



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v10i4.4159>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Estructura y composición de pastizales naturales altoandinos en gualiñag, parroquia cebadas, mediante análisis de componentes principales

Structure and composition of natural high Andean grasslands in Gualiñag, Cebadas parish, through analysis of principal components

Estrutura e composição das pastagens naturais altas andinas de Gualiñag, freguesia de Cebadas, através da análise dos componentes principais

María Elizabeth Jácome-Baquero^I
mbaquero316@yahoo.com
<https://orcid.org/0009-0003-4808-7301>

Maritza Lucia Vaca-Cárdenas^{II}
maritza.vaca@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4474-4354>

Pedro Vicente Vaca-Cárdenas^{III}
pedrocefafree@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0002-5420-1014>

Edmundo Danilo Guilcapi-Pacheco^{IV}
eguilcapi@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5072-1437>

Correspondencia: mbaquero316@yahoo.com

***Recibido:** 15 de octubre de 2024 ***Aceptado:** 02 de noviembre de 2024 * **Publicado:** 17 de diciembre de 2024

- I. Investigadora independiente, Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Ecuador.
- III. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Decanato de Investigaciones, Ecuador.
- IV. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Ecuador.

Resumen

Los páramos altoandinos son ecosistemas esenciales que proveen muchos beneficios ecosistémicos y poseen biodiversidad única, los pastizales naturales se componen de diferentes especies vegetales que interactúan entre sí, históricamente se han utilizado para actividades agropecuarias. El estudio determinó la estructura y composición de los pastizales naturales altoandinos en Gualiñag usados como alimento para el ganado bovino que pasta las praderas naturales; el páramo tiene un área de 6578,77 hectáreas ubicado en Cebadas. Para determinar la estructura se usó el método GLORIA utilizado para evaluar la biodiversidad de alta montaña, calculando el tamaño de la muestra mediante la creación de 22 celdillas de 2000x2000m con la ecuación de población finita de Cochran, W.G. (1997) se recolectó información en 10 unidades muestrales de 7 m² cada una, divididas en subparcelas de 1 m², calculado el índice valor importancia (IVI), los índices de diversidad Shannon, Simpson y Margalef, se realizó el análisis de componentes principales HJ Biplot con un clúster con distancias por correlación mediante el software MultBiplot. Se registraron 11 familias botánicas y 19 especies, predomina la familia Poaceae con 1666 individuos, Rosaceae 1042 individuos y Asterácea 377 individuos, las especies dominantes fueron *Calamagrostis intermedia* (32,25%) y *Lachemilla orbiculata* (26,05%) del total de la cobertura vegetal en las parcelas muestreadas. El índice de diversidad Shannon alcanza un valor de 2,15 mostrando equilibrio en las especies vegetales de la zona, el índice Simpson mostró mayor diversidad de especies al presentar un valor de 0,81 y se obtuvo un índice de Margalef promedio de 2,29 individuos por cada especie. En los componentes principales el eje X señaló una variabilidad total de datos del 35,16%, el eje Y presentó 26,02 %; mientras que juntos explican más del 60% de variabilidad total, se observó que las familias Apiaceae y Gentianaceae fueron las principales contribuyentes a la variabilidad en el primer componente lo cual se debe primordialmente a la gran distribución de especies. En el Cluster 1 se obtuvo relativa homogeneidad en la composición de plantas, existiendo variaciones menores entre las parcelas 3 y 4, lo cual se vio influenciado por las familias Ericaceae y Rosaceae. Mientras que el cluster 2 mostró en la parcela 2 distinta composición de plantas. Por último, el Cluster 3 mostró alta presencia de Poaceae y similitud en las parcelas 6 y 7 lo cual se debe a que presentan una estructura floral en forma agrupada en espiguillas que requieren más espacio. Las especies que caracterizan al páramo de Gualiñag son *Calamagrostis intermedia* y *Lachemilla orbiculata* estas especies son forrajeras y muy resistentes ante la presencia del ganado. Se determinó que 44,4% de las especies de las familias Poaceae,

Asteraceae y Rosaceae son palatables, mismas que representan alrededor del 67,73% del total de cobertura vegetal. El conocimiento de las especies vegetales que componen los páramos altoandinos es fundamental para el desarrollo de alternativas que eviten la extensión de la frontera agrícola y la ganadería, con la finalidad de conservar la vegetación nativa.

