



Análisis de la Composición Florística y Diversidad del Ecosistema Herbazal y Arbustal Siempreverde Subnival del Páramo como Base para Estudios de Fisiología y Comportamiento ante el Cambio Climático

Analysis Of The Floristic Composition And Diversity Of The Páramo Subnival Evergreen Shrub And Herbaceous Ecosystem As A Basis For Studies Of Physiology And Behavior In The Face Of Climate Change

Análise da Composição Florística e Diversidade do Ecosistema Subnival de Herbazais e Arbustos Perenes do Páramo como Base para Estudos de Fisiologia e Comportamento Frente às Mudanças Climáticas

Guicela Margoth Ati-Cutiupala ^I
guicela.ati@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9779-2758>

Eduardo Antonio Muñoz-Jácome ^{II}
eduardo.munoz@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6870-3787>

Jhoanna Gabriela Londo-León ^{III}
jhoanna.londo@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4115-0000>

Daniel Adrian Vistin-Guamantaqui ^{IV}
daniel.vistin@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8313-9176>

Cristian Adrian Curichumbi-Yuquilema ^V
curichumbi.cristian@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8103-8283>

Correspondencia: guicela.ati@esPOCH.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

***Recibido:** 30 de Octubre de 2021 ***Aceptado:** 20 de Noviembre de 2021 * **Publicado:** 08 de Diciembre de 2021

- I. Máster en estadística aplicada. Ingeniera en Ecoturismo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales (FRN), Ecuador.
- II. Master en dirección de empresas, mención en proyectos; master en docencia e investigación educativa. Ingeniero Agrónomo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales (FRN), Ecuador.
- III. Ingeniera forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales (FRN), Ecuador.
- IV. Doctor en ciencias forestales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Sede Orellana, Ecuador.
- V. Ingeniero en ecoturismo. Investigador independiente Ecuador.

Resumen

Existe una limitada identificación de especies de flora en los páramos, por lo que el objeto de la presente investigación se realizó en el ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo, ubicado en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, con altitudes desde los 3500 msnm hasta los 6310 msnm, y con una extensión de 6097,71 ha, lo que corresponde a 11,57% del total de la reserva. Presentando diferentes pisos altitudinales, por tal motivo se subdividió en tres estratos, el estrato bajo está presente desde los 4100 - 4233 msnm, el estrato medio desde 4233 - 4366 msnm, y el estrato alto desde 4366 - 4500 msnm. En este ecosistema se logró registrar 23 especies, distribuidos en 11 órdenes y 13 familias botánicas, demostrando que la especie *Lachemilla orbiculata* es la que mayor frecuencia presente con 3370 individuos en el estrato bajo, con 2020 en el estrato medio y con 382 en el estrato alto. El análisis estadístico descriptivo demostró que el orden Asterales y la familia Asteraceae, poseen la mayor frecuencia acumulada con 5 en número en cada caso. El índice de Simpson indica que el estrato alto es el contiene mayor diversidad con 0,87 en valor, el índice de Shannon expone que el estrato bajo y medio con 1,07 y con 1,73 respectivamente obtuvieron una diversidad baja, y el índice de Margalef, indica que en los tres estratos expone valores inferiores a 2 demostrando que la diversidad presente es baja. El índice de Sorensen indica que el estrato bajo y medio con el 0,21% de análisis y con apenas 10 especies similares, demuestra que no existe similitud entre ellas, al igual que los estudios del estrato bajo y alto con el 0,22% y con 8 especies similares indican que no son similares, mientras que en el estrato medio y alto con el 0,32% es superior los anteriores y con 11 especies similares.

Palabras clave: Ecosistema; Herbazal; Arbustal, Siempreverde; Descripción morfológica; Índice de Simpson; Índice de Shannon; Índice de Margalef; Índice de Sorensen; Inventario.

Abstract

There is a limited identification of flora species in the paramos, so the object of this research was carried out in the evergreen evergreen evergreen evergreen shrubland ecosystem of the Paramo, located in the Chimborazo Fauna Production Reserve, with altitudes from 3500 masl to 6310 masl, and with an area of 6097.71 ha, which corresponds to 11.57% of the total of the reserve. For this reason, it was subdivided into three strata: the low stratum is present from 4100 - 4233 meters above sea level, the middle stratum from 4233 - 4366 meters above sea level, and the high

stratum from 4366 - 4500 meters above sea level. In this ecosystem 23 species were recorded, distributed in 11 orders and 13 botanical families, showing that the species *Lachemilla orbiculata* is the most frequently present with 3370 individuals in the low stratum, with 2020 in the middle stratum and 382 in the high stratum. The descriptive statistical analysis showed that the order Asterales and the family Asteraceae, have the highest cumulative frequency with 5 in number in each case. Simpson's index indicates that the high stratum contains the highest diversity with 0.87 in value, Shannon's index shows that the low and middle stratum with 1.07 and 1.73 respectively obtained a low diversity, and Margalef's index indicates that in the three strata it shows values lower than 2, demonstrating that the diversity present is low. The Sorensen index indicates that the low and medium stratum with 0.21% of analysis and with only 10 similar species, shows that there is no similarity between them, as well as the studies of the low and high stratum with 0.22% and with 8 similar species indicate that they are not similar, while in the medium and high stratum with 0.32% is higher than the previous ones and with 11 similar species.

