{ de frecuencia de todas las especies}} * 100$
Índice de valor de importancia simplificado (IVI)	$IVI = DR + FR$

Se utilizaron 6 rasgos funcionales, siguiendo la metodología propuesta por (Casanoves et al., 2011) y (Cuenca, 2019). Para recolectar los datos de los caracteres funcionales se utilizó matrices de recolección de datos tal como se presenta en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Matriz para la recolección de datos de caracteres cuantitativos: Área foliar, Grosor de hoja y Altura máxima.

N°	N° Parcela	Código	Especie	AF	Gh	Amax

Tabla 3. Matriz para la recolección de datos cualitativos de caracteres o rasgos funcionales para: Fenología foliar, agente dispersor y habito de crecimiento.

N°	N° Parcela	Código	Especie	FenFol	AgDis	HabCr

A continuación se describe la metodología que se utilizó en cada rasgo funcional.

5.2.1. Altura Máxima (Amax)

Para el carácter funcional de altura máxima (Amax), se midieron en campo las alturas de los individuos presentes en las 20 parcelas considerando que, sean mayores a 5 cm de altura, se realizó la medición con la ayuda de instrumentos como cinta métrica.

5.2.2. Fenología Foliar (FenFol)

Para el carácter funcional de fenología foliar (FenFol), se utilizó dos categorías: (1) Fecundas aquellas especies que presentaron flores o frutos y (2) Estéril las especies que no presentaron ni flores ni frutos, estas dos categorías abarcan de una buena manera la fenología foliar que pueden llegar a presentar las especies en páramos antrópicos. La información de este carácter se obtuvo a través de recorridos y monitoreo en el campo, así como a través de literatura especializada y consulta a expertos botánicos, siguiendo las recomendaciones dadas por Casanoves et al. (2011) y Cornelissen et al. (2003).

5.2.3. Área Foliar (AF)

Para el carácter de área foliar (AF) se recolectaron cinco hojas de distintas ramas por individuo, siguiendo el protocolo estándar para toma de muestras foliares tomando en cuenta que las hojas fueran maduras, sanas, sin señales de haber sido afectadas por herbívoros o patógenos y que estén plenamente expuestas al sol evitando las hojas que se encuentren en sombra, cada hoja se empaco en una bolsa plástica sellada para su transporte y conservación hasta ser medidas, siguiendo las recomendaciones dadas por Casanoves et al. (2011) y Cornelissen et al. (2003).

Para la medición del AF se utilizó, un scanner digital con el cual se montaron de manera expandida para obtener imágenes detalladas de las hojas, se agregó una regla de cartón para el cálculo posterior. Una vez obtenida la imagen se procedió a realizar la medición con el programa libre ImagenJ (Versión 1.53) (Rasband, 2007) y se fijó una escala de referencia de tamaño para los análisis posteriores.

Se usaron secuencialmente los comandos Analyze>Set Scale> Known distance: 5, Unit of length: cm, Global scale. El procesamiento de imágenes se realizó con comandos: Image> Type> 8 bit, Image> Adjust> Threshold> Default> B&W> Apply. Dando una imagen de negros y blancos. Para la medición de área se seleccionó la región de la hoja con la herramienta “Wand”, agregándola con la letra “T” y se utilizaron los comandos Analyze>Measure, desplegando las respectivas áreas de las hojas (Rincón et al., 2012).

5.2.4. Grosor de Hoja (Gh)

Para el carácter de grosor de hoja (Gh) se recolectaron cinco hojas de distintas ramas por individuo, siguiendo el protocolo estándar para toma de muestras foliares tomando en cuenta que las hojas fueran maduras, sanas, sin señales de haber sido afectadas por herbívoros o patógenos y que estén plenamente expuestas al sol evitando las hojas que se encuentren en sombra, cada hoja se empaco en una bolsa plástica sellada para su transporte y conservación hasta ser medidas, siguiendo las recomendaciones dadas por Casanoves et al. (2011) y Cornelissen et al. (2003).

Se midieron las cinco hojas de cada individuo muestreado, para lo cual se utilizó la herramienta de precisión denomina calibrador digital, dicha medición se realizó entre las venas secundarias de las hojas, evitándolas para no sesgar la información del grosor de hoja o consistencia (Casanoves et al., 2011).

5.2.5. Hábito de Crecimiento (HabCr)

Para el carácter funcional de hábito de crecimiento (HabCr) se utilizó dos categorías: (1) Árboles y (2) Arbustos, para lo cual se utilizó información secundaria e información bibliográfica precedente en plataformas virtuales, especializadas en temas botánicos, como lo son: Tropicos, WFO The plant list, Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador y revisión de artículos científicos para complementar la información obtenida (Casanoves et al., 2011).

5.2.6. Agente Dispersor (AgDis)

Para el carácter funcional de agente dispersor (AgDis) se emplearon 2 categorías: (1) Anemocoria (viento), (2) Zoocoria (animales). Para obtener dicha información se consideró las características morfológicas de las especies, a través de información secundaria como artículos científicos relacionados a semillas y caracterización de las especies (Casanoves et al., 2011)

5.3. Determinar la influencia de los factores climáticos en el desarrollo de caracteres funcionales

Para determinar la influencia de los factores climáticos sobre el desarrollo de los caracteres funcionales se utilizó, los caracteres cuantitativos: Altura máxima (Amax), Área foliar (AF), Grosor de Hoja (Gh).

En las parcelas en estudio se tomó los datos climáticos de temperatura, humedad relativa y precipitación, se consideraron las coordenadas geográficas de las parcelas y se utilizaron las bases de datos meteorológicas de las base de datos del Worldclim, W3S-Agua y Climate Engine, con las cuales se creó una matriz de datos (Anexo 10).

Con estos valores se realizó un análisis de componentes principales o también denominado PCA, lo que permitió analizar las interacciones de las variables a través de una gráfica optima.

Además, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman, debido a que los datos no siguen distribuciones normales, se usó un nivel de significancia de p-valor ≤ 0.05 . Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa estadístico RStudio versión 4.0.0 (CoreTeam, 2020). Los valores de correlación de Spearman se interpretaron mediante los rangos de clasificación que se presentan en la Tabla 4 (Ortega et al., 2009):

Tabla 4. Rangos de clasificación para valores r de la correlación de Spearman

Valores de correlación r	Interpretación
0.76 – 1,00	Entre fuerte y perfecta positiva
0.51 – 0.75	Entre moderada y fuerte positiva
0.26 – 0.50	Débil positiva
0 – 0.25	Escasa positiva
0	Nula correlación
0 – -0.25	Escasa negativa
-0.26 – -0.50	Débil negativa
-0.51 – -0.75	Entre moderada y fuerte negativa
-0.76 – -1.00	Entre fuerte y perfecta negativa

5.4. Variables y/o categorías de análisis

En las Tablas 5 y 6 se presentan de manera resumida las variables estudiadas en la investigación:

Tabla 5. Categorías de análisis para los caracteres funcionales de especies de páramo antrópico.

Rasgo	Carácter	Categoría de análisis	Categoría / Unidad
Morfológicos	Amax	Altura máxima	Centímetros
	Gh	Grosor	Centímetros
	AF	Área	Centímetros
	HabCr	Arbóreo	1
		Arbustivo	2
	AgDis	Anemócora	1
Zoocoria		2	
Fenológicos	FenFol	Fecundas	1
		Estéril	2

Altura máxima (Amax); Grosor de hoja (Gh); Área foliar (AF); Fenología foliar (Fenfel); Agente de dispersión (AgDis); Hábito de crecimiento (HabCr).

Tabla 6. Categorías de análisis para los factores climáticos de especies de páramo antrópico.

Factor	Atributos	Unidad
Temperatura	Temperatura media	Grados centígrados
Precipitación	Precipitación media	Milímetros
Humedad	Humedad media	Porcentaje/ g/m3

5.5. Análisis de la diversidad funcional (FD)

Para el análisis de la diversidad funcional del páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, se calcularon índices de diversidad funcional (FD) en un espacio multidimensional utilizando el paquete *mFD* (Magneville et al., 2022) de RStudio (CoreTeam, 2020), una vez obtenidos los datos de los caracteres funcionales muestreados, se organizó dos matrices, la primera se basó en las 28 especies, distribuidas en las 20 parcelas, cada especie categorizada por los caracteres funcionales determinados (Anexo 2), la segunda matriz resumió el número de individuos presentes en cada parcela estudiada (Anexo 3).

Se categorizó los caracteres funcionales en base a su tipo de variable, debido a que el paquete *mFD* necesita un marco de datos que resuma el tipo de variable utilizada para cada rasgo, ya que esto fue esencial para estimar de una manera más precisa las distancias, la letra O se utilizó para categorizar las variables ordinales y la letra Q para las variables cuantitativas (Tabla 7):

Tabla 7. Categorización del tipo de variable para cada carácter funcional.

<u>trait_name</u>	<u>trait_type</u>
INDI	Q
Amax.cm.	Q
AF.cm.	Q
Gh.mm.	Q
FenFol	O
HabCr	O
AgDis	O

Nombre del carácter funcional (*trait_name*); Tipo de variable (*trait_type*); Variable cuantitativa (Q); Variable ordinal (O).

Se calculó las distancias entre las especies basadas en los caracteres funcionales (Anexo 4), se utilizó la función *mFD::funct.dist* con la métrica de Gower o también denominada distancia de Gower, debido a que los caracteres funcionales poseían caracteres no continuos con variables ordinales, y este método permitió ponderar los caracteres, dándoles el mismo peso.

Para generar un espacio multidimensional, se realizaron ejes sintéticos de cualquier medida de distancia (PCoA), utilizando las distancias basadas en caracteres (Anexo 4) y un dendrograma funcional (Anexo 5), debido a que *mFD* evalúa la calidad de los espacios multidimensionales basados en PCoA de acuerdo con la desviación entre las distancias basadas en caracteres y las distancias en el espacio funcional, para lo cual se usó la función *mFD::quality.fspaces* que se basó en el método de ponderación entre distancias por pares de especies en el espacio funcional y las distancias basadas en rasgos.

La calidad de los espacios funcionales generados se evaluó, utilizando la función *mFD::quality.fspace.plot*, que hizo posible ilustrar la calidad de los espacios multidimensionales basados en PCoA según la desviación absoluta media (mad) entre las distancias basadas en rasgos y las distancias en el espacio funcional, en donde el eje “X” de todos los paneles representaba distancias basadas en caracteres. El eje “Y” es diferente para cada fila representado.

Se realizó una correlación entre los ejes y los caracteres funcionales, para lo cual se utilizó la función *mFD::traits.faxes.cor* que permitió probar las correlaciones entre los caracteres y los ejes funcionales. Para las variables o características continuas se calculó un modelo lineal que devolvió un **R²** y el valor p asociado, mientras que para los caracteres no continuos, se calculó una prueba de **Kruskall-Wallis** y se devuelve la estadística **eta²**.

La dimensionalidad del espacio funcional para trazar el espacio funcional multidimensional, se seleccionó, dando la posición de las especies en todos los espacios de 2 dimensiones hechos por pares de ejes, se utilizó la función *mFD::funct.space.plot* que permitió ilustrar la posición de todas las especies a lo largo de pares de ejes espaciales (Anexo 6).

Con la función *mFD::alpha.fd.multidim* se calculó índices alfa FD, en base a dos argumentos, las coordenadas de las especies dentro del espacio funcional y la matriz que resume el número de individuos presentes en cada parcela estudiada, para la generación del gráfico se utilizó la función *mFD::alpha.multidim.plot* que permitió trazar los índices funcionales acorde a las coordenadas de las especies en el espacio funcional. Los índices multirasgos analizados fueron: riqueza funcional (FRic), divergencia funcional (FDiv), especialización funcional (FSpe) y uniformidad o homogeneidad funcional (FEve) ya que se consideró que estos índices al ser independientes entre ellos, proveen información complementaria sobre la diversidad funcional del ecosistema de páramo antrópico.

6. Resultados

6.1. Identificación de caracteres funcionales morfológicos, fenológicos y fisiológicos de la vegetación en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro

6.1.1. Parámetros estructurales

En el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, se registraron un total de 2.849 individuos distribuidos en 500 m² en donde se registró un total de 28 especies representadas en 14 familias botánicas, de las cuales 6 especies fueron árboles y 22 especies fueron arbustos. Las familias más representativas fueron Ericaceae (6 especies), Asteraceae (5 especies), Melastomataceae (4 especies) y Lamiaceae (2 especies) (Figura 2).

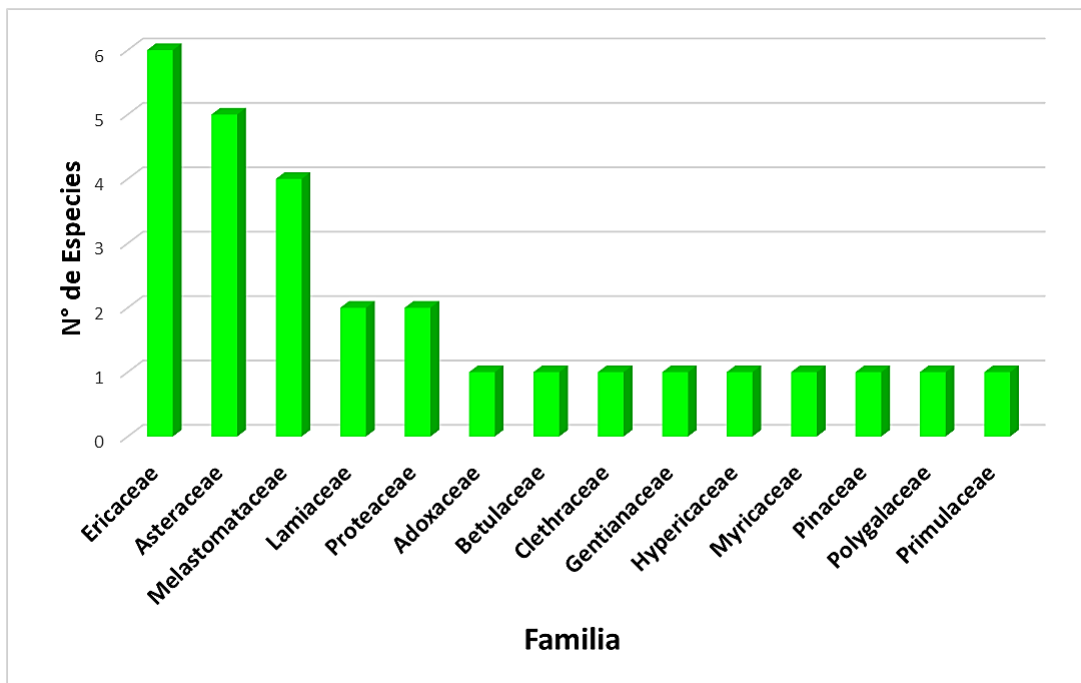


Figura 2. Número de especies por familia en el páramo antrópico del PUFVC.

El Índice de valor de importancia simplificado (IVI) (Tabla 8), mostró que las seis especies más representativas en el ecosistema páramo antrópico fueron: *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. (12.52 %), *Gaultheria erecta* Vent. (12.35 %), *Gynoxys nitida* Muschl (11.85 %), *Gaultheria reticulata* Kunth (8.19 %), *Bejaria aestuans* Mutis ex L. (8.25 %) y *Vaccinium floribundum* Kunth (7.76 %).

Tabla 8. Parámetros estructurales de 10 especies representativas del Páramo Antrópico del PUFVC.