Palabras clave: pastizales naturales; paramo; palatables; cluster.

Abstract

The high Andean moors are essential ecosystems that provide many ecosystem benefits and have unique biodiversity. Natural grasslands are made up of different plant species that interact with each other. Historically, they have been used for agricultural activities. The study determined the structure and composition of the high Andean natural grasslands in Gualiñag used as food for cattle that graze the natural grasslands; The moor has an area of 6578.77 hectares located in Cebadas. To determine the structure, the GLORIA method used to evaluate high mountain biodiversity was used, calculating the sample size by creating 22 cells of 2000x2000m with the finite population equation of Cochran, W.G. (1997), information was collected in 10 sample units of 7 m² each, divided into subplots of 1m², the importance value index (IVI), the Shannon, Simpson and Margalef diversity indices were calculated, the HJ Biplot principal component analysis was performed. with a cluster with distances by correlation using the MultBiplot software. 11 botanical families and 19 species were recorded, the Poaceae family predominates with 1666 individuals, Rosaceae 1042 individuals and Asterácea 377 individuals, the dominant species were Calamagrostis intermedia (32.25%) and Lachemilla orbiculata (26.05%) of the total. vegetation cover in the sampled plots. The Shannon diversity index reached a value of 2.15, showing balance in the plant species in the area, the Simpson index showed greater diversity of species by presenting a value of 0.81 and an average Margalef index of 2.29 was obtained. individuals for each species. In the principal components, the X axis indicated a total data variability of 35.16%, the Y axis presented 26.02%; While together they explain more than 60% of the total variability, it was observed that the Apiaceae and Gentianaceae families were the main contributors to the variability in the first component, which is primarily due to the large distribution of species. In Cluster 1, relative homogeneity in plant composition was obtained, with minor variations existing between plots 3 and 4, which was influenced by the Ericaceae and Rosaceae families. While cluster 2 showed a different plant composition in plot 2. Finally, Cluster 3 showed a high presence of Poaceae

and similarity in plots 6 and 7, which is due to the fact that they present a floral structure grouped in spikelets that require more space. The species that characterize the Gualiñag moor are *Calamagrostis intermedia* and *Lachemilla orbiculata*, these species are forage and very resistant to the presence of livestock. It was determined that 44.4% of the species of the Poaceae families, Asteraceae and Rosaceae are palatable, representing around 67.73% of the total plant cover. Knowledge of the plant species that make up the high Andean moors is essential for the development of alternatives that avoid the extension of the agricultural frontier and livestock farming, with the aim of conserving native vegetation.

Keywords: natural grasslands; paramo; palatable; cluster.

Resumo

As charnecas altas andinas são ecossistemas essenciais que proporcionam muitos benefícios ecossistêmicos e possuem uma biodiversidade única. Os campos naturais são constituídos por diferentes espécies de plantas que interagem entre si. Historicamente, têm sido utilizadas para atividades agrícolas. O estudo determinou a estrutura e composição das pastagens naturais altas andinas em Gualiñag, utilizadas como alimento para o gado que pasta nas pastagens naturais; A charneca tem uma área de 6.578,77 hectares localizada em Cebadas. Para determinar a estrutura foi utilizado o método GLORIA utilizado para avaliar a biodiversidade de alta montanha, calculando o tamanho da amostra criando 22 células de 2.000x2.000m com a equação de população finita de Cochran, W.G. (1997), as informações foram coletadas em 10 unidades amostrais de 7 m² cada, divididas em subparcelas de 1m², foi calculado o índice de valor de importância (IVI), calculados os índices de diversidade de Shannon, Simpson e Margalef, realizada a análise de componentes principais HJ Biplot. com cluster com distâncias por correlação utilizando o software MultiBiplot. Foram registradas 11 famílias botânicas e 19 espécies, predominando a família Poaceae com 1666 indivíduos, Rosaceae 1042 indivíduos e Asterácea 377 indivíduos, as espécies dominantes foram *Calamagrostis intermedia* (32,25%) e *Lachemilla orbiculata* (26,05%) da cobertura vegetal total na região. parcelas amostradas. O índice de diversidade de Shannon atingiu valor de 2,15, mostrando equilíbrio nas espécies vegetais da área, o índice de Simpson apresentou maior diversidade de espécies apresentando valor de 0,81 e obteve-se um índice de Margalef médio de 2,29 indivíduos para cada espécie. Nos componentes principais, o eixo X indicou uma variabilidade total dos dados de