Keywords: Ecosystem; Grassland; Shrubland; Evergreen; Morphological description; Simpson's index; Shannon's index; Margalef's index; Sorensen's index; Inventory.

Resumo

Existe una limitada identificación de especies de flora en los páramos, por lo que el objeto de la presente investigación se realizó en el ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo, ubicado en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, con altitudes desde los 3500 msnm hasta los 6310 msnm, y con una extensión de 6097,71 ha, lo que corresponde a 11,57% del total de la reserva. Presentando diferentes pisos altitudinales, por tal motivo se subdividió en tres estratos, el estrato bajo está presente desde los 4100 - 4233 msnm, el estrato medio desde 4233 - 4366 msnm, y el estrato alto desde 4366 - 4500 msnm. En este ecosistema se logró registrar 23 especies, distribuidos en 11 órdenes y 13 familias botánicas, demostrando que la especie *Lachemilla orbiculata* es la que mayor frecuencia presente con 3370 individuos en el estrato bajo, con 2020 en el estrato medio y con 382 en el estrato alto. El análisis estadístico descriptivo demostró que el orden Asterales y la familia Asteraceae, poseen la mayor frecuencia acumulada con 5 en número en cada caso. El índice de Simpson indica que el estrato alto es el contiene mayor diversidad con 0,87 en valor, el índice de Shannon expone que el estrato bajo y medio con 1,07 y con 1,73 respectivamente obtuvieron una diversidad baja, y el índice de

Margalef, indica que en los tres estratos expone valores inferiores a 2 demostrando que la diversidad presente es baja. El índice de Sorensen indica que el estrato bajo y medio con el 0,21% de análisis y con apenas 10 especies similares, demuestra que no existe similitud entre ellas, al igual que los estudios del estrato bajo y alto con el 0,22% y con 8 especies similares indican que no son similares, mientras que en el estrato medio y alto con el 0,32% es superior los anteriores y con 11 especies similares.

Palabras clave: Ecosistema; Herbazal; Arbustal, Siempreverde; Descripción morfológica; Índice de Simpson; Índice de Shannon; Índice de Margalef; Índice de Sorensen; Inventario.

Introducción

Aproximadamente el 5% del territorio del Ecuador está cubierto por los páramos, son primordiales desde varias perspectivas las funciones ecosistémicas relevantes que provee al ser humano se le da importancia que se le da es menor en comparación con otros ecosistemas, sin embargo, los páramos, desafortunadamente el conocimiento sobre estos es insuficiente dentro del territorio nacional, a pesar de la importancia ecológica y socioeconómica que posee (Mena *et al*, 2001).

Las superficies de los páramos están caracterizadas principalmente por vegetación natural en la provincia de Chimborazo, el 24 % de su extensión territorial está compuesto por este bioma, siendo la cobertura dominante los páramos de pajonal, (Bustamante *et al*, 2011). En las laderas occidentales del nevado Chimborazo los páramos son eriales, yermos desprovistos de vegetación y presentan suelos arenosos, debido a las condiciones ambientales presentes con temperaturas desde $-4,8^{\circ}$ alcanzando los $11,4^{\circ}$, y en las zonas más húmedas con precipitaciones de 1300 mm. (ECOLAP Y MAE. 2007; Caranqui *et al*, 2016).

A pesar de las severas condiciones, algunas especies han logrado desarrollarse soportando el clima propio de las montañas altas, como es el ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo, que se encuentra entre los 4.100 y 4.500 msnm, con un ambiente extremo subnival que se agudiza al incrementar la elevación, llegando al congelamiento y descongelamiento del agua en el suelo, por este motivo la vegetación es fragmentada, alcanzando alturas de 1,5 m (MAE, 2013). Su importancia radica en la diversidad endémica que presenta, ya que algunas de estas especies brindan servicios ecosistémicos, como son la regulación y proveedor de agua, almacenamiento carbono y para la mitigación del cambio climático, sin

embargo, ha enfrentado fuertes amenazas antrópicas, poniendo en riesgo su conservación (Terán *et al*,2019).

Por lo que se requiere analizar la composición florística y diversidad del ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo, ejecutado por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para lo cual se desarrollará un inventario de la flora presente mediante la implementación de un diseño de muestreo estratificado. Además, se determinará los índices de diversidad florística, aplicando los índices de diversidad de Simpson, Shannon y Margalef. En última instancia se determinó el índice de similitud de Sorensen.

Metodología

Área de estudio

La investigación se realizó en el ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo, ubicado en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, situada geográficamente en el sistema de coordenadas proyectadas UTM, en la zona 17 S, con Datum WGS84, con longitud (x) 740028,61 y latitud (y) 9842292,443, con una altitud que va desde los 3500 msnm hasta los 6310 msnm. El ecosistema en estudio consta de 6097,71 ha correspondiente a 11,57% del total de la reserva (Romero *et al*, 2018),

Selección de sitio

EL ecosistema posee una extensión de 6097,71 ha, por lo que para calcular el tamaño de muestra se implementó una cuadrícula de 600x600 m, en el software de geoprociamiento de ArcGis 10.3, McRoberts *et al*, (1992) menciona que para alcanzar la precisión se debe incrementar el tamaño de la muestra y con ello alcanzar la eficacia relativa por tanto en el estudio se incorporaron 70 celdas con puntos céntricos en el interior de cada cuadrícula.