Familia	Nombre científico	D	DR	FR	IVI
		Ind./ha	(%)	(%)	(%)
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	9.640	16.92	8.13	12.52
Ericaceae	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	9.440	16.57	8.13	12.35
Asteraceae	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl.	9.100	15.97	7.72	11.85
Ericaceae	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	5.000	8.78	7.72	8.25
Ericaceae	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth.	5.400	9.48	6.91	8.19
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.	4.440	7.79	7.72	7.76
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley.	3.540	6.21	5.69	5.95
Melastomataceae	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana.	2.580	4.53	6.5	5.52
Primulaceae	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	2.120	3.72	4.47	4.10
Asteraceae	<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	1.820	3.19	3.66	3.43
TOTAL		56.980	100	100	100

Densidad absoluta (D); Densidad relativa (DR); Frecuencia relativa (FR); Índice de Valor de Importancia Simplificado (IVI).

Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers. es una de las especies que presentó la mayor densidad con 9.640 ind/ha, caracterizándose por ser muy representativa ya que es posible encontrarla con mayor frecuencia a lo largo del área de estudio. Similar comportamiento lo tiene *Gaultheria erecta* Vent con 9.440 ind/ha y *Gynoxys nitida* Muschl con 9.100 ind/ha, por el contrario especies como *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch., *Viburnum triphyllum* Benth. y *Macrocarpaea bubops* J.R. Grant & Struwe presentaron una abundancia menor de 20 ind/ha respectivamente.

6.1.2. Caracteres funcionales morfológicos, fisiológicos y fenológicos

6.1.2.1. Altura máxima (Amax).

El carácter de altura máxima (Amax) presentó un rango comprendido entre 33.17 a 400 cm, siendo las especies *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch., *Lepechina mutica* (Benth.) Epling, *Cavendishia bracteata* (Ruiz & Pav. ex J.), *Roupala obovata* Kunth y *Monnina obtusifolia* Kunth las más dominantes en altura (Tabla 9).

Tabla 9. Altura máxima (Amax) de las especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.

Nombre científico	Altura máxima (cm)				
	MED	DESVE	MAX	MIN	CV
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	400	0	400	400	0
<i>Lepechina mutica</i> (Benth.) Epling	242.57	52.99	300	153	21.85
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J.)	145.94	76.13	340	40	52.17
<i>Roupala obovata</i> Kunth	140.25	26.59	180	125	18.96
<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth	111.00	87.29	240	32	78.64
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schtdl. et Cham	109.67	110.35	237	42	100.62
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	106.47	69.31	296	36	65.10
<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	106.16	35.67	200	34	33.60
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	103.93	71.98	270	28	69.26
<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex Hoerold	102.67	56.23	140	38	54.77

Media (MED); Máximo(MAX); Mínimo(MIN); Coeficiente de variación (CV).

En la Figura 3, se registraron las especies con mayor abundancia dentro del ecosistema páramo antrópico con respecto al hábito de crecimiento que pertenecen. En el estrato arbóreo, *Roupala obovata* Kunth, es una de las especies que registró el valor de Amax más alto (140.25 cm) mientras *Morella pubescens* Humb, es la que registró el menor valor (33.17 cm), con un coeficiente de variación (CV) de 18.96 % y 116.44 % respectivamente.

Con respecto al estrato arbustivo, *Gaultheria erecta* Vent. y *Gynoxys nítida* Muschl fueron las especies que presentaron la mayor altura dentro del ecosistema (72.60 cm y 64.13 cm) con un CV de 83.27 % y 57.63 % respectivamente (Figura 3).

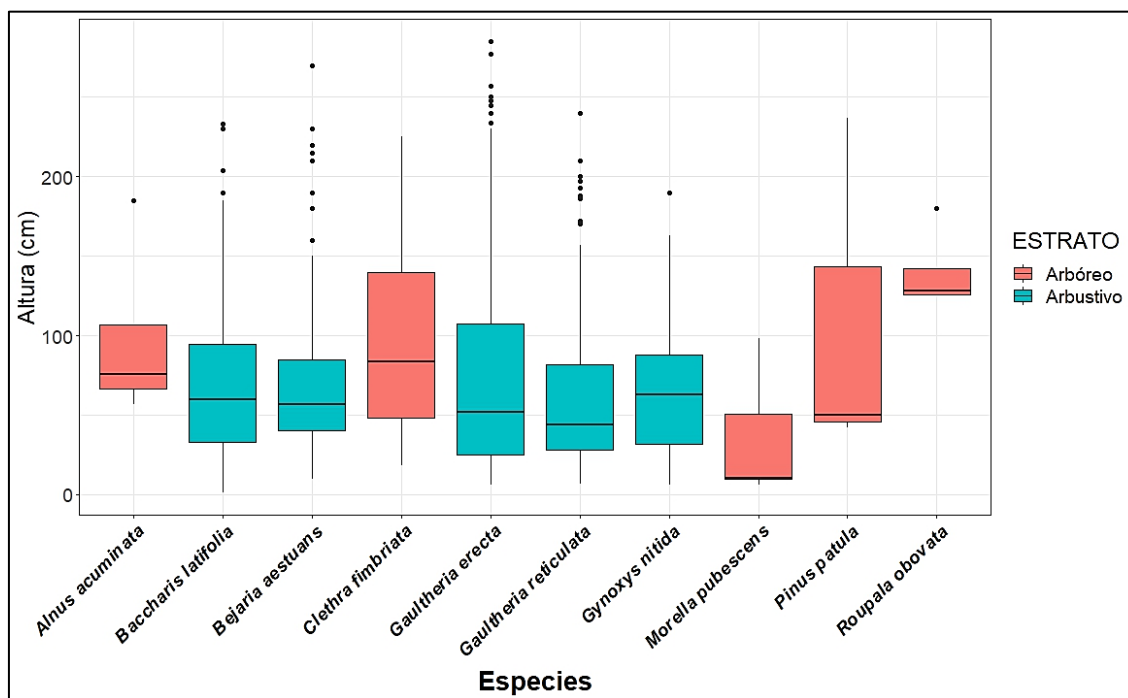


Figura 3. BoxPlot de la altura máxima (cm) con respecto a las especies más abundantes del páramo antrópico del PUFVC

6.1.2.2. Área foliar (AF).

El área foliar (AF cm) es un carácter que presentó alta variación y que depende de las especies evaluadas, en la zona de estudio registró un rango entre 0.43 a 223.33 cm², siendo *Macrocarpaea bubops* J.R. Grant & Struwe, *Roupala obovata* Kunth, *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch., *Alnus acuminata* Kunth, *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br., y *Clethra fimbriata* Kunth, las de mayor área foliar (Tabla 10).

Tabla 10. Área foliar (AF) de las especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.

Nombre científico	Área foliar (cm ²)				
	MED	DESVE	MAX	MIN	CV
<i>Macrocarpaea bubops</i> J.R. Grant & Struwe	223.34	18.85	255.90	208.17	8.44
<i>Roupala obovata</i> Kunth	56.47	77.15	298.60	175.47	136.62
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	54.71	6.84	62.18	46.74	12.51
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	30.11	14.47	77.98	46.28	48.05
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	28.12	51.58	190.91	98.22	183.45
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	23.17	66.72	305.98	211.76	287.92
<i>Lepechina mutica</i> (Benth.) Epling	21.15	16.22	72.01	37.83	76.67
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	17.17	24.53	161.82	144.4	142.90
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	16.40	71.26	375.81	264.53	434.52
<i>Gynoxys nítida</i> Muschl	12.43	47.45	281.14	192.20	381.86

Media (MED); Máximo(MAX); Mínimo(MIN); Coeficiente de variación (CV).

De las especies con mayor abundancia dentro del estrato arbóreo, *Roupala obovata* Kunth presentó el valor más alto con una área foliar promedio de 56.47 cm² y un CV de 136.62 %; mientras que *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. es la especie que menor área foliar promedio presentó con 4.83 cm² y un CV de 53.77 %, ambas caracterizadas por tener variación alta. (Figura 4).

Con respecto al estrato arbustivo, *Gaultheria erecta* Vent. y *Gaultheria reticulata* Kunth son las especies que se caracterizan por presentar la mayor y menor área foliar 16.40 cm² y 2.36 cm² respectivamente (Anexo 8).

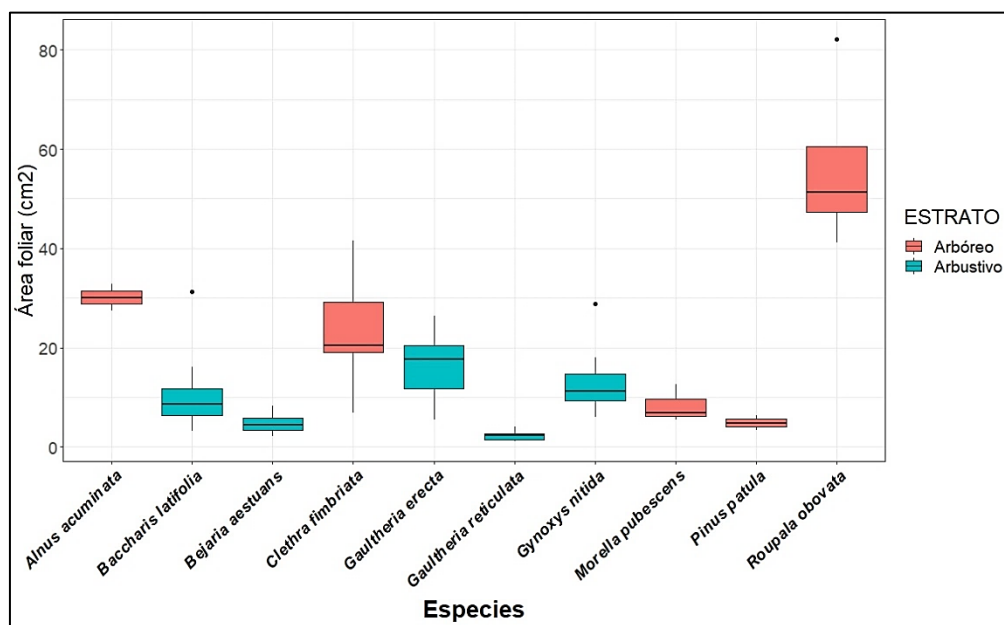


Figura 4. Boxplot del área foliar (cm) con respecto a las especies más abundantes del páramo antrópico del PUFVC

6.1.2.3. Grosor de hoja (Gh).

El Grosor de hoja (Gh) de las especies evaluadas, varía entre 0.22 a 0.86 mm, siendo *Macrocarpaea bubops* J.R. Grant & Struwe, *Gynoxys nitida* Muschl, *Brachyotum campanulare* (Bonpl.) Triana, *Macleania salapa* (Benth.) Hook. f. ex, *Clethra fimbriata* Kunth y *Lepechina mutica* (Benth.) Epling, las especies con los valores más altos (Tabla 11).

Tabla 11. Grosor de hoja (Gh) de las especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.

Nombre científico	Grosor de hoja (mm)				
	MED	DESVE	MAX	MIN	CV
<i>Macrocarpaea bubops</i> J.R. Grant & Struwe	0.87	0.02	0.89	0.84	2.39
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	0.63	0.76	12.17	11.69	120.6
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	0.53	0.58	8.60	8.36	109.92
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	0.52	0.58	5.96	5.50	112.65
<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex Hoerold	0.52	0.11	1.61	1.54	20.47
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	0.51	0.77	10.36	10.12	151.14
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	0.51	0.59	8.82	8.38	117.10
<i>Lepechina mutica</i> (Benth.) Epling	0.51	0.15	1.64	1.37	28.80
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	0.47	0.60	9.03	8.74	127.15
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J.)	0.45	0.39	4.25	3.94	87.69

Media (MED); Máximo(MAX); Mínimo(MIN); Coeficiente de variación (CV).

En el estrato arbóreo, *Clethra fimbriata* Kunth presentó el valor más alto de grosor de hoja con 0.52 mm, mientras que *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham fue la especie con el menor valor dentro del ecosistema con 0.28 mm y un CV de 21.85 % (Figura 5).

Con respecto al estrato arbustivo, *Gynoxys nitida* Muschl, fue la especie con mayor grosor dentro del ecosistema con 0.63 mm mientras que *Bejaria aestuans* Mutis ex L presentó el valor más bajo con 0.34 mm (Anexo 9).

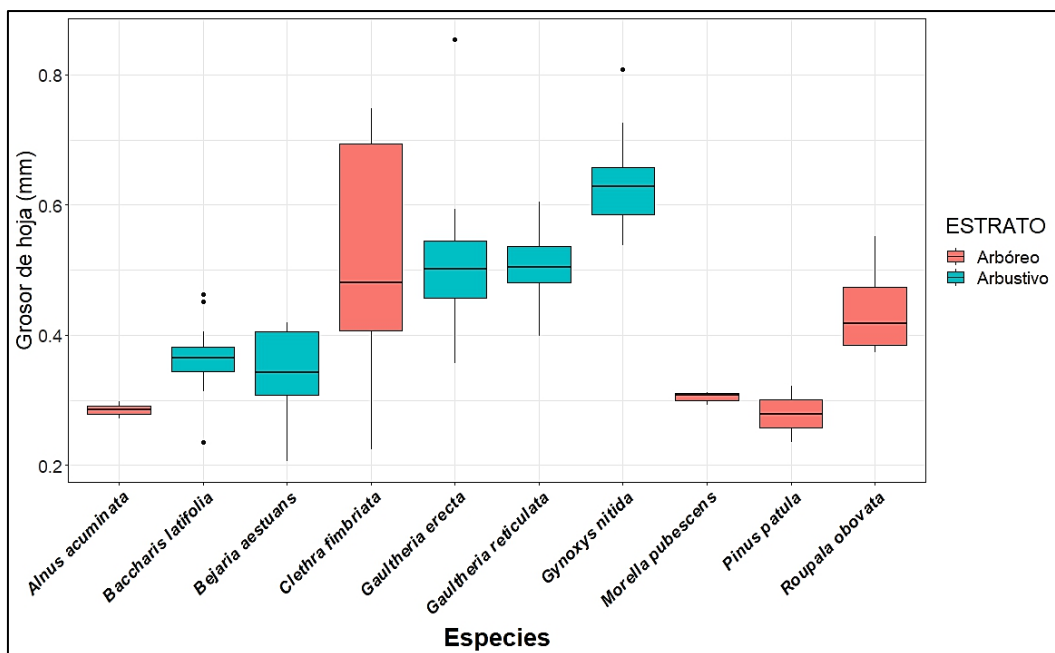


Figura 5. Boxplot del grosor de hoja (mm) con respecto a las especies más abundantes del páramo antrópico del PUFVC.

6.1.2.4. Fenología foliar (FenFol), Agente de dispersión (AgDis) y Hábito de crecimiento (HabCr).

Durante el periodo de monitoreo de las parcelas en estudio, en lo que se refiere al rasgo fenología foliar, se evidenció el 46 % de las especies presentaron flores o estructuras florales en desarrollo, mientras que el 54 % estuvieron en estado estéril, es decir sin sus órganos florales visibles.

Con relación al carácter funcional agente de dispersión (AgDis) el 68 % de las especies se caracterizó por tener una dispersión de tipo anemócora mientras que el 32 % restante presentó una dispersión de tipo zoocoria (Figura 6).

El carácter funcional de hábito de crecimiento (HabCr), en el páramo mostró que el 22 % de las especies fueron de tipo arbóreo mientras que el 78 % presentó un crecimiento de tipo arbustivo.