35,16%, o eixo Y apresentou 26,02%; Embora juntas expliquem mais de 60% da variabilidade total, observou-se que as famílias Apiaceae e Gentianaceae foram as principais contribuintes para a variabilidade no primeiro componente, que se deve principalmente à grande distribuição das espécies. No Cluster 1 obteve-se relativa homogeneidade na composição das plantas, existindo pequenas variações entre as parcelas 3 e 4, influenciadas pelas famílias Ericaceae e Rosaceae. Enquanto o cluster 2 apresentou uma composição de plantas diferente na parcela 2. Por fim, o Cluster 3 apresentou elevada presença de Poaceae e similaridade nas parcelas 6 e 7, o que se deve ao fato de apresentarem estrutura floral agrupada em espiguetas que necessitam de maior espaço. As espécies que caracterizam a charneca de Gualiñag são Calamagrostis intermedia e Lachemilla orbiculata, estas espécies são forrageiras e muito resistentes à presença de gado. Foi determinado que 44,4% das espécies das famílias Poaceae, Asteraceae e Rosaceae são palatáveis, representando cerca de 67,73% da cobertura vegetal total. O conhecimento das espécies vegetais que compõem as altas charnecas andinas é essencial para o desenvolvimento de alternativas que evitem a extensão da fronteira agrícola e da pecuária, com o objetivo de conservar a vegetação nativa.

Palavras-chave: pastagens naturais; paramo; palatável; conjunto.

Introducción

El páramo es un ecosistema que posee condiciones ambientales drásticas, por consiguiente opera un tipo de selección abiótica, por lo cual para entender la fragilidad de estos ecosistemas es fundamental conocer la influencia que tienen factores como la vegetación (Vargas & Rivera, 2006). Los pastizales naturales son comunidades vegetales compuestas por diferentes especies que interactúan entre sí, compiten por espacio, luz, agua y nutrientes. Existen distintos tipos de pastizales identificados por la clase de especies que lo componen, desde aquellos dominados por gramíneas, así como aquellos en los que coexisten especies leñosas (Triana, 2012). La utilización de pastizales naturales se ha realizado desde la época de la colonia sin embargo al no ser la más adecuada, provocó un gran desequilibrio en la propia ecología de muchas zonas, de forma que actualmente se observa la disminución del potencial productivo forrajero en bastas áreas, además de desencadenar erosión, extinción de especies botánicas, introducción de especies invasoras que compiten con las buenas forrajeras, todo ello repercute en la baja producción y por consiguiente bajos rendimientos productivos del ganado pastoreando, que influye directamente en la economía del poblador andino,

Estructura y composición de pastizales naturales altoandinos en gualiñag, parroquia cebadas, mediante análisis de componentes principales

aumentando la pobreza (Farfán Loaiza & Farfán Tenicela, 2012). Los pastizales son ecosistemas esenciales para las personas por los múltiples beneficios que brindan, principalmente el de provisión de agua y almacenamiento de carbono. Históricamente se han utilizado para actividades agropecuarias, extracción de leña y obtención de materiales de construcción. Estas prácticas han llevado al deterioro progresivo de muchos páramos (Terán-Valdez, A., Pinto, E., Cuesta, F., Ortiz, E., Salazar, E. Suárez, 2019).