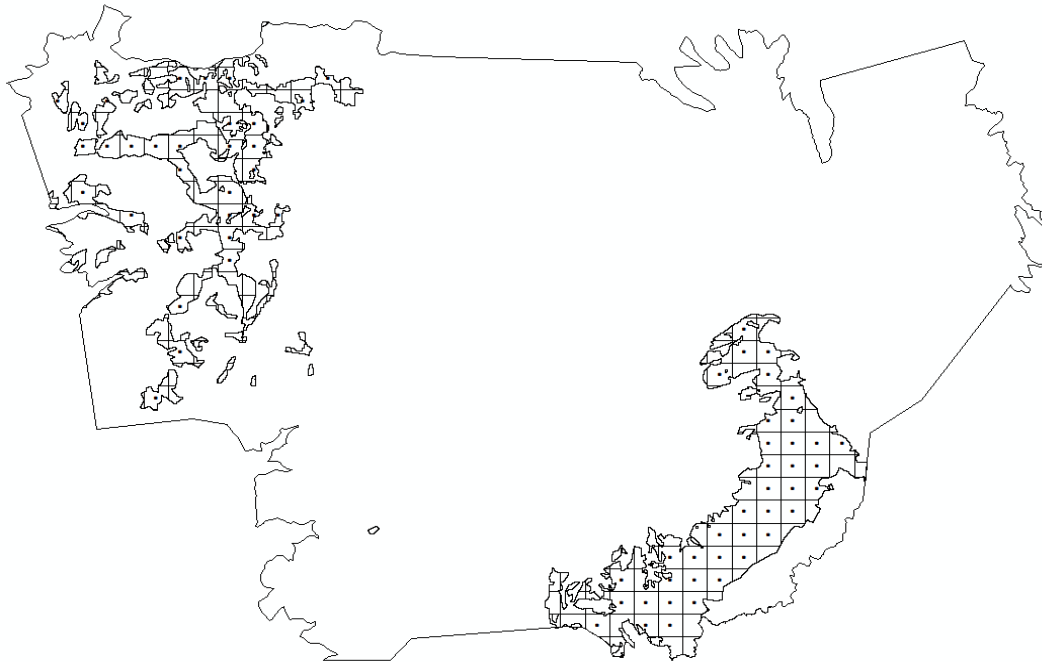


Figura 1 Puntos céntricos establecidos en la cuadrícula 600X600m en el ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo de la RPFCH.

Nota: Curichumbi, 2019.

Análisis estadístico

El cálculo del tamaño de la muestra se obtuvo mediante la fórmula propuesta por Suárez (2014), con la siguiente expresión matemática:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Dónde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población (70 parcelas)

σ = Desviación estándar de la población.

$$n = \frac{70 \times (0,5)^2 \times (1,96)^2}{(70-1) \times (0,05)^2 + (0,5)^2 \times (1,96)^2} = 59,31 \approx 60$$

Obteniendo un total de 60 parcelas para el estudio, para la instalación de las parcelas se estratificó en rangos de 400 metros mediante la herramienta de geoprocésamiento en el software ArcGis 10.3 (Figura 2), obteniendo tres estratos, en cada uno se realizó un muestreo aleatorio simple

debido a que no existe información previa en cuanto a las características de la población a evaluar (Mostacedo & Fredericksen, 2000) logrando 20 parcelas (tabla 1) en cada estrato, la recolección de información consistió en la aplicación del método GLORIA (Iniciativa para la investigación y el seguimiento Global de los Ambientes Andinos), modificado por (Rodríguez, 2011) y (Caranqui, Haro, Salas, & Palacios, 2013). Se instalaron 15 cuadrantes de 5 x 5 m subdivididas en parcelas de 1 x 1 m (Figura 3), la recolección de datos consideró las parcelas que encuentran en los extremos, descartando a las demás por posibles problemas de pisoteo evitando las alteraciones de los datos recolectados en campo, finalmente se subdividió en rejillas de 0,1 x 0,1 m teniendo un total de 100 celdas y con ello cuantificar el número de individuos que en se encuentren dentro de esta.