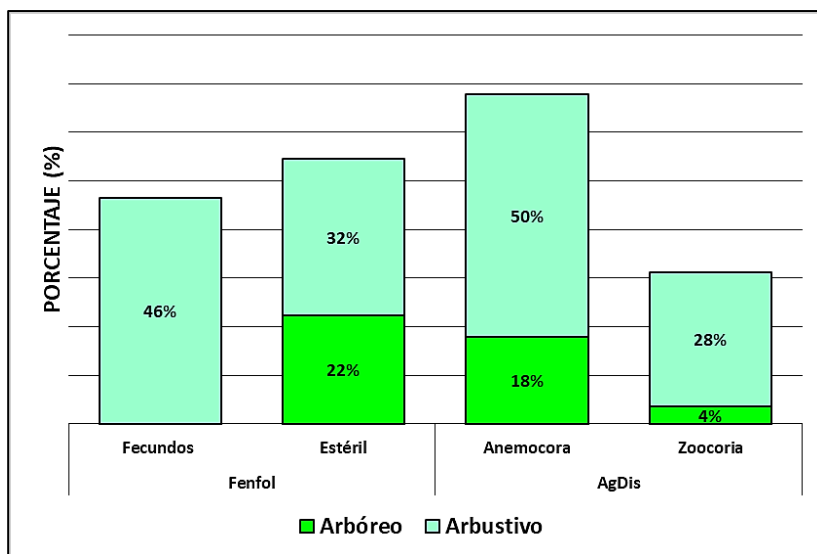


Figura 6. Porcentajes de especies de acuerdo a los caracteres evaluados.

6.1.3. Diversidad funcional (FD)

En la Tabla 12, se presentan la calidad de los espacios funcionales determinados para el ecosistema páramo antrópico en donde se puede apreciar que el espacio en 3D representa una desviación absoluta media más baja en comparación a los otros escenario por lo que es el espacio funcional que mejor calidad tiene.

Tabla 12. Calidad de los espacios funcionales, a través de la desviación absoluta media(mad).

Espacio funcional	mad
pcoa_1d	0.076
pcoa_2d	0.040
pcoa_3d	0.030
pcoa_4d	0.034
pcoa_5d	0.041
pcoa_6d	0.046
pcoa_7d	0.049
pcoa_8d	0.050
pcoa_9d	0.052
pcoa_10d	0.052
tree_average	0.074

Desviación absoluta media (mad); Espacio funcional 1 (pcoa_1d); tree_average (Dendrograma)

En la Figura 7 se observó que para el espacio 2D, las distancias estaban sobreestimadas, lo que confirmó que el espacio 3D refleja una mejor calidad ya que los puntos de observación están cercanos a la línea 1:1. En el dendrograma, que los pares de especies se organizaron en líneas horizontales, lo que significa que diferentes distancias basadas en caracteres tienen la misma distancia cofenética.

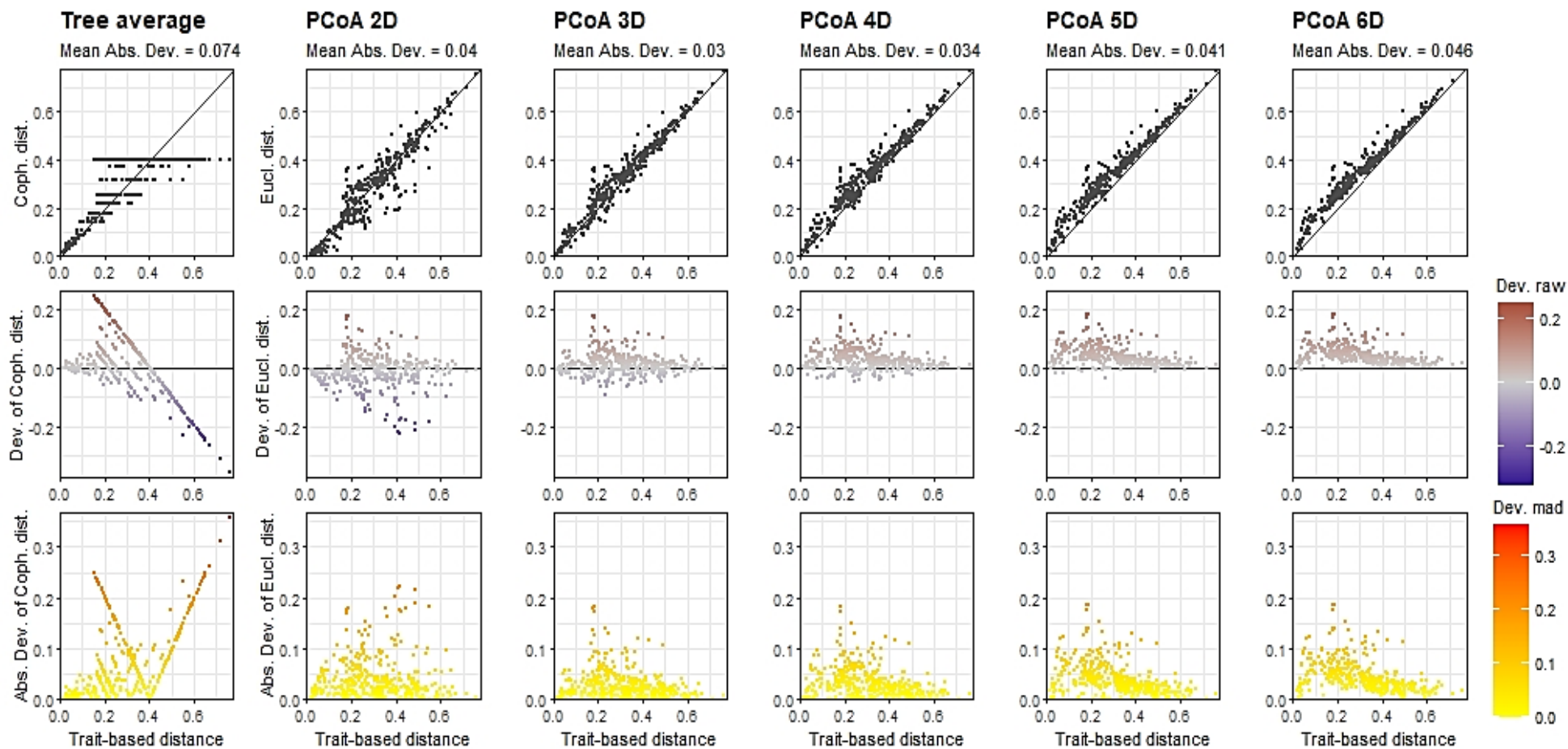


Figura 7. Calidad de los espacios funcionales multidimensionales de las especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.

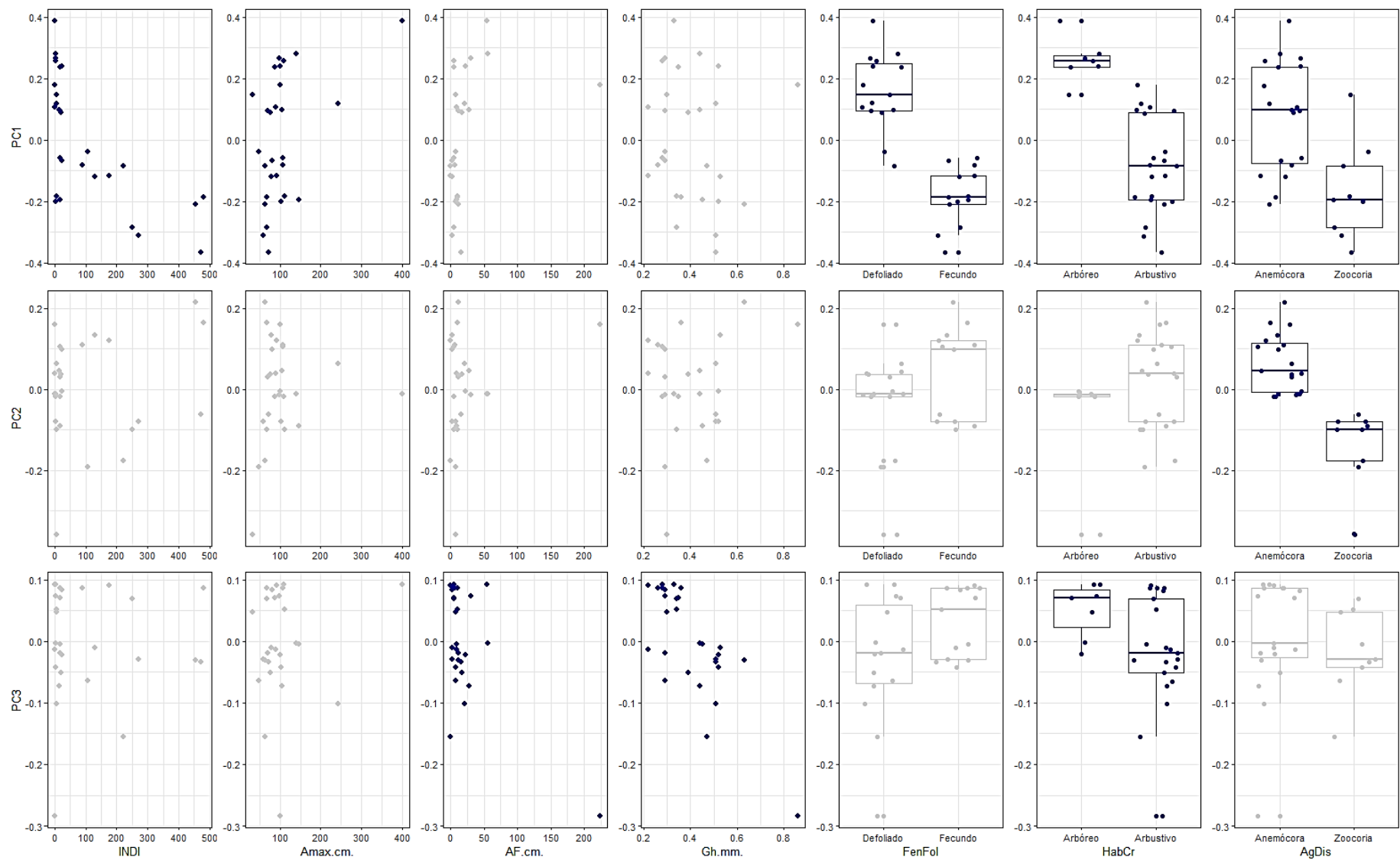
Con respecto a la correlación entre los ejes funcionales (Tabla 13 y Figura 8) el PC1 estuvo promovido por la fenología foliar (defoliado a la izquierda y fecundo a la derecha), seguido del hábito de crecimiento (arbóreo a la izquierda y arbustivo a la derecha) y el número de individuos con una pequeña influencia de altura máxima ($r^2 < 0.197$); entre tanto el PC2 estuvo impulsado principalmente por el agente de dispersión (anemócora a la izquierda y zoocoria a la derecha) y finalmente el PC3 estuvo dado por el grosor de hoja, seguido del área foliar y con una pequeña influencia de hábito de crecimiento ($\eta^2 < 0.122$) (arbóreo a la izquierda y arbustivo a la derecha).

Tabla 13. Correlación entre ejes funcionales y rasgos o caracteres funcionales.

Trait	Axis	Test	stat	Value	p.value
INDI	PC1	Linear Model	r2	0.449	0.0001
Amax	PC1	Linear Model	r2	0.197	0.0180
AF	PC3	Linear Model	r2	0.36	0.0007
Gh	PC3	Linear Model	r2	0.594	0.0000
FenFol	PC1	Kruskal-Wallis	eta2	0.69	0.0000
HabCr	PC1	Kruskal-Wallis	eta2	0.531	0.0001
HabCr	PC3	Kruskal-Wallis	eta2	0.122	0.0411
AgDis	PC1	Kruskal-Wallis	eta2	0.28	0.0040
AgDis	PC2	Kruskal-Wallis	eta2	0.642	0.0000

Carácter o rasgo funcional (Trait); Ejes funcionales (Axis); Prueba (Test); Medida (stat); Individuos (INDI); Altura máxima (Amax); Área foliar (AF); Grosor de hoja (Gh); Fenología foliar (FenFol); Hábito de crecimiento (HabCr); Agente de dispersión (AgDis).

Relation between traits and PCoA axes



Made with mFD package

Figura 8. Correlación entre ejes funcionales y rasgos o caracteres funcionales.

En la Tabla 14 se aprecia que los índices de divergencia y especialización funcional presentaron valores altos para el ecosistema de páramo antrópico lo que muestra que las especies dentro del nicho poseen un alto grado de diferenciación entre ellas y que las especies son funcionalmente especialistas dentro del nicho. Sin embargo, también se alcanzó a observar que los índices de riqueza y uniformidad funcional poseen valores bajos dentro del ecosistema páramo antrópico, lo que indica que en algunas partes del nicho funcional o espacio funcional están siendo sobre ocupadas por especies es decir que las abundancias relativas de las especies no se distribuyen de manera equitativa, acorde a los valores obtenidos por los índices de diversidad funcional, el ecosistema de páramo antrópico del PUFVC tiene una diversidad funcional media.

Tabla 14. Valores obtenidos de los Índices de Diversidad funcional del páramo antrópico del PUFVC.

Parámetro	Simbología	Valor
Índice de riqueza funcional	FRic	0.36
Índice de divergencia funcional	FDiv	0.86
Índice de especialización funcional	FSpe	0.70
Índice de uniformidad funcional	FEve	0.48

6.2. Influencia de los factores climáticos en el desarrollo de caracteres funcionales

6.2.1. Análisis de componentes principales (PCA)

De acuerdo al análisis de componentes principales (PCA)(Figura 9), se observó que el eje de componente 1 (Dim1) explicó la variabilidad de las observaciones con un 29.8 % mientras que en el eje de componente 2 (Dim2) se explicó 22.5 % restante, dando un potencial explicativo de 52.3 % de la variabilidad analizada.

Se logró observar que las variables climáticas de temperatura, precipitación y humedad relativa, están fuertemente correlacionadas de forma positiva, con los caracteres funcionales de área foliar (AF) y altura máxima (Amax), siendo el carácter de Amax el que más fuertemente se correlaciona con la variable climática de humedad relativa.

Por otro lado la variable climática de humedad relativa no se encontró correlacionada con el carácter funcional de grosor de hoja (Gh) mientras que la precipitación se asoció de manera negativa a dicho carácter.

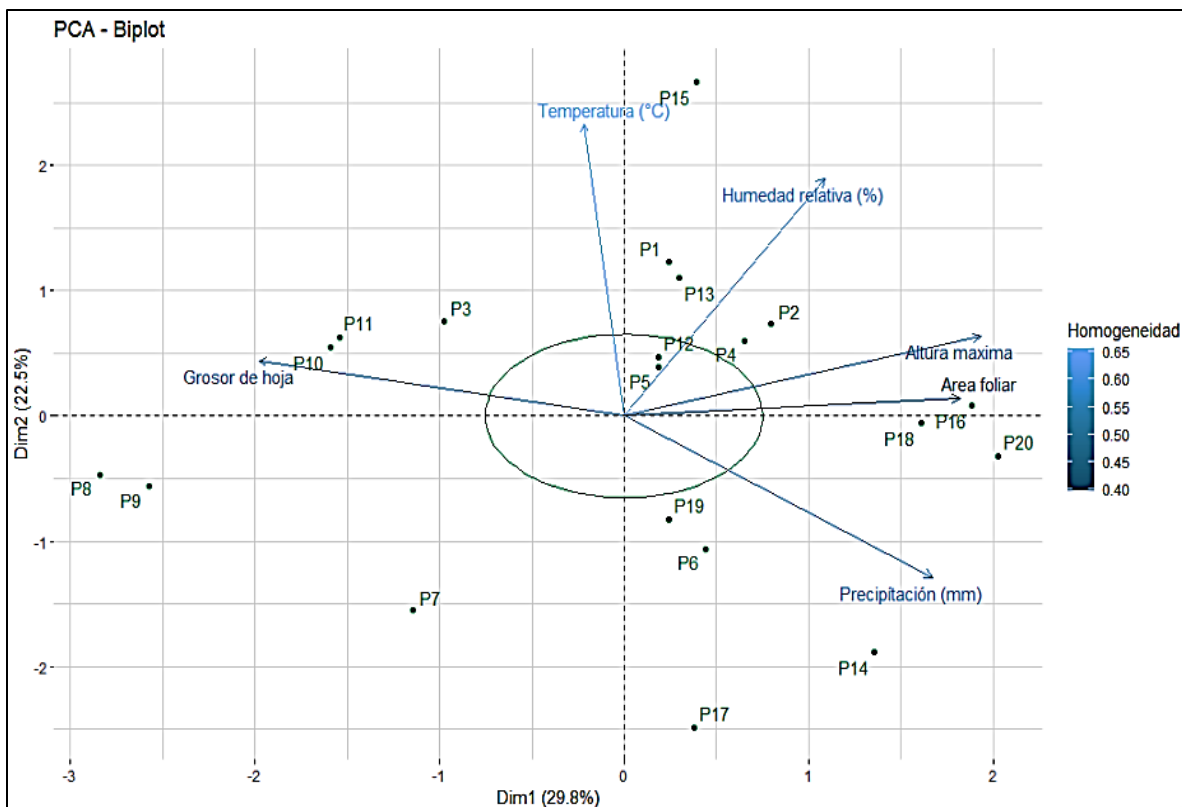


Figura 9. Análisis de componentes principales (PCA) de las variables estudiadas en el páramo antrópico del PUFVC.