Son ecosistemas de alta montaña que se encuentran en Sudamérica, en particular el páramo andino ocupa más de 35.000 km², en esta región son de gran importancia debido a su biodiversidad, capacidad de almacenamiento y regulación de agua, su influencia en el clima y el ciclo hidrológico por lo que desempeñan un papel fundamental en el desarrollo económico, social y cultural de la población (Baquero, et al., 2004, pág.6). Ocupan una extensión de 1'337.119 hectáreas, que corresponden aproximadamente al 5% de la extensión territorial, son ecosistemas únicos que poseen la mayor biodiversidad del mundo, considerados por algunos científicos como archipiélagos biológicos (PAULI, 2003, pág33). Ecuador es el país con la mayor proporción de este hábitat representando el 7% de su territorio. Los Andes Ecuatorianos entre los 3000 a 4500 m.s.n.m. poseen casi el 30% de las especies de flora (JOSSE, 2000, pág5). A nivel mundial se ha reportado alrededor de 3.595 especies que habitan en dichos ecosistemas, de las cuales 1.524 se encuentran en Ecuador, ubicándose así como el país con la flora más diversa en relación a su tamaño (Sklenár et al., 2005; citados en Bustamante, et al., 2011, pág. 39). Los pastizales son áreas en la que se producen plantas para el forraje: gramíneas, gramínoideas, leguminosas, arbustos ramoneables, hierbas o mezclas de éstas (Florez Martínez, 2005).

La provincia de Chimborazo, con una extensión de 648.124 hectáreas, posee un poco más de 246.000 hectáreas de ecosistema páramo que representa el 38% de la superficie de la provincia, mientras que 49571,16 hectáreas corresponden a bosque andino y altoandino que representa el 8%. La gran variedad de características geográficas, geológicas y climáticas influye en la fisiología de la vegetación, lo que permite el mejor crecimiento de diferentes tipos de formas de vida y en el entorno de diversas formaciones vegetales. (Bustamante, et al., 2011, pág. 15). La vegetación es uno de los aspectos más importantes y fáciles de observar que dentro de la diversidad biológica se define como el conjunto de elementos florísticos que ocupan una superficie determinada y establecen diferentes formas estructurales, como bosques, matorrales, paramos, entre otros (Aguirre, 2013, pág. 4). Como

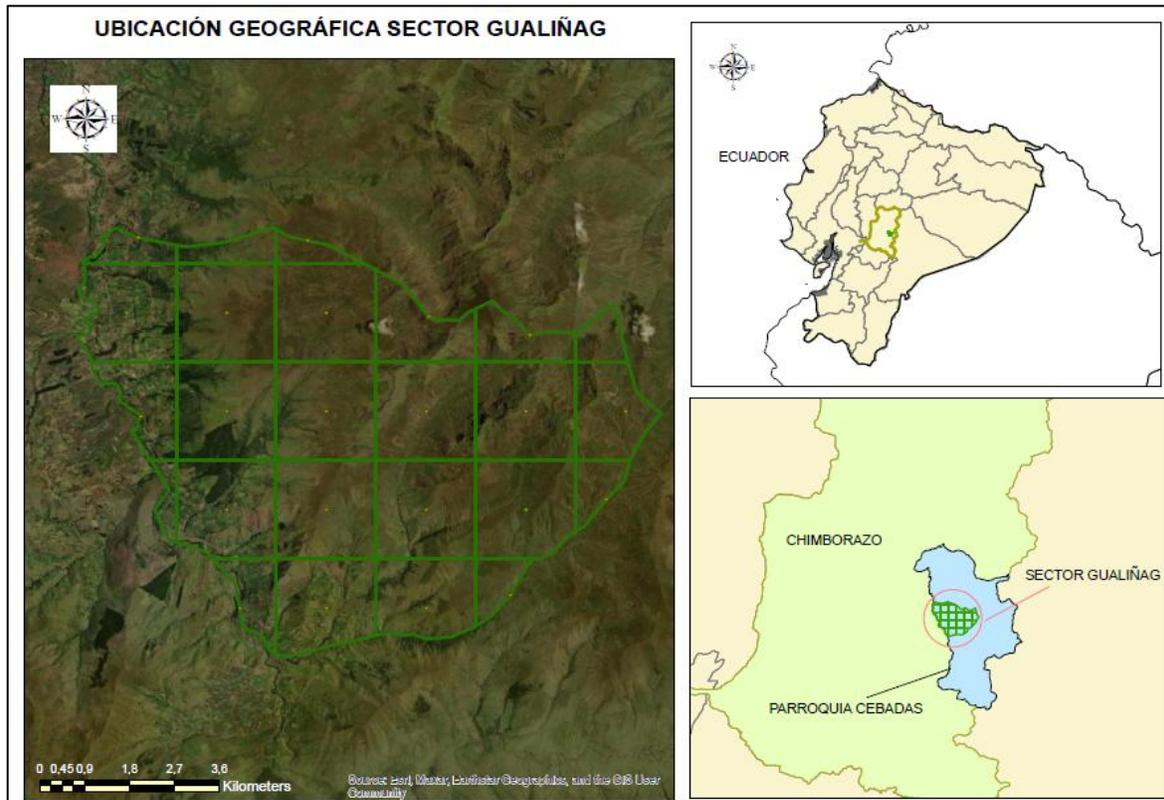
un elemento clave para mejorar los planes de conservación y el uso sustentable de los recursos naturales, es fundamental primero entender la interacción entre el mundo natural y los cambios provocados por la actividad humana, los mismos que afecta a la variedad biológica presentes en un sitio o región; los mismos que ayudaran a la planeación y el desarrollo de programas de inventarios de biodiversidad, los cuales deben estar enfocados a responder cuánta variedad existe dónde y cómo se distribuye (Álvarez, et al., 2004, pág. 17). La extensión de la frontera agropecuaria en los páramos altoandinos resulta devastador para la existencia de especies nativas por lo que la producción de pastos debe ser establecida mediante modelos de producción sostenible ya que se estima que gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero como el metano son consecuencia del desarrollo de actividades pecuarias (Tigmasa Katherine, 2022), así como la sustitución de bosques por pasturas contribuyen al aumento de CO₂ (Soto-Pinto & Jiménez-Ferrer, 2018), sin embargo diversas investigaciones reportan que el adecuado manejo de pastizales mejora la estructura del suelo reduciendo la erosión y secuestro del carbono (Pérez et al., 2019).