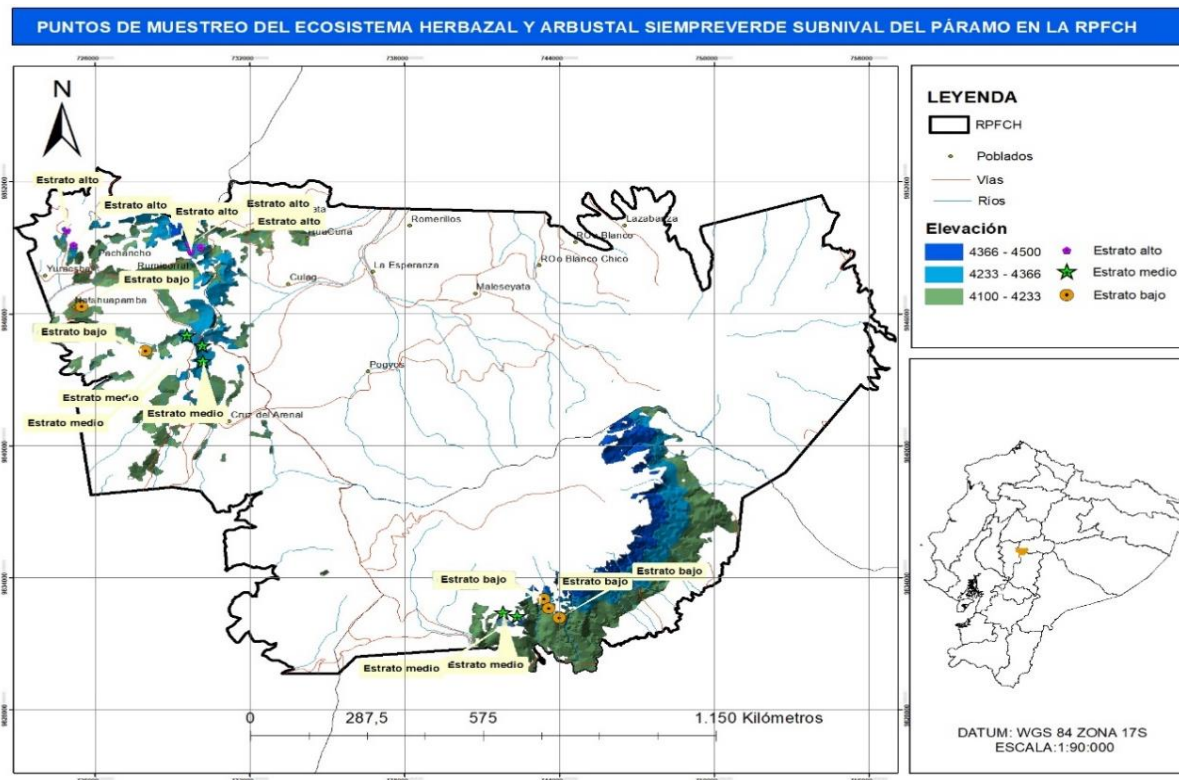


Figura 2. Puntos de muestreo del ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo
Nota: Curichumbi, 2019

Tabla 1. Coordenadas de los cuadrantes determinados en el ecosistema

Rango altitudinal	N° Cuadrante	X	Y
4100 - 4233 msnm	1	727957	9844305
	2	725478	9846330
	3	743416	9833028
	4	743587	9832596
	5	744008	9832176
4233 - 4366 msnm	6	729574	9845018
	7	730178	9844551
	8	730181	9843838
	9	742384	9832238
	10	741841	9832403
4366 - 4500 msnm	11	724894	9849788
	12	725176	9849119
	13	729711	9848833
	14	730086	9849031
	15	729644	9849182

Nota: Curichumbi, 2019

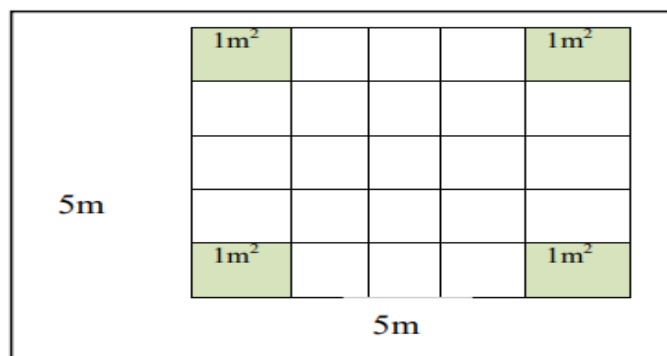


Figura 3. Metodología GLORIA

Nota: Curichumbi, 2019

La cuantificación de individuos fue de manera manual, consecutivamente se recolectó muestras vegetativas de las especies presentes que contengan flores y frutos, se seleccionaron y herborizaron los especímenes en buenas condiciones, la identificación de las especies se realizó en el herbario de la ESPOCH.

El análisis de la diversidad florística implicó el uso del índice de Simpson, que es un índice de dominancia, lo que representa la probabilidad de que dos individuos pertenezcan a una misma especie, entre tanto el Índice de Shannon midió la información de un individuo en una muestra que provengan de una comunidad extensa, mientras que el Índice de Margalef es una manera sencilla de calcular la biodiversidad, mediante el número de individuos especifica la cantidad de especies presentes por área muestreada logrando así estimar la riqueza de especies (Pulido & Ramos, 2016).

Resultados y discusión

Al inventariar la flora del ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo se identificaron un total de 23 especies, 11 órdenes y 13 familias, distribuidas en cada uno de los estratos de manera irregular y en algunos casos son inexistentes, debido a la diferencia de condiciones ambientales presentes en cada uno de los estratos, Quintanilla (1983), manifiesta que la escases de individuos, se debe a las diferentes funciones ecológicas de cada especie, que se ven influenciadas fuertemente por las condiciones climáticas en la que se encuentran, por lo que, en los amplios páramos ecuatorianos, algunas especies forman zonas de ecotonos, que actualmente se han deteriorado por acciones antrópicas.

Tabla 2. Inventario de especies presente en tres estratos altitudinales.