6.2.2. Análisis de correlación de Spearman

De acuerdo con los valores obtenidos del coeficiente de correlación de Spearman (Figura 10), con un valor de significancia de p-valor ≤ 0.05 , mostró que el grado de correlación de los rasgos con las variables ambientales presentaron una relación positiva.

La Figura 10 indicó que existe una correlación escasa positiva entre la variable de temperatura y los caracteres de Altura máxima (Amax), Área foliar (AF) y Grosor de hoja (Gh) ($r= 0.08$ $p= 0.84$, $r= 0.18$ $p= 0.69$, $r= 0.03$ $p= 0.77$) siendo no significativa desde el punto de vista estadístico para ninguna de las variables. Así mismo existió una correlación escasa positiva entre la variable de precipitación y los caracteres de Amax y AF ($r=0.09$ $p=0.7$, $r=0.15$ $p=0.3$), mientras que el rasgo funcional de Gh se evidenció una correlación negativa ($r=-0.33$ $p=0.22$).

La variable humedad mostró correlaciones positivas con los rasgos Amax ($r= 0.25$ $p=0.23$), AF ($r=0.15$ $p=0.88$); mientras que, con Gh existe una correlación escasa negativa ($r=-0.18$ $p=0.71$); sin embargo las correlaciones no son significativas desde el punto de vista estadístico.

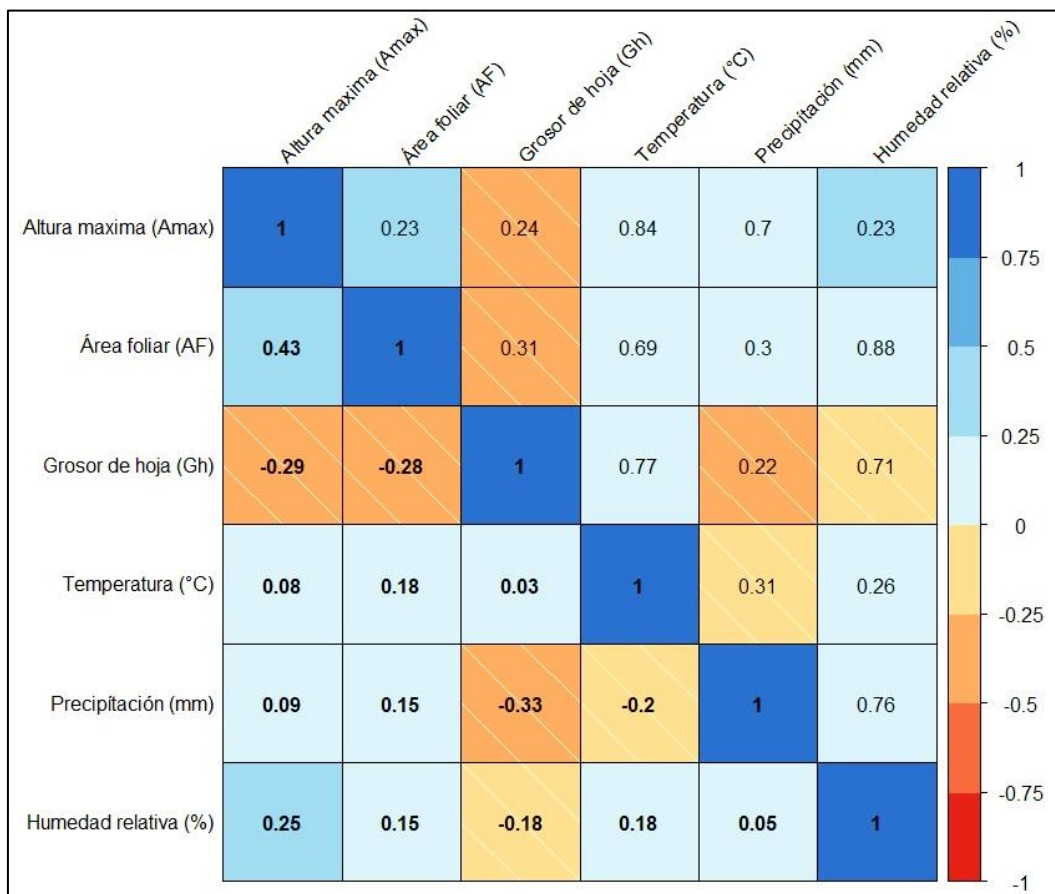


Figura 10. Análisis de la correlación de Spearman.

7. Discusión

7.1. Identificar caracteres funcionales morfológicos, fenológicos y fisiológicos de la vegetación en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro

El páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro (PUFVC) presenta una composición florística de 2.849 individuos distribuidos en 28 especies representadas en 14 familias botánicas, de las cuales 7 son árboles y 21 son arbustos. Las familias botánicas más representativas son Ericaceae, Asteraceae, Melastomataceae y Lamiaceae. Información que es mayor a la reportada por Sarango (2019) para el páramo del PUFVC quien reporto 21 especies distribuidas en 10 familias, de las cuales 5 especies fueron árboles y 16 especies fueron arbustos.

Medina (2018) en su estudio realizado en 3 ecosistemas del PUFVC, reportó en el páramo antrópico un total de 14 especies con 384 individuos de 12 géneros y 9 familias en 10 parcelas permanentes, siendo las familias Asteraceae, Ericaceae, Geraniaceae, Lycopodiaceae, Melastomataceae, Cyperaceae, Poaceae y Scrophulariaceae, las más representativas. Las diferencias mostradas entre los estudios pueden atribuirse al incremento en el tamaño de muestra y a la dinámica temporal que podría estar presentando este ecosistema lo que directamente se relaciona con el grado de sucesión luego de la perturbación presentada por el incendio forestal del año 2017.

El Índice de valor de importancia simplificado (IVI) del páramo antrópico del PUFVC, muestra que una de las especies más representativa es *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers, con un IVI de 12.52 %, lo que se asemeja a los resultados presentados por Sarango (2019) y Sanchez (2021), quienes reportan valores de 17.1 % y 13.42 % respectivamente. La importancia de esta especie radica en su amplia distribución, en su capacidad de dispersión de las semillas y en su rápido crecimiento por lo que puede ser considerada como una de las especies dominante en este ecosistema.

En lo que respecta a los rasgos o caracteres funcionales, el carácter de altura máxima (Amax) presenta un amplio rango comprendido entre 33.17 a 400 cm, siendo *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch, la especie con mayor altura dentro del ecosistema, alcanzando valores máximos de hasta 4 m, información que contrasta con la presentada por Cuenca (2019) y Enríquez (2017) quienes reportan alturas entre 7 a 75 cm, lo que podría atribuirse a la adaptabilidad de la especies y al hecho de que en las zonas más altas como el páramo las especies tienden a ser más pequeñas.

El carácter área foliar (AF) de las especies del páramo, muestra un rango entre 0.43 a 223.33 cm², siendo las especies *Macroparvaea bubops* J.R. Grant & Struwe, *Roupala obovata* Kunth, *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch., *Alnus acuminata* Kunth, *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br., y *Clethra fimbriata* Kunth, las especies con mayor área foliar, cabe mencionar que *Macroparvaea bubops* está presente en la zona del páramo debido a su cercanía con la zona de transición del matorral andino lo que hace que se incremente el coeficiente de variación de este rasgo. Otros autores como Alvarado (2019) en los bosques montanos Andinos en el macizo del Cajas, reportan valores promedio de área foliar más entre 0.5 a 2.5 cm², de igual manera Lara (2008) en el bosque de Cresta Andino en la Reserva de Biosfera San Francisco reportan un valor promedio de área foliar de 9.3 cm², las diferencias reportadas se pueden atribuir a los diferentes ecosistemas, a los métodos de muestreo aplicados y a las características anatómicas de cada especie, como lo afirma Nafarrate (2017) quien manifiesta que este rasgo es altamente flexible pues varía entre géneros, especies e individuos de una misma especie e incluso puede variar dentro de un mismo individuo.

El AF fue el rasgo que más coeficiente de variación presenta, lo que indica alta variación en los tipos de hojas presentes en este ecosistema similar comportamiento reporto López (2022).

Las altas variaciones se han relacionado con variaciones climáticas, de latitudes o longitudes, estrés por temperatura, sequía, incendios o altas radiaciones, sin embargo como lo afirman Pérez et al. (2013) las variaciones en área foliar también pueden estar relacionadas a factores alométricos como el tamaño de la planta, de las ramas, anatomía y arquitectura de la especie, por lo que el área foliar se ve como una de las estrategias ecológicas que tienen las plantas ante diferentes niveles de estrés por nutrientes y disturbios.

El rasgo funcional de Grosor de hoja (Gh) de las especies presentes en el páramo muestra un rango entre 0.22 a 0.86 mm, siendo las especies *Macroparvaea bubops* J.R. Grant & Struwe, *Gynoxys nitida* Muschl, *Brachyotum campanulare* (Bonpl.) Triana, *Macleania salapa* (Benth.) Hook. f. ex, *Clethra fimbriata* Kunth, y *Lepechina mutica* (Benth.) Epling, las de mayor grosor de hoja, información que se corrobora con la presentada por Sáenz (2019) en su estudio realizado en las parcelas permanentes del proyecto denominado “Monitoreo del Impacto del Cambio Climático en los Altos Andes”, en donde las especies presentaron un rango entre 0.46 a 0.66 mm, siendo la especie de *Werneria nubigena* Kunth, la especie con mayor Gh.

El grosor de hoja es un rasgo determinante de la resistencia física, se ha evidenciado que las hojas con un grosor de hoja mayor son más resistentes ante factores antrópicos como son los incendios forestales, la variabilidad entre los valores de grosor de hoja se explican debido a que dentro de un mismo individuo o especie, se ha observado que las hojas ubicadas en la parte externa de la copa son más gruesas que las ubicadas en el centro (Pérez et al., 2013). Es por ello que el rasgo grosor de hoja es importante puesto que permite comprender el control en procesos fisiológicos como la evapotranspiración o el gasto de agua y con ello comprender la funcionalidad de las especies que se desarrollan en los páramos con los factores ambientales a los que son expuestos.

La fenología desde un punto de vista funcional es un carácter adaptativo fundamental ya que a través de su estudio se puede comprender las estrategias de asimilación y uso del carbono en las plantas. El periodo de monitoreo y de observación de este rasgo en campo fue corto sin embargo se observó que el 46 % de las especies presentaron flores, lo que se corrobora con la información presentada por Sáenz (2019) en su estudio, que dice que las especies de páramo se encuentran en flor en los meses de noviembre y diciembre, sin embargo esta información puede variar dependiendo de varios factores como la especie, los factores climáticos e incluso el ecosistema.

Este rasgo es muy importante ya que puede llegar a condicionar la reproducción de las especies y por ende su supervivencia, por ello se deben impulsar los estudios que se enfoquen en los registros de las fenofases y las relaciones con las características funcionales de las plantas, aspectos también destacados por Martí et al. (2004).

En la zona de estudio el carácter funcional de agente de dispersión (AgDis) muestra que el 68 % de las especies se caracterizan por tener una dispersión de tipo anemócora mientras que el 32 % presenta una dispersión de tipo zoocoria, resultados similares a los reportados por Sanchez (2021) quien en su estudio realizado en el PUFVC encontró que el 45.45 % de las especies se dispersan por acción del viento y el 30.33 % es de tipo zoocoria. El estudio de este tipo de carácter funcional es muy importante porque se relaciona con la capacidad de adaptación y resiliencia de las especies, especies que muestran alta capacidad de dispersión tienen mayor capacidad de sobrevivencia en zonas disturbadas o que han sufrido algún tipo de perturbación, ya que permitiría la regeneración y colonización de áreas en distancias considerables donde el viento y las aves se convertirían en los principales y directos dispersores.

El carácter funcional de hábito de crecimiento (HabCr), mostró que el 22 % de las especies presentes en el páramo tienen un hábito de crecimiento de tipo arbóreo y el 78 % restante tiene un crecimiento de tipo arbustivo, similares resultados a los reportados por Sanchez (2021) en el PUFVC. Es importante mencionar que algunas de las especies presentes en los páramos tienen una capacidad de sobrevivencia a eventos relacionados con fuego tal como lo demuestran los resultados presentados por Sarango et al. (2019) quien evaluó el impacto ambiental de un incendio en la composición florística del páramo del PUFVC.

Con respecto a los índices de diversidad funcional, se encontró que la divergencia y la especialización funcional presentaron valores altos dentro del nicho (FDiv= 0.86 y FSpe= 0.70), mientras que la riqueza y la uniformidad funcional presentaron valores bajos (FRic= 0.36 y FEve= 0.48), lo que indica que las especies poseen un alto grado de diferenciación entre ellas y que son funcionalmente especialistas, así mismo algunas partes del nicho funcional o espacio funcional están siendo sobre ocupadas por algunas especies, pese a ello los valores indican una diversidad funcional media, similares resultados fueron reportado por Villalba (2020) en un ecosistema de bosque interandino en donde encontró valores de FRic= 0.46, FDiv= 0.69 y FEve= 0.77, lo que indica una diversidad funcional media, por ende se puede decir que los valores obtenidos son similares a los reportados en nuestra investigación. Triana (2017) por su parte registra en un ecosistema de Bosque Seco valores de índices de diversidad funcional de FRic= 0.13, FDiv= 0.23 y FEve= 0.01, lo que indica una diversidad funcional baja.

La diversidad funcional explica de buena manera la influencia que tiene la biodiversidad en el funcionamiento de los ecosistemas degradados, las facetas de la biodiversidad que influyen en los procesos ecosistémicos y su relación con las condiciones ambientales que los rodean, Villéger et al. (2010), manifiestan que es importante aplicar este tipo de estudios enfocados en índices de diversidad funcional pues explican de una manera más enfocada las perturbaciones antrópicas que ocasionan cambios en los diferentes caracteres funcionales (López et al., 2017). Además es importante mencionar que los estudios de diversidad funcional son todavía escasos en ecosistemas tropicales y alto andinos en comparación con los estudios que se centran en diversidad basada en índices taxonómicos o clásicos (Rosselló, 2017).