La parroquia Cebadas posee una particularidad importante, el 71,57% de su territorio corresponde al ecosistema de páramo (40.852,64 hectáreas). La importancia de este hábitat radica en la generación de agua, por sus condiciones particulares de vegetación, humedad y temperatura. Sin embargo, esta biósfera se constituye en un ecosistema frágil, que amerita la intervención y participación activa de los actores territoriales, sociales e institucionales, que permita un manejo adecuado y su conservación (GAD, 2015 pág. 32). Entendiendo este contexto, el objetivo de la presente investigación fue determinar la estructura y composición de las especies vegetales presentes en el sector Gualiñag y con ello se determinará las especies vegetales más palatables para el ganado.

Metodología

Área de estudio

El área de estudio está localizada en la parroquia Cebadas ubicada en el callejón interandino al sur de la provincia de Chimborazo, la comunidad de el Reten sector Gualiñag. Tiene una superficie de 6578,77 hectáreas. Coordenadas X 768282 Y 9775010.

Figura 1. Ubicación geográfica sector Gualiñag


Cálculo del tamaño de la muestra

Para el cálculo de la muestra se crearon celdas de 2000 x 2000 metros mediante la herramienta *create fishnet*, posteriormente se utilizó la ecuación de población finita:

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

Cochran, W.G. (1997)

Donde:

n= tamaño muestra

N= población

p= probabilidad de ocurrencia (0,5)

q= probabilidad de no ocurrencia (0,5)

e= error de muestreo (5% =0,05)

Z=nivel de confianza (95% = 1,96)

Figura 2. Mapa geolocalización de parcelas de muestreo sector Gualiñag



Muestreo de vegetación

En primer lugar, se realizó la georreferenciación del sitio en coordenadas geográficas UTM WGS84 17 SUR, mediante la herramienta Gaia GPS. Para el diseño de las parcelas se utilizó la metodología GLORIA “Global Observation Research Initiative in Alpine Environments”, es una iniciativa para la investigación y el seguimiento global de ambientes alpinos, con el objetivo de evaluar los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad de alta montaña del planeta (Pauli et al., 2015), se establecieron 10 parcelas y se muestrearon 7 m² (esquinas) por zona de muestreo, se instalaron cuadrantes de 1m x 1m, adaptado a la metodología del manual GLORIA (Rodríguez, 2011) y (Caranqui et al., 2015, 2016) con el fin de obtener la mayor cantidad de información para su posterior análisis. Las muestras se recolectaron en Gualiñag de la parroquia Cebadas entre un rango altitudinal de 3300 a 3500 msnm.,

En campo se registró los datos de las muestras recolectadas como número de parcela, cuadrante, especie y cobertura, las muestras fueron secadas, prensadas y posteriormente identificadas mediante la comparación con muestras de las diferentes colecciones que posee el herbario de la ESPOCH,

además de la verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador de las especies taxonómicas encontradas.