N°	Orden	Familia	Especies	Estratos		
				Bajo (4100 - 4233 msnm)	Medio (4233 - 4366 msnm)	Alto (4366 - 4500 msnm)
1	Apiales	Apiaceae	<i>Eryngium humile</i>	74	32	86
2	Apiales	Apiaceae	<i>Daucus montanus</i>	0	0	15
3	Apiales	Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i>	0	578	212
4	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	0	19	0
5	Asterales	Asteraceae	<i>Hypochoeris sessiliflora</i>	63	33	51
6	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis caespitosa</i>	0	0	326
7	Asterales	Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i>	3	3	0
8	Asterales	Asteraceae	<i>Werneria nubigena</i>	95	262	238
9	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i>	3	6	12
10	Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Cerastium mollissimum</i>	6	0	0
11	Dipsacales	Caprifoliaceae	<i>Valeriana rigida</i>	222	142	71
12	Dipsacales	Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	0	10	0
13	Ericales	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>	0	8	10
14	Fabales	Fabaceae	<i>Lupinus microphyllus</i>	0	0	20
15	Gentianales	Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana</i>	0	6	0
16	Gentianales	Gentianaceae	<i>Gentianella cerastioides</i>	46	36	41

17	Lamiales	Orobanchaceae	<i>Castilleja fissifolia</i>	0	10	0
18	Lamiales	Plantaginaceae	<i>Plantago rigida</i>	0	0	485
19	Oxalidales	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	2	0	0
20	Poales	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i>	114	125	154
21	Rosales	Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i>	3370	2020	382
22	Rosales	Rosaceae	<i>Lachemilla aphanoides</i>	1032	753	258
23	Rosales	Rosaceae	<i>Lachemilla vulcanica</i>	0	479	0

Nota: Curichumbi, 2019

El análisis estadístico descriptivo demuestra que el Orden Asterales y la familia Asteraceae como lo indica la tabla 2, son las que se encuentran con mayor frecuencia absoluta, por tanto, Zacarías (2009), explica que la abundancia de especies depende de la altitud en la que se encuentra, este elemento influye principalmente en la composición del ecosistema, indica también que la diferencia de individuos es consecuencia de los factores fisiológicos propios de cada especie, por lo que en algunos casos no soportan las bajas temperaturas, debido a que a mayor altitud disminuye la temperatura media, retrasando el crecimiento y desarrollo de las mismas. Además, la precipitación constante incrementa el contenido de humedad en estos sitios provocando afectaciones a las plantas. Varios autores Zacarías (2009), Paredes (2019), consideran como un factor importante a la velocidad del viento pues disminuyen la riqueza de especies en el ecosistema páramo pues afecta de manera directa a la flora provocando un déficit en el desarrollo fenológico de los individuos, como es el caso del orden Ericales, Fabales, Oxalidales, Poales, (Figura 4) quienes han presentado la frecuencia relativa dentro del ecosistema con el 4%.

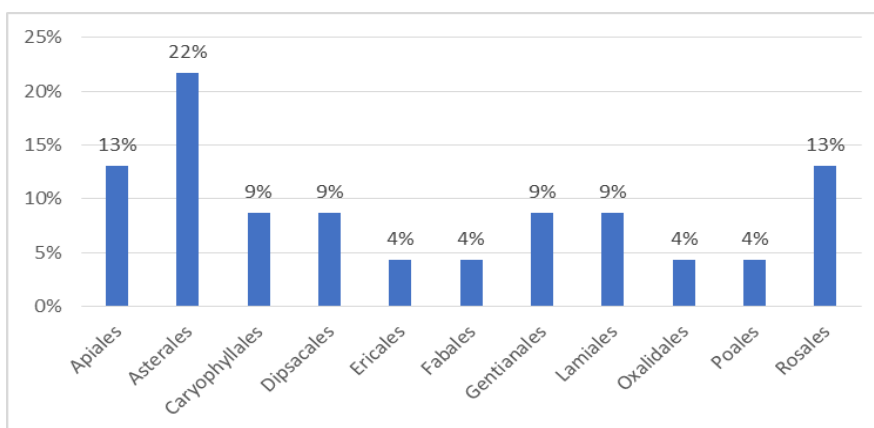


Figura 4. Órdenes registradas en el ecosistema

Nota: Curichumbi, 2019

La descripción morfológica se fundamentó en las características morfológicas observadas en cada uno de los individuos. En base a las muestras recolectadas se describió de forma completa a cada uno de sus órganos, con esta información se identificaron los géneros y las familias a los que pertenecen (Pedraza *et al*, 2005), siendo las especies con mayor frecuencia *Valeriana rigida*, que es una hierba nativa, que crece pegada al suelo en sitios degradados, sus hojas son largas y puntiagudas, sus flores son pequeñas de color blanco (Calisto, 2019). *Calamagrostis intermedia* es una hierba robusta, crecen hasta los 110 cm, sus hojas se encuentran en su mayoría en la parte basal, su inflorescencia está dispuesta en panículas contraídas midiendo de 10 a 40 cm de largo (Minga et al, 2016). *Lachemilla orbiculata* son hierbas que se desarrollan al ras del suelo sus hojas están dispuestas desde la base a manera de rosetas, conformadas con flores de hasta 5 mm (Aguilar, Ulloa, & Hidalgo, 2009). Y *Lachemilla aphanoides* que es una planta herbácea decumbente, sus hojas parten desde la base, sus inflorescencias están dispuestas de forma laterales (Romoleroux et al, 2016).