7.2. Determinar la influencia de los factores climáticos en el desarrollo de caracteres funcionales

El PCA muestra que las variables climáticas de temperatura, precipitación y humedad relativa en la zona del páramo mostraron, correlación positiva con los caracteres funcionales de área foliar (AF) y altura máxima (Amax), siendo el carácter de Amax el que más fuertemente se correlaciona con la variable climática de humedad relativa. Por otro lado de acuerdo con los valores obtenidos del coeficiente de correlación de Spearman, se evidencia una correlación escasa positiva entre la variables o factores de clima y los caracteres o rasgos función, no se reporta valores de significancia estadística en ninguna de las variables climáticas analizadas y los rasgos funcionales con un p-valor ≤ 0.05 . Trujillo (2017) manifiesta que las variables climáticas no tienen un efecto significativo sobre los rasgos de las plantas ya que son típicamente homogéneas dentro de los sitios mientras que las variables ambientales como las propiedades del suelo y las perturbaciones ejercen un efecto de filtro más fuerte sobre los rasgos de las plantas.

Alvarado (2022) manifiesta que los caracteres funcionales de sobrevivencia, diámetro y altura máxima, muestran correlación con las variables de precipitación del trimestre más cálido. Por su parte Trujillo (2017) menciona a la variable humedad está correlacionada fuertemente con los caracteres de altura y área foliar, explicando hasta un 22.5 % de la varianza de los caracteres.

Si bien se podría pensar que las plantas que habitan el páramo antrópico del PUFVC no muestran una marcada dependencia a las condiciones o factores climáticos sin embargo, existe una correlación entre los caracteres funcionales de área foliar, grosor de hoja y altura máxima, con los factores climáticos de temperatura, precipitación y humedad relativa, siendo el factor climático de temperatura el que mejor se correlaciona con los caracteres, como lo demuestra Rosbakh et al. (2015) quienes reportaron en ambientes naturales una relación positiva entre la temperatura y el área foliar, donde en zonas de mayor altitud hay una dominancia de especies con baja área foliar, lo que evidencia que los factores climáticos son influyentes para el desarrollo de rasgos o caracteres funcionales de ecosistemas degradados.

Kessler (2006) también encontraron correlación entre el carácter altura máxima de los árboles y la temperatura media anual a lo largo de los Andes bolivianos. Otros autores como Malhado et al. (2009), reportaron una relación entre el tamaño medio de las hojas de las especies de plantas vasculares de la amazonia con la precipitación anual media.

El comprender la influencia de las variables ambientales en el desarrollo de los rasgos funcionales de las plantas es de vital importancia para conocer el grado de respuesta que podrían llegar a tener frente a perturbación o estímulos ajenos a su naturaleza, Díaz y Cabido (2001) al respecto mencionan que la naturaleza y duración de los vínculos entre la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas varía mucho entre las escalas temporales y espaciales, desde las parcelas locales hasta los gradientes regionales y climáticos por lo que el continuo monitoreo de rasgos funcionales en la vegetación de ecosistemas como el páramo del PUFVC que han sufrido perturbaciones se deben ejecutar a largo plazo.

8. Conclusiones

- En el páramo antrópico del PUFVC, se encontraron 28 especies correspondientes a 28 géneros y 14 familias, siendo las familias Ericaceae, Asteraceae, Melastomataceae y Lamiaceae, las más representativas. Además *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) y *Gaultheria erecta* Vent son las especies con el Índice de valor de importancia más representativo en este ecosistema.
- Los caracteres o rasgos funcionales de las especies de páramo antrópico, a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos como la fenología foliar, agente dispersor y altura máxima, constituyen un indicador clave que contribuye a analizar, entender y comprender las relaciones funcionales y ecológicas que ocurren dentro de una comunidad vegetal como lo es el Páramo antrópico del PUFVC.
- La diversidad funcional del páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, es media considerando los 4 principales índices de diversidad funcional (Índice de riqueza funcional, Índice de divergencia funcional, Índice de especialización funcional y Índice de uniformidad funcional).
- Los índices de diversidad funcional demostraron la recuperación florística del páramo antrópico, al tener en cuenta individuos de tallas pequeñas, así como la coexistencia y colonización de las especies a lo largo del área de estudio, demostrando en algunos casos que las especies sobre ocupan zonas del páramo, como respuesta ante el acontecimiento del 2017, donde el incendio forestal altero la estructura de este ecosistema.
- Los factores climáticos de Temperatura, Precipitación y Humedad relativa, se encuentran fuertemente correlacionadas con los caracteres funcionales de AF y Amax, esto demostró que son importantes porque influyen directamente sobre el desarrollo de caracteres funcionales.

9. Recomendaciones

- Continuar con el monitoreo de la zona de estudio con la finalidad de comprender de mejor manera la dinámica de las especies presentes en el páramo antrópico, así como registrar el crecimiento y la supervivencia de las especies.
- Incluir otros caracteres o rasgos funcionales como clonalidad, banco de yemas, órganos de almacenamiento subterráneos, espinosidad, arquitectura de la planta, entre otros que contribuyan a brindar mayor información sobre la ecología de comunidades y el grado de respuesta de las especies que tienen frente a actividades antrópicas como lo son los incendios forestales.
- Incluir variables climáticas y ambientales como la radiación solar, presión atmosférica, velocidad del viento, nubosidad o evapotranspiración, suelo, entre otros, que contribuyan a un mejor entendimiento en la influencia de estos en el ecosistema
- Realizar estudios a largo plazo, con inventarios periódicos, para observar los cambios en la comunidad del páramo antrópico.
- Complementar la información de la diversidad con grupos de fauna, ya que esto contribuiría con información clave para poder comprender de mejor manera los mecanismos de dispersión que puedan presentarse en especies vegetales y así asegurar la conservación o restauración ecológica.

10. Bibliografía

- Aguirre- Mendoza, Z., y Yaguana, C. (2014). Parque universitario de educación ambiental y recreación Ing. Francisco Vivar Castro. *Universidad Nacional de Loja*, 30. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/parque-universitario-francisco-vivar-c-unl.pdf>
- Aguirre, Z. (2015). Métodos para medir la biodiversidad. En *M&T – Manuales y Tesis SEA* (Vol. 1). <http://www.observatorioirsb.org/cmsAdmin/uploads/m-todos-biodiversidad.pdf>
- Alarcón, A. (2019). *Departamento de ciencias de la vida y de la agricultura*. Universidad de las fuerzas armadas.
- Alcázar, C., y Ramíres, W. (2011). El Uso De Rasgos Funcionales En Flora Como Herramienta Para Establecer Prioridades De Conservación. *Letras biológicas, April*, 215–222.
- Alvarado, I. (2019). *Relaciones entre la estructura y cobertura arbórea con el carbono almacenado en bosques montanos Andinos en el macizo del Cajas, Azuay-Ecuador*. Universidad De Cuenca.
- Alvarado, M. (2022). *Crecimiento y rasgos funcionales de la regeneración natural de especies nativas leñosas y su relación con variables ambientales, plantadas en rodales de Pinus patula en la provincia del Azuay*. Universidad de Cuenca.
- Bavera, G. A., y Bèguet., H. A. (2003). Clima y ambiente; elementos y factores. *Fav Unrc.*, 3. www.produccion-animal.com.ar%5Cnwww.produccion-animal.com.ar
- Bello, F., Lepš, J., Lavorel, S., y Moretti, M. (2007). Importance of species abundance for assessment of trait composition: An example based on pollinator communities. *Community Ecology*, 8(2), 163–170. <https://doi.org/10.1556/ComEc.8.2007.2.3>
- Bellwood, D. R., Wainwright, P. C., Fulton, C. J., y Hoey, A. (2002). Assembly rules and functional groups at global biogeographical scales. *Functional Ecology*, 16(5), 557–562. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00655.x>
- Bravo, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*. [https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La Biodiversidad.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf)
- Bustamante-Gonzales, C., Pérez-Díaz, A., Rivera-Espinosa, R., y Viñals-Nuñez, R. (2015). Influencia de las precipitaciones en el rendimiento de Coffea canephora Pierre ex Froehner cultivado en suelos pardos de la región oriental de cuba. *Cultivos Tropicales*, 36(4), 21–27. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-

59362015000400003&lng=es&nrm=iso

- Buytaert, W., Calleri, R., y Bievre, B. (2014). *Hidrología del Pámo Andino; Propiedades, Importancia y Vulnerabilidad*.
- Cabrera, M., y Ramírez, W. (2014). *Restauración ecológica de los páramos de Colombia: Transformación y herramientas para su conservación*.
- Camacho, M. (2014). Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *Revista Anales*, 1(372), 77–92. <https://doi.org/10.29166/anales.v1i372.1241>
- Casanoves, F., Pla, L., y Di Rienzo, J. A. (2011). *Diversidad funcional Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos* (Número November 2015).
- Castañeda, E., y Montes, C. (2017). Carbono almacenado en páramo andino. *Entramado*, 13(1), 210–221. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25112>
- Chave, J. (2004). Neutral theory and community ecology. En *Ecology Letters* (Vol. 7, Número 3, pp. 241–253). <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2003.00566.x>
- Chave, J., Muller, H., Baker, T., y Easdale, T. (2007). Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 Neotropical tree species. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 134(2), 301–332. [https://doi.org/10.3159/1095-5674\(2007\)134\[301:SCROHD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3159/1095-5674(2007)134[301:SCROHD]2.0.CO;2)
- Cordova, F., y Zambrano, L. (2012). La diversidad funcional en la ecología de comunidades. *Pharmaceutical Manufacturing and Packing Sourcer*, 24(SUMMER), 100–106.
- CoreTeam, R. (2020). *RStudio: Un lenguaje y entorno para la computación estadística. R Foundation for Statistical (4.0.0)*. RStudio: desarrollo integrado para R.
- Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., Reich, P. B., Ter Steege, H., Morgan, H. D., Van Der Heijden, M. G. A., Pausas, J. G., y Poorter, H. (2003). Un manual de protocolos para la medición estandarizada y sencilla de los rasgos funcionales de las plantas en todo el mundo. *Australian Journal of Botany*, 51(4), 335–380. <https://doi.org/10.1071/BT02124>
- Cuenca, H. (2019). Caracterización de tipos funcionales de plantas como especies indicadoras para el manejo y conservación de la Zona Intangible del Bosque Montano del Parque Universitario de Educación y Recreación Ambiental “PUEAR”, provincia de Loja. *Universidad Nacional De Loja*.
- Denver, A. (2016). *Cirano: el nuevo cultivo púrpura para todo el mundo*.

- Díaz-Granados, M., Navarrete, J., y Suárez, T. (2005). Páramos: Sensitive Hydrosystems. *Revista de Ingeniería*, 22(22), 64–75.
- Díaz, S., y Cabido, M. (2001). Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of Vegetation Science*, 8(4), 463–474. <https://doi.org/10.2307/3237198>
- Dorado, A. (2010). ¿Qué es la biodiversidad? *Fundación Biodiversidad*, 1, 84. <http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2010/10/que-es-la-biodiversidad-web.pdf>
- Eguiguren, P., Ojeda, T., y Aguirre, N. (2010). Diversidad Florística del Ecosistema Páramo del Parque Nacional Podocarpus para el Monitoreo del Cambio Climático. *Ecopar*, 2007, 14 p.
- Enríquez, V. (2017). *Grupos funcionales y su papel en la restauración de paisajes en la región sur del Ecuador*. 79. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/19053>
- Fukami, T. (2004). Assembly history interacts with ecosystem size to influence species diversity. *Ecology*, 85(12), 3234–3242. <https://doi.org/10.1890/04-0340>
- González, P. (2017). Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna. *Biblioteca Del Congreso Nacional De Chile*, 32(1), 3–18. <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=39186>
- Hammen, T., Pabón, J., Guitierrez, H., y Alarcon, J. (2002). *El cambio global y los ecosistemas de alta montaña de Colombia*. 40. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/18923>
- Hofstede, R. (1997). La importancia Hidrica del Páramo y aspectos de su manejo. *CONDESAN*.
- Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., y Torres, F. (2014). *Los Páramos Andinos ¿Qué Sabemos?* (S. Terán (ed.); UICN).
- Hooper, D., Chapin, F., y Ewel, J. . (2005). EFFECTS OF BIODIVERSITY ON ECOSYSTEM FUNCTIONING: A CONSENSUS OF CURRENT KNOWLEDGE. *esa*, 305(5687), 1101–1101. <https://doi.org/10.1126/science.305.5687.1101>
- Hueper, W. (1952). *FACTORES AMBIENTALES*. 21–22. <https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s08.htm>
- Jaramillo-Díaz, N., Aguirre-Mendoza, Z., y Yaguana-Puglla, C. (2018). Componente florístico del bosque seco, sector Bramaderos, parroquia Guachanama, cantón Paltas, suroccidente de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(1), 87–104. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25105>
- Kessler, M. (2006). Bosques de Polylepis. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, June, 110–

120. [http://www.beisa.dk/Publications/BEISA Book pdfer/Capitulo 07.pdf](http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2007.pdf)
- Lanly, J. (1996). *Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas*. Estudio FAO Montes 131. <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s05.htm>
- Lara, M. (2008). Determinación del Índice de Área Vertical en dependencia del Índice de Área Foliar, en un bosque de Cresta Andino en la Reserva de Biosfera San Francisco. [Universidad Del Azuay]. En *Universidad del Azuay*. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6819/1/07260.pdf>
- Llambí, L., Soto, A., Borja, P., Ochoa, B., Celleri, R., y Bievre, B. (2012). Páramos Andinos: Ecología, hidrología y suelos de páramos. En *Los suelos del Páramo*. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56477.pdf>
- López, A., López, G., y Fagilde, M. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semidecíduo micrófilo de Cuba Oriental. *Bosque*, 38(3), 457–466. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300003>
- López, L. (2022). *Relaciones entre rasgos funcionales de plantas en bosques secundarios altoandinos de la Cordillera Oriental, Colombia*. 23(2), 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.21068/2539200X.1008>.
- Lopez, M., Diaz, S., y Castro, M. (2007). Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Ecosistemas*, 16(3), 69–80.
- Lozano-Rivas, W. (2018). *Clima, Hidrología y Meteorología para Ciencias Ambientales e Ingeniería* (D. Martínez (ed.); Primera ed). https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=81B1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT18&dq=clima+concepto+ambiental&ots=6x1rgCk1pM&sig=ILH8EO_udAvpXw5rySUjAWsTAU#v=onepage&q=clima+concepto+ambiental&f=false
- Magneville, C., Loiseau, N., Albouy, C., Casajus, N., Claverie, T., Escalas, A., Leprieur, F., Maire, E., Mouillot, D., y Villéger, S. (2022). mFD: an R package to compute and illustrate the multiple facets of functional diversity. *Ecography*, 2022(1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/ecog.05904>
- Magurran, A., Shimadzu, H., Dornelas, M., y Henderson, P. (2013). Diversity is maintained by seasonal variation in species abundance. *BMC Biology*, 11. <https://doi.org/10.1186/1741-7007-11-98>
- Malhado, A. C. M., Whittaker, R. J., Malhi, Y., Ladle, R. J., Ter Steege, H., Butt, N., Aragao, L.