Composición florística

Se determinó el índice de valor de importancia (IVI) para cada especie, el cual se define como la sumatoria de la densidad relativa (número de individuos por especie/número total de individuos x 100), la frecuencia relativa (número de veces que aparece la especie en cada una de las parcelas/sumatoria del área basal total x 100) (Krebs 1989).

La eficacia del muestreo se evaluó mediante el cálculo de los índices de diversidad Simpson (1949) que representa la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a la misma especie (López et al., 2017), el índice de Shannon (1949) considera no sólo el número de especies sino su representación (cuantos individuos por especie). Este índice requiere que todas las especies estén representadas en la muestra y es muy susceptible a la abundancia (Magurran, 1988). El índice de Margalef (1958) es utilizado para transformar el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Estos índices de diversidad basados en la abundancia son los más utilizados en ecología, debido a que combinan la riqueza de especies con su equitatividad (Jost et al., 2012). Los datos obtenidos se registraron en una base de datos de Excel.

Análisis de componentes principales

Se realizó el análisis de componentes principales HJ Biplot con un clúster con distancias por correlación, ejecutado en el software MultBiplot, este software tiene como objetivo general la aproximación de una matriz de datos, de tal forma que permita su descripción o modelización a través de mapas geométricos construidos como proyecciones de nubes de puntos filas y columnas sobre subespacios de ajuste óptimo (Cardenas et al., 2007). Los métodos de clasificación permiten explorar y analizar grandes conjuntos de datos visualmente, lo cual es de gran utilidad para tomar decisiones rápidas (Sarango et al., 2019).

Análisis de conglomerados Cluster

Mediante Análisis de Conglomerados o cluster, es una técnica estadística multivariante que agrupa clasifica de forma automática datos, mediante la utilización de tabla de variables, trata de colocar los individuos en grupos homogéneos, conglomerados o clusters, de forma que los individuos que se consideren similares sean asignados a un mismo cluster, mientras que individuos diferentes se ubiquen en clusters distintos (De la Fuente Crespo, n.d.).

Estructura y composición de pastizales naturales altoandinos en gualiñag, parroquia cebadas, mediante análisis de componentes principales

Resultados y discusión

Composición florística

En la investigación se obtuvo los siguientes datos de composición florística, que evidencian la diversidad de especies vegetales presentes en la zona de estudio.

Tabla 1. Índice valor de importancia (IVI)

Familia	Nombre Científico	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	IVI
Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Matheus & Constance	4	3,81	100	2,5	3,15
Asteraceae	<i>Bacharis spp.</i>	3	2,86	35	0,875	1,87
	<i>Taraxacum officinale</i> (L.)	4	3,81	54	1,35	2,58
	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> (Kunth)	4	3,81	66	1,65	2,73
	<i>Ginoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	6	5,71	97	2,425	4,07
	<i>Bidens andicola</i> (Kunth)	7	6,67	125	3,125	4,90
Cyperaceae	<i>Uncinia hamata</i> (Sw.) Urb.	3	2,86	75	1,875	2,37
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> (Kunth)	6	5,71	75	1,875	3,79
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> (L.)	6	5,71	136	3,4	4,56
	<i>Lupinus pubescens</i> (Benth)	2	1,90	30	0,75	1,33
Gentianeaceae	<i>Gentianella diffusa</i> (Kunth)	4	3,81	74	1,85	2,83
Gunneraceae	<i>Gunnera magellanica</i> (Lam).	7	6,67	118	2,95	4,81
Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kunze	5	4,76	106	2,65	3,71
	<i>Stachys elliptica</i> (Kunth)	4	3,81	37	0,925	2,37
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> (Lam).	9	8,57	151	3,775	6,17
Poaceae	<i>Agrostis breviculmis</i> (Hitchc).	9	8,57	376	9,4	8,99
	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	10	9,52	1290	32,25	20,89
	<i>Indeterminada</i>	2	1,90	13	0,325	1,11
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.)	10	9,52	1042	26,05	17,79
Total		105	100	4000	100	100