El Índice de Valor de Importancia (IVI), es el que determina la composición florística de un ecosistema mediante la cuantificación de las especies, este proceso consiste en la suma de los valores relativos de la densidad, frecuencia y dominancia, obteniendo la importancia ecológica relativa de las especies, es decir que el IVI define cuál de las especies contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Soler, 2012; Campo & Duval, 2014).

Tabla 3. Índice de Valor de Importancia en tres estratos altitudinales.

Altitud	Estrato (4100 – 4233 msnm)	bajo (4233 – 4366 msnm)	medio (4366-4500 msnm)	estrato alto
I. Simpson	0,51	0,74	0,87	
I. Shannon	1,07	1,73	2,26	
I. Margalef	1,29	1,90	1,80	

Nota: Curichumbi, 2019

El índice de Simpson en el estrato alto existe mayor diversidad florística (0,87), Pacurucu (2015), indica que el alto porcentaje presente se debe a que en sitios altos (4366-4500 msnm), son los menos perturbados, por lo que la riqueza de especies es abundante. En el estrato medio (0,74) y bajo (0,51), el análisis indica que poseen una diversidad media, Castro (2015), manifiesta que

esta situación se debe a la abundancia y dominancia de algunas especies que han logrado adaptarse a la orogénesis temprana, a la topografía y temperaturas bajas alterando su fisiología.

El Índice de Shannon indica que el estrato bajo (1,07) y medio (1,73) muestra diversidad baja por presentar valores menores a 2, Cuello & Galvis (2020), mencionan que esto se debe a que los estratos bajos están siendo afectados por el establecimiento de especies invasoras, colonizadoras y exóticas que están reemplazando a las especies nativas, esto no solo afecta a la diversidad del ecosistema, si no, también a los suelos de páramo, llegando a reducir el recurso hídrico, además al no contar con especies netamente nativas disminuye su valor ecológico de este ecosistema.

En el estrato alto el Índice de Shannon considera que existe una diversidad media (2,26), Aguirre (2015), explica que la diversidad de especies está ligado a la diferencia altitudinal, por lo que la cercanía entre estratos no permite un análisis adecuado, recalca además que entre estratos comparten elementos florísticos que están influenciadas por el mismo clima, revelando que las especies más dominantes son las más frecuentes dentro del ecosistema, esta información es de vital importancia para fines de investigación y conservación. Rodríguez (2011), manifiesta que la variación de diversidad en el estrato más alto se la considera media posiblemente como consecuencia de una “barrera ambiental” donde se crea una acumulación de condiciones óptimas para el desarrollo de las especies, por lo que existe una mayor presencia de individuos en comparación con las otras gradientes altitudinales.

El Índice de Margalef indica que en los estrato bajo, medio y alto (1,29; 1,90; 180) existe una diversidad baja, Pulido & Ramos (2016), explica que la abundancia de géneros es proporcional a las dimensiones ecológicas que pueda ocupar un individuo, es decir que la abundancia o escases de una especie está relacionada principalmente con la gradiente altitudinal, por lo que al encontrarse en zonas altas (4100-4500 msnm) existe una baja diversidad, además se ven afectadas por las condiciones ambientales de temperatura y humedad.

El Índice de similitud de Sorensen comparó los valores de los tres estratos examinados y se determinó que no existe similitud entre ellos, donde el estrato bajo y medio (0,21), son los que presentan mayor disimilitud, sin embargo, el estrato bajo y alto (0,22), presentan especies similares, en última instancia el estrato medio y alto (0,32) es el que obtuvo menor disimilitud, Olaya *e al*, (2019), manifiesta que la disimilitud de especies en un área determinada está vinculada con la altitud de los estratos. Duque (2015), expresa de manera precisa que la

disimilitud entre estratos es por la poca afinidad entre la flora identificada, indica también que puede deberse a que pocas especies logran adaptarse fácilmente a este tipo de climas montañosos.

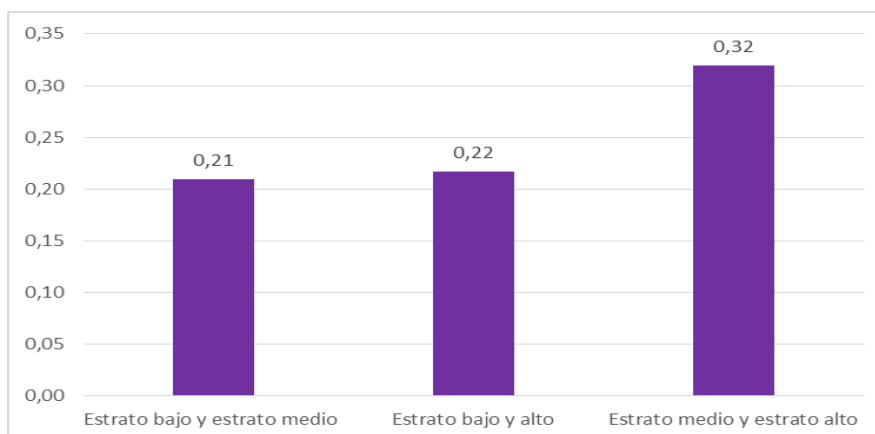


Figura 5. Índice de Similitud de Sorensen registrados en los tres rangos altitudinales
Nota: Curichumbi, 2019

Conclusiones

El ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival Páramo presente en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo identificó un total de 23 especies, correspondientes a 13 familias, siendo las de mayor frecuencia relativa y dominancia relativa las familias Asteraceae, Apiaceae, y Rosaceae por ser resistentes a al ambiente en el que se han desarrollado.