- E. O. C., Quesada, C. A., Murakami-Araujo, A., Phillips, O. L., Peacock, J., López-González, G., Baker, T. R., Anderson, L. O., Arroyo, L., Almeida, S., Higuchi, N., Killeen, T. J., Monteagudo, A., ... A Ramírez, H. (2009). Spatial distribution and functional significance of leaf lamina shape in Amazonian forest trees. *Biogeosciences*, 6(8), 1577–1590. <https://doi.org/10.5194/bg-6-1577-2009>
- Margalef, R. (1998). *Ecología* (p. Cap-1). http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB_ECOLOGIA/Ecologia_de_Poblaciones_y_Comunidades_files/margalef_cap_1.pdf
- Martí, G., Palacio, S., y Milla, R. (2004). Fenología y características funcionales de las plantas leñosas mediterráneas. En *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (Número March).
- Mason, N. W. H., Mouillot, D., Lee, W. G., y Wilson, J. B. (2005). Functional richness, functional evenness and functional divergence: The primary components of functional diversity. *Oikos*, 111(1), 112–118. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13886.x>
- McGill, B. J., Enquist, B. J., Weiher, E., y Westoby, M. (2006). Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(4), 178–185. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.02.002>
- Medina, A. (2018). *Diversidad florística y estimación de la captura de carbono en tres ecosistemas del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, cantón Loja, Ecuador* [Universidad Nacional de Loja]. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21532/1/José Alexander Medina Medina.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21532/1/José%20Alexander%20Medina%20Medina.pdf)
- Mena, P. (2018). *La biodiversidad Ecuador*. 16.
- Morin, P. (2011). *Community Ecology*. Wiley-Blackwell Science.
- Morocho, D., Matute, O., y Lopez, M. (2021). Suelos de páramo: Análisis de percepciones de los servicios ecosistémicos y valoración económica del contenido de carbono en la sierra sureste del Ecuador. *Ciencias ambientales*, 55(2), 157–179. <https://doi.org/https://doi.org/10.15359/rca.55-2.8>
- Nafarrate, A. (2017). *Estimación directa e indirecta del índice de área foliar (IAF) y su modelación con Lidar en un bosque tropical seco de Yucatán*. 80. https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/438/1/PCB_RN_M_Tesis_2017_Nafarrate_Ana.pdf

- Olaya, J., Díaz, C., y Morales, M. (2019). Composition and structure of the forest-páramo transition in the guantiva-la rusia corridor (Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 755–768. <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i4.31965>
- Orozco, A., Ayala, C., y Tatis, H. (2012). Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 63–76. <https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.803>
- Ortega, R. M. M., Pendás, L. C. T., Ortega, M. M., Abreu, A. P., y Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2).
- Pedraza, S. S. (2018). *Evaluando caracteres funcionales de plantas en páramo y su relación con factores climáticos.* 31. https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/18967/PedrazaNarvaez_SaraSofía_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Pereira, C., Maycotte, C., Restrepo, B., Mauro, F., Calle, A., y Velarde, M. J. (2017). Concepto De Biodiversidad. *Proyecto UNICA “Universidad en el Campo” Universidad de Caldas - Unión Europea*, 53, 13–56. <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4770/biodiversidad.pdf>
- Pérez, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., y Jaureguiberry, P. (2013). Nuevo manual para la medición estandarizada de caracteres funcionales de plantas. *Australian Journal of Botany*, January. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1071/BT12225>
- PNUMA. (2005). Diversidad Biológica - Proyecto Ciudadanía Ambiental Global. *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)*, 1–27. <https://parlatino.org/pdf/temas-especiales/pnuma/diversidad-biologica.pdf>
- Pujos, L. (2013). *Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo de tres comunidades de la organización de segundo grado unión de organizaciones del pueblo Chibuleo.* (Número June).
- Rasband, W. (2007). *ImageJ*. Bethesda. <https://imagej.nih.gov/ij/index.html>
- Rimieri, P. (2017). La diversidad genética y la variabilidad genética: dos conceptos diferentes asociados al germoplasma y al mejoramiento genético vegetal. *Journal of Basic and Applied Genetics*, XXVIII(2), 7–13. https://sag.org.ar/jbag/wp-content/uploads/2019/11/A1_7-13-2.pdf

- Rincón, N., Quintero, M., y Pérez, C. (2012). Determinación del Área Foliar en Fotografías Tomadas con una Cámara Web, un Teléfono Celular o una Cámara Semiprofesional Leaf Area Measurement in Photographs Taken with a Webcam, a Cell Phone or a Semi Professional Camera. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 65(1), 6399–6405. <https://doi.org/10.15446/rfnam>
- Rosbakh, S., Römermann, C., y Poschlod, P. (2015). El área foliar específica se correlaciona con la temperatura: nueva evidencia de variación de rasgos a nivel de población, especie y comunidad. *Alpine Botany*, 125(2), 79–86. <https://doi.org/10.1007/s00035-015-0150-6>
- Rosselló, A. (2017). *Comparación de diversidad funcional en comunidades de peces de plataforma de dos ecosistemas del Mediterráneo Occidental*. UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS.
- Sáenz, M. (2019). *Evaluación de la respuesta fenológica y morfológica de 13 especies de plantas de páramo ante un calentamiento experimental*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.
- Sánchez, D. (2015). Ecosistemas. *Boletín Científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula*, 2(3), 1–10. <https://doi.org/10.29057/esat.v2i3.1450>
- Sanchez, J. (2021). *Banco de semillas del suelo en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), Loja, Ecuador* [Universidad Nacional de Loja]. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24064/1/Johanna Michelle Sanchez Bermeo.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24064/1/Johanna%20Michelle%20Sanchez%20Bermeo.pdf)
- Sarango, J. (2019). Impacto ecológico de un incendio forestal en la flora del páramo antrópico del “Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreacional francisco vivar castro” de la ciudad de Loja [Universidad Nacional de Loja]. En *Tesis de grado*. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22526/1/Johanna Maribel Sarango Cobos.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22526/1/Johanna%20Maribel%20Sarango%20Cobos.pdf)
- Sarango, J., 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*, January 2020.
- Serna, G. (2011). *Módulo Ecología/ Primera Edición*. 12–72. <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4774/ecologia.pdf>
- Tapia, C., Buitrago, A., Lopez, G., Baptiste, B., Vasquez, A., y Armero, M. (2011). *Manejo de*

Páramos.

- Tessler, N., Wittenberg, L., y Greenbaum, N. (2016). Vegetation cover and species richness after recurrent forest fires in the Eastern Mediterranean ecosystem of Mount Carmel, Israel. *Science of the Total Environment*, 572, 1395–1402. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.113>
- Torres, J. (2014). *Diseño de un modelo de restauración ecológica aplicable a los ecosistemas de páramos degradados en el Ecuador*. Universidad Nacional de Loja.
- Torres, M., y Rueda, M. (2018). El efecto del cambio climático en especies de plantas vegetales en el altiplano cundiboyacense. *ECAPMA*, 1, 1–9. file:///C:/Users/Admin/Downloads/Unad-ojs,+2776-Texto+del+artículo-8153-1-10-20181017 (1).pdf
- Triana, A. (2017). Análisis funcional del secuestro de carbono en el gradiente sucesional de un bosque seco tropical del valle del río Magdalena. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.
- Trujillo, W. (2017). *RASGOS FUNCIONALES DE PALMAS Y SU RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES LOCALES EN LA AMAZONÍA COLOMBIANA*. Universidad Javeriana.
- Vargas, O., y Pérez-martínez, L. V. (2018). *Ecología de semillas en los páramos*. 20–42. https://www.researchgate.net/publication/324808339_Ecologia_de_semillas_en_los_páramos
- Vázquez, M., Terrazas, T., y Arias, S. (2012). El hábito y la forma de crecimiento en la tribu Cactaeae (Cactaceae, Cactoideae). *Botanical Sciences*, 90(2), 97. <https://doi.org/10.17129/botsci.477>
- Villalba, J. (2020). *Comparación de la diversidad funcional de las comunidades vegetales y la calidad del suelo entre un bosque conservado y uno sucesional en ecosistemas secos interandinos, Pichincha, Ecuador* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21814/1/T-UCE-0016-CBI-065.pdf>
- Villegas, T. (2014). Sistema de clasificación de los ecosistemas de Ecuador. *MAATE 2014*, 1–5.
- Villéger, S., Mason, N. W. H., y Mouillot, D. (2008). New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology*, 89(8), 2290–2301. <https://doi.org/10.1890/07-1206.1>
- Villéger, S., Miranda, J. R., Hernández, D. F., y Mouillot, D. (2010). Contrasting changes in taxonomie vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. *Ecological Applications*, 20(6), 1512–1522. <https://doi.org/10.1890/09-1310.1>

- Violle, C., Navas, M.-L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., y Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional! *Oikos*, *116*(5), 882–892. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.15559.x>
- Weisse, T., Anderson, R., Arndt, H., Calbet, A., Hansen, P. J., y Montagnes, D. J. S. (2016). Functional ecology of aquatic phagotrophic protists – Concepts, limitations, and perspectives. *European Journal of Protistology*, *55*, 50–74. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2016.03.003>

11. Anexos

Anexo 1. Oficio de aprobación y designación de director del trabajo de integración curricular o trabajo de titulación.



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Facultad
Agropecuaria y de Recursos
Naturales Renovables
Carrera de Ingeniería Forestal

Of. N° 096 2022-CIF-FARNR-UNL
Loja, 16 de marzo del 2022

Ingeniera

Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc
DOCENTE DE LA CARRERA INGENIERIA FORESTAL
Correo electrónico institucional: Johana.muñoz@unl.edu.ec

De mi consideración:

En atención a la solicitud de fecha 14 de marzo del 2022, suscrita por el Sr. Joao Javier Cueva Abad, estudiante del Octavo ciclo de la carrera de Ingeniería Forestal, periodo académico ordinario octubre 2021-abril 2022 y con base a las atribuciones establecidas en el Art. 49 del Estatuto Orgánico de la UNL y en la parte pertinente del Art. 225 del Reglamento de Régimen Académico de la UNL me permito designar a usted **DIRECTOR** del proyecto o plan de integración curricular denominado: **“Caracteres funcionales en la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro y su relación con factores climáticos”** y a su vez se autoriza su ejecución.

Quien deberá observar la parte pertinente del art. 228 del RRA-UNL que textualmente señala: “El director del trabajo de integración curricular o de titulación será responsable de asesorar y monitorear con pertinencia y rigurosidad científico-técnica la ejecución del proyecto y de revisar oportunamente los informes de avance, los cuales serán devueltos al aspirante con las observaciones, sugerencias y recomendaciones necesarias para asegurar la calidad de la investigación. Cuando sea necesario, visitará y monitoreará el escenario donde se desarrolle el trabajo de integración curricular o de titulación”

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,
EN LOS TESOROS DE LA SABIDURIA
ESTA LA GLORIFICACION DE LA VIDA



Firmado digitalmente por:
JORKY ROOSEVELT
ARMIJOS TITUANA

Dr. Jorky Roosevelt Armijos Tituana Mg. Sc.,
**DECANO DE LA FACULTAD AGROPECUARIA Y
DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES.**

CC. Archivo, Secretaría de la FARNR,
JAT/jpm

Anexo 2. Matriz de las 28 especies encontradas, cada especie categorizada por los 7 caracteres funcionales determinados.

COD_ALFA	INDI	Amax(cm)	AF(cm)	Gh(mm)	FenFol	HabCr	AgDis
alnacumi	4	98.25	30.11	0.29	Defoliado	Arbóreo	Anemócora
baclati	482	67.72	10.15	0.36	Fecundo	Arbustivo	Anemócora
bejaaest	250	68.00	5.00	0.34	Fecundo	Arbustivo	Zoocoria
brachcampa	129	79.15	3.00	0.53	Fecundo	Arbustivo	Anemócora
cavenbrac	17	146.00	9.00	0.45	Fecundo	Arbustivo	Zoocoria
cletfim	24	101.37	23.17	0.52	Defoliado	Arbóreo	Anemócora
clinotaxi	177	91.08	0.43	0.22	Fecundo	Arbustivo	Anemócora
cronnive	91	106.16	6.36	0.26	Fecundo	Arbustivo	Anemócora
dendroscy	22	77.00	17.17	0.39	Defoliado	Arbustivo	Anemócora
gaulterec	472	73.00	16.40	0.51	Fecundo	Arbustivo	Zoocoria
gaultreti	270	59.48	2.36	0.51	Fecundo	Arbustivo	Zoocoria
bacchbra	19	87.00	5.30	0.35	Defoliado	Arbustivo	Anemócora
gynoniti	455	64.13	12.43	0.63	Fecundo	Arbustivo	Anemócora
huveperu	19	70.00	12.28	0.29	Defoliado	Arbustivo	Anemócora
lepimuti	7	243.00	21.15	0.51	Defoliado	Arbustivo	Anemócora
macleasala	3	103.00	8.00	0.52	Fecundo	Arbustivo	Zoocoria
macrobubops	1	100.00	223.33	0.86	Defoliado	Arbustivo	Anemócora
moniobstu	7	111.00	11.22	0.34	Fecundo	Arbustivo	Zoocoria
monoline	24	80.46	2.43	0.29	Fecundo	Arbustivo	Anemócora
morepub	6	33.17	8.30	0.30	Defoliado	Arbóreo	Zoocoria
myrsiand	106	49.09	8.00	0.29	Defoliado	Arbustivo	Zoocoria
oreograndi	14	104.00	28.12	0.44	Defoliado	Arbóreo	Anemócora
pinupa	3	110.00	5.00	0.28	Defoliado	Arbóreo	Anemócora
roupaoba	4	140.25	56.47	0.44	Defoliado	Arbóreo	Anemócora
tibolaxa	19	106.47	6.01	0.28	Fecundo	Arbustivo	Anemócora
vacciflori	222	62.36	0.64	0.47	Defoliado	Arbustivo	Zoocoria
vibutriphy	1	90.00	9.04	0.22	Defoliado	Arbustivo	Anemócora
visbacci	1	400.00	54.71	0.33	Defoliado	Arbóreo	Anemócora

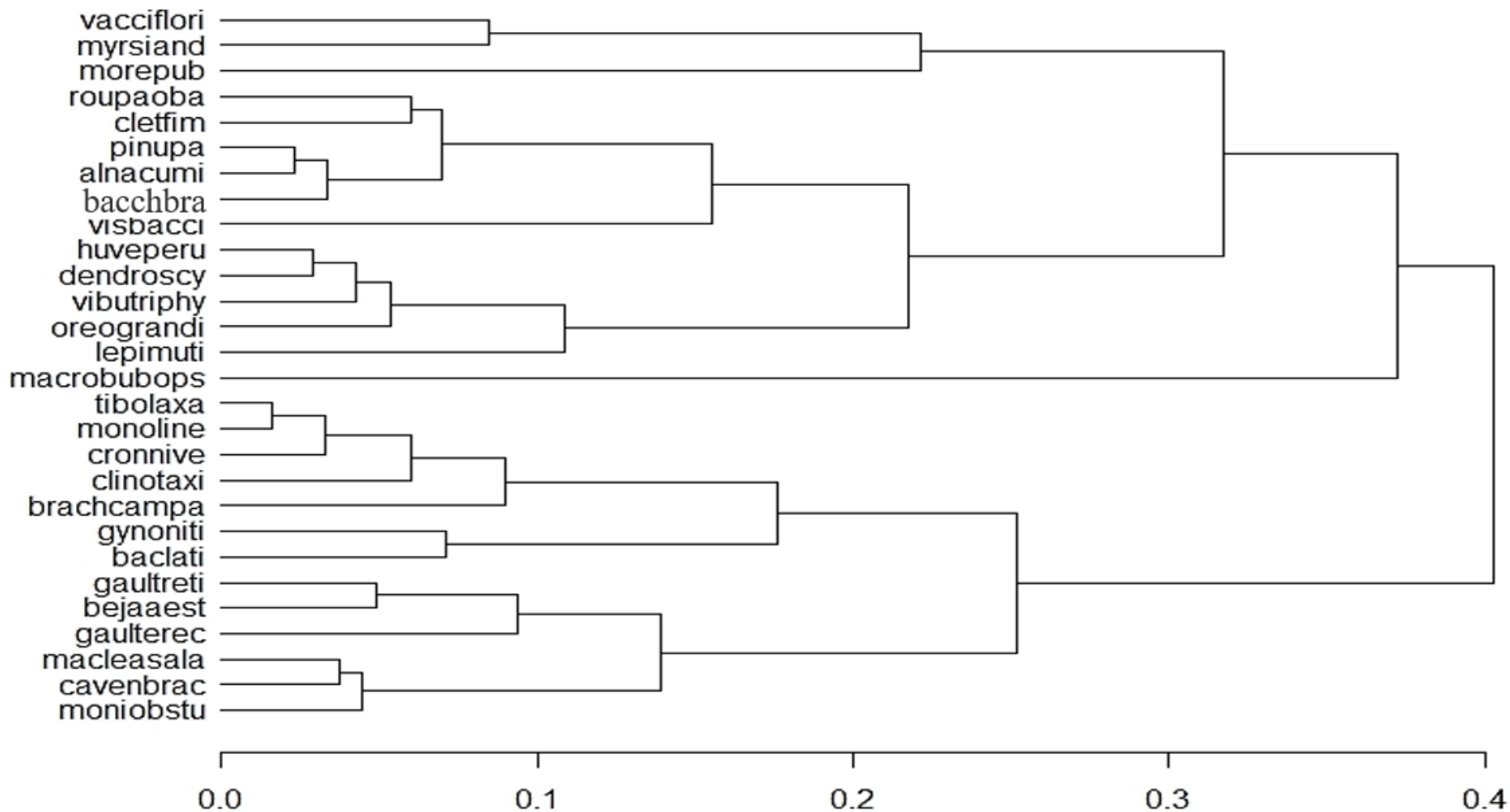
Anexo 3. Matriz resume el número de individuos presentes en cada parcela estudiada.