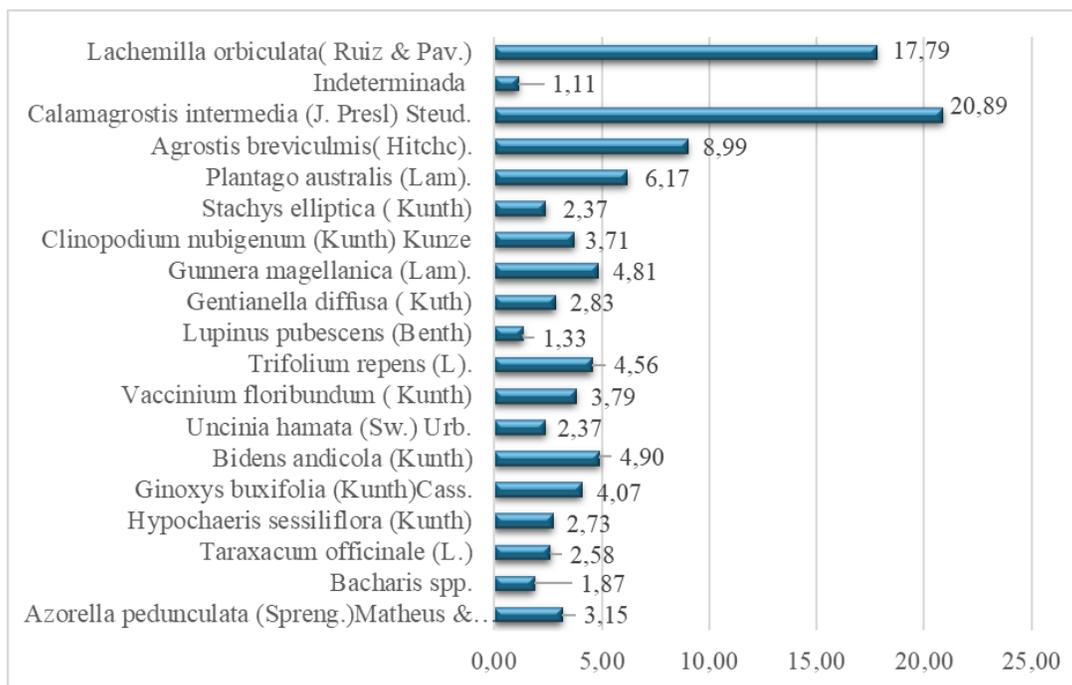
De acuerdo con la tabla 1. se registraron 11 familias botánicas y 19 especies, las familias más representativas con mayor número de individuos fueron Poaceae con 1666 individuos distribuidos en

Estructura y composición de pastizales naturales altoandinos en gualiñag, parroquia cebadas, mediante análisis de componentes principales

la especie *Calamagrostis intermedia* y *Agrostis breviculmis* con 1290 y 376 individuos respectivamente, lo cual coincide con Mamani et al., (2013) al mencionar que las gramíneas son el principal componente de muchas praderas, estas se encuentran agrupadas en unos 600 géneros y aproximadamente 5 000 especies, constituyendo de este modo el 75 % de las plantas forrajeras. La segunda familia que resaltó dentro del estudio fue Rosaceae con 1042 individuos registrados de la especie *Lachemilla orbiculata*, Asteraceae también sobresalió al presentar 377 individuos distribuidos en las especies *Bacharis spp.* 35, *Taraxacum officinale* 54, *Hypochaeris sessiliflora* (Kunth) 66, *Ginoxys buxifolia* 97 y 125 individuos de la especie *Bidens andicola* (Kunth), además de Apiaceae con un total de 100 individuos de *Azorella pedunculata*.