El índice de diversidad Simpson, determinó que existe una diversidad media entre el estrato bajo y medio, el estrato alto presentó una diversidad alta con 0,87 en valor. El índice de Shannon expresó que en el estrato bajo y medio obtuvo una diversidad baja, mientras que en el estrato alto la diversidad fue alta con 2,26 en valor. El índice de Margalef estableció que los tres estratos son considerados de baja diversidad con 1,29, 1,90, 1,80 en valor, en cada uno de los estratos, concluyendo que la abundancia o escasas de una especie están relacionada principalmente con la gradiente altitudinal.

El Índice de similitud de Sorensen manifestó que en los tres estratos examinados no existe similitud entre ellos, ya que las especies similares que se identificaron son escasas en cada estrato, como consecuencia de variaciones estructurales o factores ambientales.

Referencias

1. Aguilar, Z., Ulloa, C., & Hidalgo, P. (2009). Plantas útiles de los páramos de Zuleta, Ecuador.
https://www.missouribotanicalgarden.org/Portals/0/staff/PDFs/ulloa/Imbabura_Zuleta.pdf
2. Aguirre, N., Ojeda, T., Eguiguren, P & Aguirre, Z. (2015). Cambio climático y Biodiversidad: Estudio de caso de los páramos del Parque Nacional Podocarpus, Ecuador.
https://www.researchgate.net/profile/Paul-Eguiguren-Velepucha/publication/299349608_Cambio_climatico_y_Biodiversidad_Estudio_de_caso_de_los_paramos_del_Parque_Nacional_Podocarpus_Ecuador/links/570611b108ae13eb88b98189/Cambio-climatico-y-Biodiversidad-Estudio-de-caso-de-los-paramos-del-Parque-Nacional-Podocarpus-Ecuador.pdf#page=188
3. Aguirre, Z. (2013). Guía de métodos para medir la Biodiversidad.
<https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
4. Álvarez, S., & Ulloa, C. (2012). Guía de 100 plantas silvestres del páramo del Parque Nacional Cajas.
https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Parque%20Nacional%20Cajas/Documentos/GUIA_PLANTAS_2012_FINAL-edited.pdf?ver=2018-11-07-074825-823
5. Baddi, M., Landeros, J & Cerna, E. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad.
<http://www.spentamexico.org/v3-n1/3%281%29%20632-660.pdf>
6. Bustamante, M., Albán, M & Argüello M. (2011). Los páramos de Chimborazo. Un estudio socioambiental para la toma de decisiones.
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56619.pdf>
7. Calisto, L. (2009). Guía de plantas alto Pita.
<http://www.fonag.org.ec/web/imagenes/paginas/fondoeditorial/27.pdf>
8. Campo, A & Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). <http://47071-Texto%20del%20art%C3%ADculo-77364-2-10-20141117.pdf>
9. Campo, A & Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina).
<https://revistas.ucm.es/index.php/AGUC/article/view/47071>

10. Caranqui, J., Haro, W., Salas, F., & Palacios, C. (2013). Diversidad y similitud de los páramos de la provincia de Chimborazo. <https://www.ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/86/91>
11. Caranqui, J., Lozano, P & Reyes, J. Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v7n1/1390-6542-enfoqueute-7-01-00033.pdf>
12. Castro, M. (2015). Estructura y diversidad florística de los Matorrales y Frailejones del páramo de los Valles de Anaime. https://www.researchgate.net/profile/Michael-Castro-Bonilla/publication/301222806_ESTRUCTURA_Y_DIVERSIDAD_FLORISTICA_DE_LOS_MATORRALES_Y_FRAILEJONALES_DEL_PARAMO_DE_LOS_VALLES_DE_ANAIME/Links/570d7eb708aec783ddce210e/ESTRUCTURA-Y-DIVERSIDAD-FLORISTICA-DE-LOS-MATORRALES-Y-FRAILEJONALES-DEL-PARAMO-DE-LOS-VALLES-DE-ANAIME.pdf
13. Cuello, M & Galvis, M. (2020). <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/3425/3993>
14. Duque, J. (2015). Caracterización florística en el gradiente altitudinal del páramo del volcán Sangay. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/159/1/T.AMB.B.UEA.%203076>
15. ECOLAP Y MAE. (2007). Guía del patrimonio de áreas naturales protegidas del Ecuador. <https://www.parks-and-tribes.com/national-parks/reserva-de-produccion-de-fauna-chimborazo/reserva-de-produccion-faunistica-chimborazo.pdf>
16. Fernández, D., Palacios, W., Freire, E & Peñafiel, M. (2015). Plantas de Páramos del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-A-Ecosistema-de-Herbazal-y-Arbustal-siempreverde-subnival-del-Paramo-en-el_fig2_303289702
17. Grijalva, J., Ramos, R., Vera, R., Barrera, P & Sigcha, F. (2013). Primer encuentro nacional de bosques, recursos genéticos forestales y agroforestería. http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/7508/1/INIAP_2015_CaracterizacionChimborazo.pdf
18. McRoberts, R., Tomppom, E & Czaplewski, L. (1992). Diseño de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales.