Parcelas	alacumi	baclati	bejaest	brachampa	cavenbrac	cletim	clinotaxi	cronnive	dendrosy	gaulterec	gaultreti	bacchbra	gynoniti	huveperu	legimuti	maclasala	macrobuops	moniobstu	monoline	morepub	mysiand	oregrandi	pinupa	roupaoba	tibolaxa	vacciflori	vibutriphy	visbacci	
P1	3	24	18	2	0	2	52	0	0	21	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	4	0	0	
P2	1	17	22	6	0	0	1	0	1	50	12	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	0	0	
P3	0	19	25	3	0	0	0	0	0	27	35	3	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	
P4	0	12	20	0	2	1	14	0	1	16	39	0	4	0	0	0	0	5	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	
P5	0	4	14	4	1	1	3	0	1	21	24	1	28	0	0	1	0	0	0	0	23	0	0	1	0	6	0	0	
P6	0	1	7	4	0	0	1	0	0	22	38	1	38	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	14	0	0	
P7	0	17	4	8	2	0	0	0	0	52	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	
P8	0	18	16	12	1	0	0	0	0	27	23	2	35	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	23	0	0	
P9	0	32	18	12	0	0	0	0	0	26	5	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
P10	0	38	4	6	0	0	0	0	0	14	0	3	30	17	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	28	0	0	
P11	0	30	24	30	1	0	4	3	1	21	16	1	27	0	0	0	0	0	2	0	43	0	0	0	0	27	0	0	
P12	0	24	11	0	0	4	18	6	1	17	7	0	10	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	1	7	0	0	
P13	0	21	8	4	0	1	5	2	0	8	2	0	17	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	5	2	0	0	
P14	0	27	0	0	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	5	0	0	2	0	4	15	0	0	0	1	0	0	1	
P15	0	21	1	3	2	3	39	31	0	36	24	0	22	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	6	9	0	0	
P16	0	30	5	22	3	5	2	6	5	9	6	2	9	0	0	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0	10	0	0	
P17	0	14	8	9	1	2	14	11	0	39	19	1	37	0	1	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	13	0	0	
P18	0	39	23	3	0	3	13	16	7	22	5	3	26	0	1	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	4	1	0	
P19	0	57	8	1	4	1	1	4	0	27	13	0	17	2	0	1	0	0	1	1	1	1	3	0	1	0	16	0	0
P20	0	37	14	0	0	1	10	12	1	15	1	0	10	0	0	0	0	0	4	0	0	7	0	0	1	3	0	0	

Anexo 4. Matriz de distancias entre especies del Páramo Antrópico.

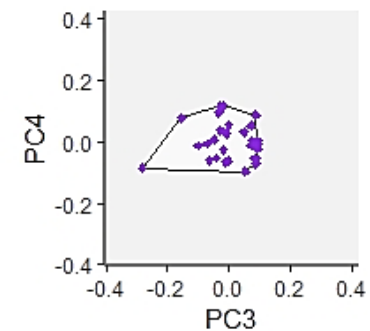
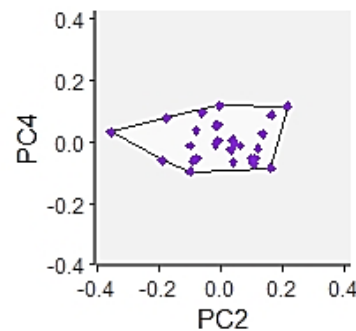
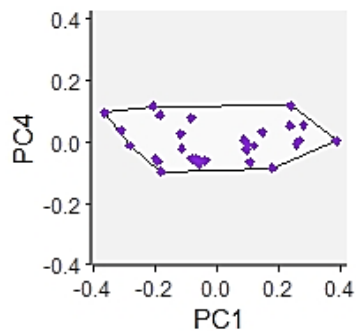
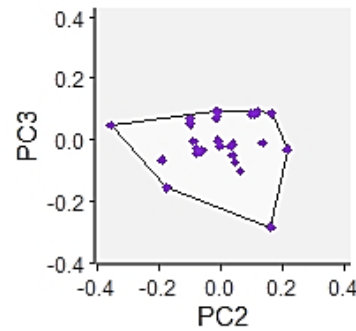
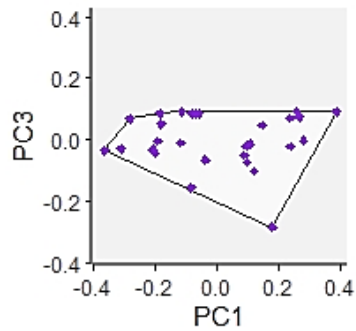
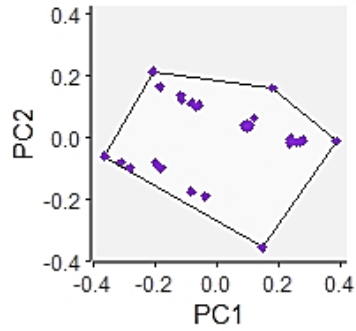
Distancias entre especies del Páramo Antrópico							
alnacumi	Min. :0.0000	lepimuti	Min. :0.0000	clinotaxi	Min. :0.0000	myrsiand	Min. :0.0000
	1st Qu.:0.1745		1st Qu.:0.2453		1st Qu.:0.1989		1st Qu.:0.2089
	Median :0.3264		Median :0.2699		Median :0.2659		Median :0.3178
	Mean :0.3073		Mean :0.2809		Mean :0.2712		Mean :0.2946
	3rd Qu.:0.4603		3rd Qu.:0.3585		3rd Qu.:0.3662		3rd Qu.:0.3522
Max. :0.6353	Max. :0.4931	Max. :0.5248	Max. :0.4924				
baclati	Min. :0.0000	macleasala	Min. :0.0000	cronnive	Min. :0.0000	oreograndi	Min. :0.0000
	1st Qu.:0.1823		1st Qu.:0.2016		1st Qu.:0.1882		1st Qu.:0.1816
	Median :0.3259		Median :0.3199		Median :0.2269		Median :0.2236
	Mean :0.3222		Mean :0.2976		Mean :0.2504		Mean :0.2332
	3rd Qu.:0.4435		3rd Qu.:0.3836		3rd Qu.:0.3356		3rd Qu.:0.3210
Max. :0.5980	Max. :0.6172	Max. :0.4924	Max. :0.4569				
bejaaest	Min. :0.0000	macrohubops	Min. :0.0000	dendrosocy	Min. :0.0000	pinupa	Min. :0.0000
	1st Qu.:0.1987		1st Qu.:0.3587		1st Qu.:0.1835		1st Qu.:0.1694
	Median :0.2576		Median :0.4355		Median :0.2132		Median :0.3130
	Mean :0.3195		Mean :0.4241		Mean :0.2274		Mean :0.3050
	3rd Qu.:0.4825		3rd Qu.:0.5103		3rd Qu.:0.3220		3rd Qu.:0.4520
Max. :0.6659	Max. :0.6469	Max. :0.4482	Max. :0.6409				
brachcampa	Min. :0.0000	moniobstu	Min. :0.0000	gaulterec	Min. :0.0000	roupaoba	Min. :0.0000
	1st Qu.:0.1842		1st Qu.:0.1871		1st Qu.:0.1920		1st Qu.:0.2014
	Median :0.2389		Median :0.3115		Median :0.3427		Median :0.3772
	Mean :0.2587		Mean :0.2893		Mean :0.3788		Mean :0.3296
	3rd Qu.:0.3615		3rd Qu.:0.3980		3rd Qu.:0.5211		3rd Qu.:0.4735
Max. :0.5377	Max. :0.5730	Max. :0.7605	Max. :0.6351				
cavenbrac	Min. :0.0000	monoline	Min. :0.0000	gaultreti	Min. :0.0000	tibolaxa	Min. :0.0000
	1st Qu.:0.2075		1st Qu.:0.1703		1st Qu.:0.1900		1st Qu.:0.1687
	Median :0.3249		Median :0.2222		Median :0.2813		Median :0.2344
	Mean :0.3008		Mean :0.2406		Mean :0.3352		Mean :0.2412
	3rd Qu.:0.3920		3rd Qu.:0.3286		3rd Qu.:0.4689		3rd Qu.:0.3402
Max. :0.5883	Max. :0.4594	Max. :0.7148	Max. :0.4669				
cletfim	Min. :0.0000	morepub	Min. :0.0000	bacchbra	Min. :0.0000	vacciflori	Min. :0.0000
	1st Qu.:0.1858		1st Qu.:0.2577		1st Qu.:0.1666		1st Qu.:0.2439
	Median :0.3541		Median :0.3614		Median :0.3224		Median :0.3170
	Mean :0.3097		Mean :0.3645		Mean :0.2968		Mean :0.3116
	3rd Qu.:0.4488		3rd Qu.:0.4731		3rd Qu.:0.4389		3rd Qu.:0.3965
Max. :0.5792	Max. :0.6503	Max. :0.6114	Max. :0.5487				
huveperu	Min. :0.0000	visbacci	Min. :0.0000	gynoniti	Min. :0.0000	vibutriphy	Min. :0.0000
	1st Qu.:0.1663		1st Qu.:0.2946		1st Qu.:0.2253		1st Qu.:0.1724
	Median :0.2288		Median :0.4665		Median :0.3489		Median :0.2365
	Mean :0.2302		Mean :0.4187		Mean :0.3467		Mean :0.2426
	3rd Qu.:0.3139		3rd Qu.:0.5768		3rd Qu.:0.4750		3rd Qu.:0.3267
Max. :0.4732	Max. :0.7605	Max. :0.6503	Max. :0.5017				

Anexo 5. Dendrograma funcional de las especies presentes en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro.



Anexo 6. Posición de las especies a lo largo de los ejes funcionales.

Position of species along pairs of functional axes



28 species

- ◆ 28 species vertices
- 0 species not vertices in the 10-dimensional space

made with mFD package

Anexo 7. Índice de valor de importancia simplificado completo de las 28 especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.

Familia	Nombre científico	D Ind./ha	DR (%)	FR (%)	IVI (%)
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	9.640	16.92	8.13	12.52
Ericaceae	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	9.440	16.57	8.13	12.35
Asteraceae	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl.	9.100	15.97	7.72	11.85
Ericaceae	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	5.000	8.78	7.72	8.25
Ericaceae	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth.	5.400	9.48	6.91	8.19
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.	4.440	7.79	7.72	7.76
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley.	3.540	6.21	5.69	5.95
Melastomataceae	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana.	2.580	4.53	6.50	5.52
Primulaceae	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	2.120	3.72	4.47	4.10
Asteraceae	<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	1.820	3.19	3.66	3.43
Clethraceae	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	480	0.84	4.47	2.66
Asteraceae	<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC.	380	0.67	4.07	2.37
Asteraceae	<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	440	0.77	3.66	2.22
Ericaceae	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J.)	340	0.60	3.66	2.13
Melastomataceae	<i>Monochaetum lineatum</i> (D. DON) Naudin	480	0.84	3.25	2.05
Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	380	0.67	2.44	1.55
Proteaceae	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	280	0.49	2.03	1.26
Proteaceae	<i>Roupala obovata</i> Kunth	80	0.14	1.63	0.88
Melastomataceae	<i>Huberia peruviana</i> Cong.	380	0.67	0.81	0.74
Lamiaceae	<i>Lepechina mutica</i> (Benth.) Epling .	140	0.25	1.22	0.73
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	120	0.21	1.22	0.72
Ericaceae	<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex Hoerold.	60	0.11	1.22	0.66
Polygalaceae	<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth.	140	0.25	0.81	0.53
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	80	0.14	0.81	0.48
Pinaceae	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltld. et Cham	60	0.11	0.81	0.46
Gentianaceae	<i>Macrocarpaea bubops</i> J.R. Grant & Struwe.	20	0.04	0.41	0.22
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	20	0.04	0.41	0.22
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	20	0.04	0.41	0.22
Total		56.980	100	100	100

Anexo 8. Matriz de máximos, mínimos, media, desviación estándar y coeficiente de variación para el carácter de altura de las 28 especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.

Nombre científico	Altura (cm)				
	MAX	MIN	MEDIA	DESVE	CV
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	185	57	98.25	58.66	59.7
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	233	1.15	67.72	41.8	61.72
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	270	10	68	42.86	63.03
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	288	13	79.16	44.81	56.61
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J.)	340	40	145.94	76.13	52.17
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	225	18	101.38	64.42	63.55
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	226	18	91.08	43.67	47.95
<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	200	34	106.16	35.67	33.6
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	152	12	76.59	47.38	61.86
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	285	6	72.6	60.46	83.27
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	240	7	59.48	43.98	73.94
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC.	204	31	86.84	47.52	54.72
<i>Gynoxys nítida</i> Muschl	190	6	64.13	36.96	57.63
<i>Huberia peruviana</i> Cong.	120	21	69.74	29.93	42.93
<i>Lepechina mutica</i> (Benth.) Epling	300	153	242.57	52.99	21.85
<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex Hoerold	140	38	102.67	56.23	54.77
<i>Macroparpea bubops</i> J.R. Grant & Struwe	100	100	100	0	0
<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth	240	32	111	87.29	78.64
<i>Monochaetum lineatum</i> (D. DON) Naudin	174	18	80.46	40.91	50.85
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	98	6	33.17	38.62	116.44
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	176	6	49.09	33.86	68.98
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	270	28	103.93	71.98	69.26
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham	237	42	109.67	110.35	100.62
<i>Roupala obovata</i> Kunth	180	125	140.25	26.59	18.96
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	296	36	106.47	69.31	65.1
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	210	9	62.36	38.5	61.73
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	90	90	90	0	0
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	400	400	400	0	0

Anexo 9. Matriz de máximos, mínimos, media, desviación estándar y coeficiente de variación para el carácter de área foliar de las 28 especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.

Nombre científico	Área foliar (cm)				
	MAX	MIN	MEDIA	DESVE	CV
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	77.98	46.28	30.11	14.47	48.05
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	264.26	157.08	10.15	50.86	501.27
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	96.35	75.41	4.53	14.01	309.41
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	52.81	31.77	2.68	9.97	371.68
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J.)	84.64	66.27	8.64	14.49	167.8
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	305.98	211.76	23.17	66.72	287.92
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	6.57	5.25	0.43	1	232.85
<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	71.31	44.88	6.36	13.83	217.5
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	161.82	144.4	17.17	24.53	142.9
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	375.81	264.53	16.4	71.26	434.52
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	42.51	37.75	2.36	6.54	276.5
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC.	62.8	43.65	5.3	9.76	184.2
<i>Gynoxys nítida</i> Muschl	281.14	192.2	12.43	47.45	381.86
<i>Huberia peruviana</i> Cong.	27.64	16.93	12.28	6.35	51.73
<i>Lepechina mutica</i> (Benth.) Epling	72.01	37.83	21.15	16.22	76.67
<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex Hoerold	25.97	19.73	7.89	4.2	53.23
<i>Macrocarpaea bubops</i> J.R. Grant & Struwe	255.9	208.17	223.34	18.85	8.44
<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth	30.23	10.24	11.22	8.68	77.4
<i>Monochaetum lineatum</i> (D. DON) Naudin	26.6	13.77	2.43	6.04	248.6
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	29.04	17.56	8.3	5.27	63.46
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	92.53	71.34	7.68	15.16	197.34
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	190.91	98.22	28.12	51.58	183.45
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham	12.94	8.24	4.83	2.59	53.77
<i>Roupala obovata</i> Kunth	298.6	175.47	56.47	77.15	136.62
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	43.17	28.89	6.01	9.52	158.28
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	12.43	11.97	0.64	0.84	130.42
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	11.28	7.35	9.04	1.5	16.54
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	62.18	46.74	54.71	6.84	12.51

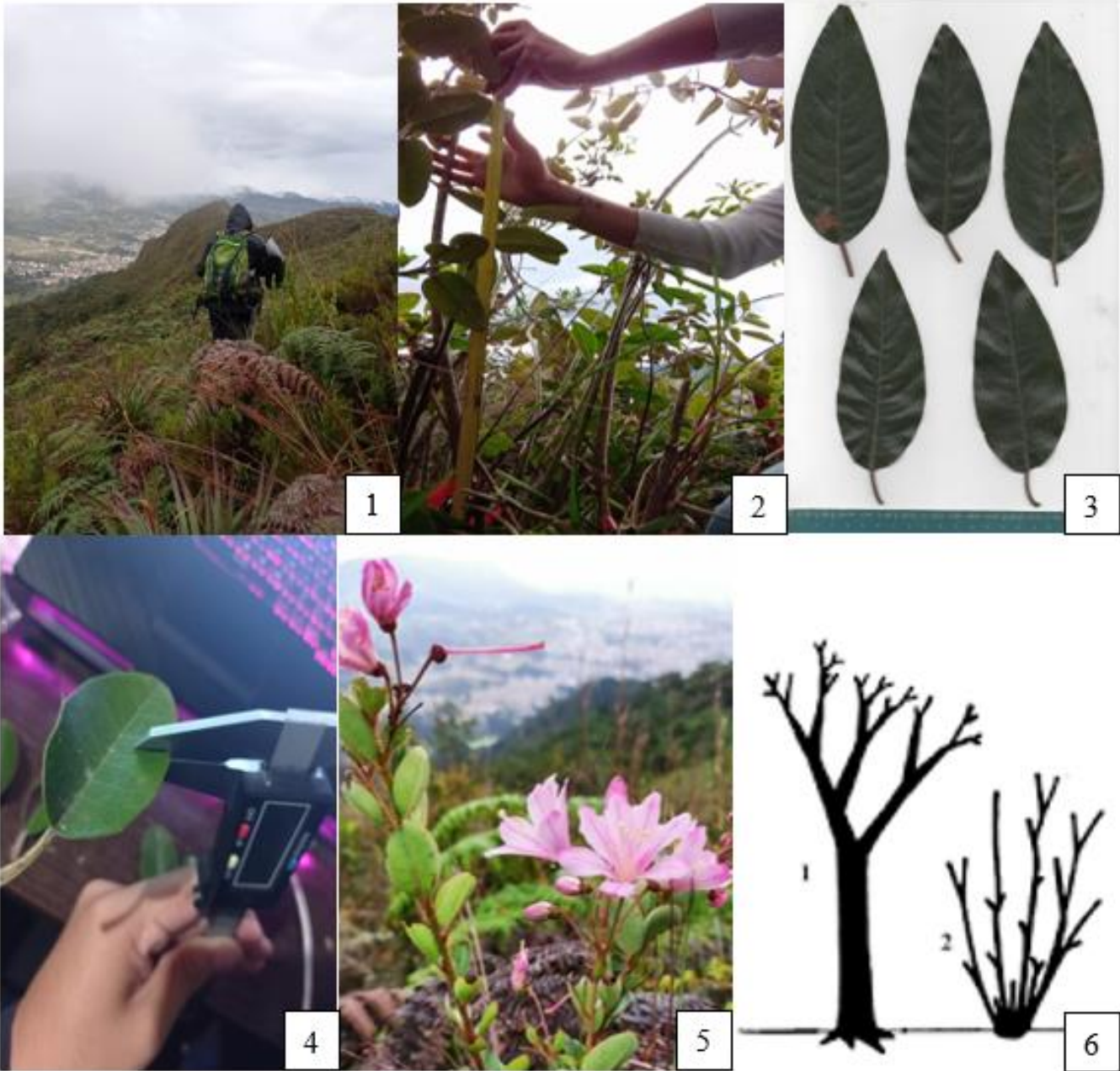
Anexo 10. Matriz de máximos, mínimos, media, desviación estándar y coeficiente de variación para el carácter de grosor de hoja de las 28 especies presentes en el páramo antrópico del PUFVC.

Nombre científico	Grosor de hoja (mm)				
	MAX	MIN	MEDIA	DESVE	CV
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	0.65	0.51	0.29	0.07	23.83
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	7.39	7.05	0.36	0.49	135.46
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	6.61	6.37	0.34	0.62	183.18
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	8.6	8.36	0.53	0.58	109.92
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J.)	4.25	3.94	0.45	0.39	87.69
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	5.96	5.5	0.52	0.58	112.65
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	3.2	2.89	0.22	0.37	169.26
<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	2.39	2.31	0.26	0.2	77.58
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	3.81	3.31	0.39	0.32	82.98
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	10.36	10.12	0.51	0.77	151.14
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	8.82	8.38	0.51	0.59	117.1
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC.	3.63	3.37	0.35	0.28	78.17
<i>Gynoxys nítida</i> Muschl	12.17	11.69	0.63	0.76	120.6
<i>Huberia peruviana</i> Cong.	0.66	0.52	0.29	0.08	26.21
<i>Lepechina mutica</i> (Benth.) Epling	1.64	1.37	0.51	0.15	28.8
<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex Hoerold	1.61	1.54	0.52	0.11	20.47
<i>Macrocarpaea bubops</i> J.R. Grant & Struwe	0.89	0.84	0.87	0.02	2.39
<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth	0.72	0.63	0.34	0.07	19.51
<i>Monochaetum lineatum</i> (D. DON) Naudin	2.43	2.17	0.29	0.21	73.45
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	0.98	0.84	0.3	0.09	30.35
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	3.62	2.99	0.29	0.47	164.63
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	2.28	2.07	0.43	0.19	42.7
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. et Cham	0.64	0.5	0.28	0.06	21.85
<i>Roupala obovata</i> Kunth	2.02	1.58	0.44	0.23	51.53
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	1.78	1.55	0.28	0.18	66.71
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	9.03	8.74	0.47	0.6	127.15
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	0.25	0.2	0.22	0.02	9.4
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	0.37	0.29	0.33	0.03	8.73


Anexo 11. Matriz resumen de datos las variables de clima como los caracteres funcionales utilizados.

Parcela	Altura máxima	Área foliar	Grosor de hoja	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
P1	75.30	11.58	0.40	18.67	44.05	78
P2	61.22	13.24	0.43	19.55	127.22	78
P3	45.56	5.47	0.47	20.31	119.35	76
P4	56.59	12.62	0.41	19.70	122.83	77
P5	56.91	13.97	0.45	17.91	89.07	78
P6	43.47	4.60	0.36	16.67	128.13	78
P7	39.43	7.62	0.44	16.10	89.09	73
P8	41.69	6.06	0.48	18.14	25.76	69
P9	26.70	4.48	0.47	18.39	63.19	71
P10	48.19	6.73	0.42	19.80	44.08	72
P11	69.51	6.76	0.53	18.32	78.64	76
P12	91.36	6.35	0.42	17.45	73.38	78
P13	108.60	11.81	0.46	18.72	59.86	76
P14	50.81	19.51	0.35	17.01	114.13	71
P15	89.08	9.49	0.38	20.61	28.52	80
P16	96.56	23.40	0.44	18.46	111.79	74
P17	94.18	6.60	0.43	14.93	127.59	71
P18	95.14	10.31	0.36	19.75	139.50	73
P19	77.31	10.11	0.37	18.50	83.80	70
P20	116.44	8.89	0.36	16.82	107.88	77

Anexo 12. Altura máxima (2), Área foliar (3), Grosor de Hoja (4) Fenología Foliar (5) y Habito de crecimiento (6)




Anexo 13. Poster científico para la difusión de resultados presentado en la Casa Abierta de la carrera de Ingeniería Forestal.



1899

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables



INGENIERÍA FORESTAL
LOJA - ECUADOR

Caracteres funcionales en la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro y su relación con factores climáticos

Cueva Joao^{1*}, Muñoz Johana^{1,2}

¹Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, Ciudadela Universitaria "Guillermo Falconi" 110111 Loja, Ecuador.
² Investigadora – Proyecto: Procesos Ecológicos de la Vegetación en el Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Universidad Nacional de Loja. Fase III. 2022-2023.

*Autor para correspondencia: joao.cueva@unl.edu.ec

1 Introducción

El estudio de la relación existente entre los factores climáticos y los caracteres funcionales se considera una herramienta de clasificación importante, puesto que reflejan el comportamiento de las especies en su medio y dan indicios de la respuesta que tienen frente a factores abióticos como la cantidad de luz y de humedad.

2 Objetivos

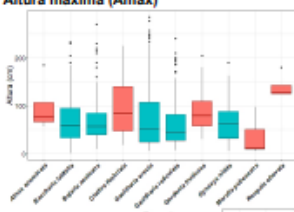
- Identificar caracteres funcionales morfológicos, fenológicos y fisiológicos de la vegetación en el páramo antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castro.
- Determinar la influencia de los factores climáticos en el desarrollo de caracteres funcionales.

3 Metodología

- La investigación se realizó en el páramo antrópico del PUFVC, se monitoreo 20 parcelas de 5x5 m (25 m²)
- Se midieron los caracteres funcionales de: agente dispersor^A, Altura^B, área foliar^C, grosor de hoja^D, fenología foliar^E, habito de crecimiento^F, (Casanoves et al, 2011) y (Cuenca, 2019).
- Para definir los factores climáticos se utilizaron las bases de datos meteorológicas como la base de datos del *Worldclim*, *W3S-Agua* y *ClimateEngine*.
- Con los datos obtenidos del paso 2 y 3 se realizó un análisis de componentes principales (PCA).


Caracteres cuantitativos

Altura máxima (Amax)



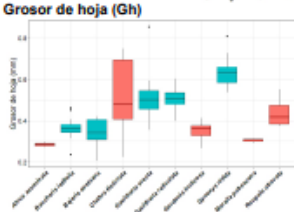
El carácter de altura máxima (Amax) en las especies evaluadas, presenta un rango comprendido entre 33,17 a 400 cm.

Área foliar (AF)



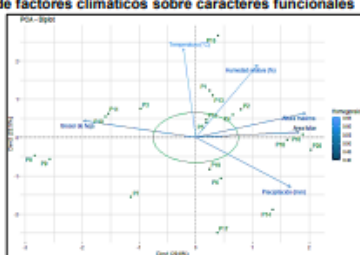
El área foliar (AF) de las especies, presento un rango entre 0,43 a 223,33 cm²

Grosor de hoja (Gh)



El Grosor de hoja (Gh) de las especies evaluadas, presenta un rango entre 0,22 a 0,86 mm

Influencia de factores climáticos sobre caracteres funcionales



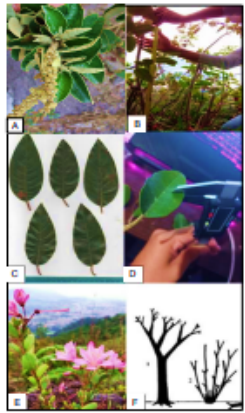


Figura 1. Caracteres funcionales

4 Resultados

Se registraron un total de 2866 individuos distribuidos en 28 especies, 16 familias botánicas. Las familias más representativas fueron Ericaceae, Melastomataceae, Asteraceae y Proteaceae.

Caracteres cualitativos

Tabla 1. Porcentajes de especies de acuerdo a los caracteres evaluados.

Caracteres funcionales	Característica	N° Especies	Porcentaje (%)
Fenología foliar	Fecundos	13	46
	Estéril	15	54
Agente de dispersión	Anemócora	19	67
	Zoocoria	9	33
Habito de Crecimiento	Arbóreo	7	25
	Arbustivo	21	75

5 Conclusiones

- El ecosistema de páramo antrópico del PUFVC, evidencia una recuperación notoria después del último incendio, siendo *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.), la especie más importante desde el punto de vista ecológico.
- Los caracteres funcionales de las especies presentes en el páramo contribuye a analizar y comprender las relaciones funcionales o ecológicas que ocurren dentro de una comunidad vegetal.
- Los factores climáticos de Temperatura, Precipitación y Humedad relativa, se encuentran fuertemente correlacionadas con los caracteres funcionales de AF y Amax.

6 Referencias

- Cuenca, H. (2019). Caracterización de tipos funcionales de plantas como especies indicadoras para el manejo y conservación de la Zona Intangible del Bosque Montano del Parque Universitario de Educación y Recreación Ambiental "PUEAR", provincia de Loja. Universidad Nacional De Loja.
- Casanoves, F., Pla, L., & Di Rienzo, J. A. (2011). Diversidad funcional Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos (Issue November 2015).



ACREDITAMOS
Juntos lo logramos

CASA ABIERTA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL
Loja, 29 de Julio de 2022

Educamos para Transformar

Anexo 14. Difusión de resultados casa abierta 29 de Julio 2022.



Anexo 15. Certificado de traducción del resumen en inglés



Mg. Yanina Quizhpe Espinoza
Licenciada en Ciencias de Educación mención
Inglés
Magister en Traducción y mediación cultural

Celular: +593989805087
Email: yaniques@icloud.com
Loja, Ecuador 110104

Loja, 25 de octubre de 2022

Yo, Lic. Yanina Quizhpe Espinoza, con cédula de identidad 1104337553, docente del Instituto de Idiomas de la Universidad Nacional de Loja, y certificada como traductora e interprete en la Senescyt y en el Ministerio de trabajo del Ecuador con registro MDT-3104-CCL-252640, certifico:

Que tengo el conocimiento y dominio de los idiomas español e inglés y que la traducción del resumen de trabajo de integración curricular, **Caracteres funcionales de la vegetación del Páramo Antrópico del Parque Universitario Francisco Vivar Castró y su relación con factores climáticos**, cuya autoría del estudiante Joao Javier Cueva Abad, con cédula 1105632374, es verdadero y correcto a mi mejor saber y entender.

Atentamente

YANINA
BELEN
QUIZHPE
ESPINOZA

Firmado
digitalmente por
YANINA BELEN
QUIZHPE ESPINOZA
Fecha: 2022.10.25
11:23:46 -05'00'

Yanina Quizhpe Espinoza.

Traductora

Full text translator: servicios de traducción