- https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spnish/KR2_ES__4_.pdf
19. Mena, P., Medina, G & Hofstede, R. (2001). Los páramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas. [https://www.portalces.org/sites/default/files/references/044_Mena%20et%20al.%20\(Eds.\)%20%202001.Paramos%20Ecuador%20PORTADA%2B_%2BHOJA%2BTECNICA%2BY%2BPRESNTACION.pdf](https://www.portalces.org/sites/default/files/references/044_Mena%20et%20al.%20(Eds.)%20%202001.Paramos%20Ecuador%20PORTADA%2B_%2BHOJA%2BTECNICA%2BY%2BPRESNTACION.pdf)
20. Minga, D., Ansaloni, R., Verdugo, A., & Ulloa, C. (2016). Flora del páramo del Cajas, Ecuador. <http://publicaciones.uazuay.edu.ec/index.php/ceuzuay/catalog/view/42/39/456-1>.
21. Ministerio del Ambiente (MAE). (2012). Sistema de clasificacion de ecosistemas de Ecuador continental. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf
22. Ministerio del Ambiente (MAE). (2013). Sistema de clasificación de Ecosistmas del Ecuador Continental. <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>
23. Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo. www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf
24. Olaya, J., Díaz, C & Morales, M. (2019). Composición y estructura de la transición bosque-páramo en el corredor Guantiva-La Rusia (Colombia). <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v67n4/0034-7744-rbt-67-04-755.pdf>
25. Pacururcu, A., Chiluiza, P., Abdo, S & Huilcapi, I. (2015). Estudio de la Diversidad Florística del páramo de la comunidad de Guangopud, provincia de Chimborazo, Ecuador. http://mail.upagu.edu.pe/files_ojs/journals/27/articles/377/submission/copyedit/377-133-1342-1-9-20170221.pdf
26. Paredes, F. (2019). Estudio de la diversidad florística del ecosistema páramo en la cima cuartel de los Incas, ubicada en el nevado Chimborazo, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14335/1/33T00234.pdf>

27. Pedraza, P., Betancur, J & Franco, P. (2005). Chisacá, Un recorrido por los páramos Andinos. https://www.researchgate.net/profile/Julio-Betancur/publication/266328313_CHISACA_UN_RECORRIDO_POR_LOS_PARAMO_S_ANDINOS/links/5522ab240cf2f9c13053e718/CHISACA-UN-RECORRIDO-POR-LOS-PARAMOS-ANDINOS.pdf
28. Pulido, K & Ramos, C. (2016). Efecto de borde en la distribución de líquenes y el contenido de clorofilas en fragmentos de *Polylepis quadrijuga* (Rosaceae) en el páramo de La Rusia (Boyacá-Colombia). <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v64n4/0034-7744-rbt-64-04-01683.pdf>
29. Quintanilla, V. (1983). Comparacion entre dos ecosistemas tropoandinos: La Puna Chilena y el Paramo Ecuatoriano. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117921/comparacion-entre-dos-ecosistemas-tropoandinos-la-puna-chilena-y-el-paramo-ecuadoriano.pdf;sequence=1>
30. Rocío, M. (2014). Cálculo del tamaño de la muestra. <https://es.slideshare.net/MiriamR1983f/clculo-del-tamao-de-la-muestra-35348541>
31. Rodríguez, M. (2011). Estudio de la diversidad florística a diferentes altitudes en el páramo de Almohadillas de la comunidad Yatzaputzán, cantón Ambato. <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/741/1/33T0081.pdf>
32. Romero, F., Muñoz, E., Argüello, C., Zurita, M., Román, D & González, A. Hacia un manejo adaptativo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y su zona de amortiguamiento. https://www.bivica.org/files/5394_ecosistema_Chimborazo.pdf
33. Romoleroux, K., Cárate, D., Erler, R., & Navarrete, H. (2016). Plantas vasculares de los Bosques de *Polylepis* en los páramos de Oyacachi . <https://edipuce.edu.ec/plantas-vasculares-de-los-bosques-de-polylepis-en-los-paramos-de-oyacachi/>
34. Sánchez, A & González, M. (2021). Técnicas de recolecta de plantas y herborización. <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6082/Capitulo12.pdf>
35. Sánchez, M., Gracia, J., & Quiroga, M. (2015). Guía visual de plantas nativas del Parque Nacional Los Cardones. https://www.missouribotanicalgarden.org/Portals/0/staff/PDFs/ulloa/Imbabura_Zuleta.pdf
36. Soler, P., Berroterán, J., Gil, J & Acosta, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos

- centrales de Venezuela. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100003
37. Terán, A., Pinto, E., Ortiz, E., Salazar, E & Cuesta, F. Conservacion y uso sostenible de los páramos de Tungurahua. Conocer para manejar. https://condesan.org/wp-content/uploads/2020/05/CONDESAN_2019_Monitoreo_TUNGURAHUA.pdf
38. Valdez, C., Guzmán, M., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M & Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n4/0034-7744-rbt-66-04-1674.pdf>
39. Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M & Umañam, A. (2004). Manual de metodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf>
40. Zacarías, Y. (2009). Composición y Estructura del Bosque Templado de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, a lo largo de un Gradiente Altitudinal. http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/LITER_CIIDIROAX/305/Zacarias%20Eslava%2c%20Y..pdf?sequence=1&isAllowed=y