De igual forma en estudios realizados en sitios cercanos a la zona de estudio determinaron en la composición botánica gran porcentaje de especies vegetales gramíneas (62%) seguido por leguminosas y rosáceas con 25% (Romero, 2012) lo cual coincide con la presente investigación, de igual forma en el estudio desarrollado por Pintag et al., (2022) señalando que la composición botánica en la provincia de Chimborazo esta compuesta mayormente por Poaceae con el 51,03%, Asteraceae 22,81%, y Rosaceae 10,03% de la cobertura total siendo las familias mas representativas.

Gráfico 1. Índice valor de importancia (IVI)



Estructura y composición de pastizales naturales altoandinos en gualiñag, parroquia cebadas, mediante análisis de componentes principales

Las especies que presentaron el índice de valor de importancia (IVI) más alto fueron *Calamagrostis intermedia* con alrededor del 20,89%, seguido por *Lachemilla orbiculata* con 17,79% (Grafico 1), evidenciándose así que las especies de las familias gramíneas y rosáceas son las más importantes dentro del estudio, lo cual concuerda con el estudio desarrollo por Alvarado Calderón, (2012) quien menciona que la vegetación predominante de pastizales naturales está definida por gramíneas, ciperáceas y rosáceas variando en su composición, esto dependiendo de la humedad del suelo y demás características como textura, contenido de materia orgánica, pendiente y altitud.

Toalombo et al., (2022) en el estudio realizado en el área protegida Ichubamba Yasepan menciona que las familias dominantes en los ecosistemas de herbazales y arbustales fueron Poaceae representada por la especie *Calamagrostis intermedia* y la familia Rosaceae con la especie *Lachemilla orbiculata*, esta última generalmente se localiza en áreas alteradas, es así que se registró en el área protegida lo cual podría deberse a la presencia de ganado bovino.

Tabla 2. Índices de diversidad

Nombre Científico	Individuos	Pi	Pi*ln(Pi)	Pi^2
<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Matheus & Constance	100	0,0250	-0,0922	0,0006
<i>Bacharis spp.</i>	35	0,0088	-0,0415	0,0001
<i>Taraxacum officinale</i> (L.)	54	0,0135	-0,0581	0,0002
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> (Kunth)	66	0,0165	-0,0677	0,0003
<i>Ginoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	97	0,0243	-0,0902	0,0006
<i>Bidens andicola</i> (Kunth)	125	0,0313	-0,1083	0,0010
<i>Uncinia hamata</i> (Sw.) Urb.	75	0,0188	-0,0746	0,0004
<i>Vaccinium floribundum</i> (Kunth)	75	0,0188	-0,0746	0,0004
<i>Trifolium repens</i> (L.)	136	0,0340	-0,1150	0,0012
<i>Lupinus pubescens</i> (Benth)	30	0,0075	-0,0367	0,0001
<i>Gentianella diffusa</i> (Kunth)	74	0,0185	-0,0738	0,0003
<i>Gunnera magellanica</i> (Lam.)	118	0,0295	-0,1039	0,0009
<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kunze	106	0,0265	-0,0962	0,0007
<i>Stachys elliptica</i> (Kunth)	37	0,0093	-0,0433	0,0001
<i>Plantago australis</i> (Lam.)	151	0,0378	-0,1237	0,0014
<i>Agrostis breviculmis</i> (Hitchc.)	376	0,0940	-0,2223	0,0088
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	1290	0,3225	-0,3650	0,1040
<i>Indeterminada</i>	13	0,0033	-0,0186	0,0000

Estructura y composición de pastizales naturales altoandinos en gualiñag, parroquia cebadas, mediante análisis de componentes principales

<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.)	1042	0,2605	-0,3504	0,0679
	4000	1,0000	-2,1560	0,1888

Tabla 3. Valores de los índices de diversidad

Shannon	2,1560
Simpson	0,8112
Margaret	2,2908

De acuerdo con la investigación se obtuvo un índice de Shannon de 2,15 que determinó equilibrio en la diversidad florística nativa en el sector, lo cual de acuerdo al estudio realizado por Valdez Marroquín et al., (2018) Shannon es un índice que normalmente fluctúa entre 0,5 y 5, aunque su valor normal se encuentra entre 2 y 3, señala que valores inferiores a 2 representan baja uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra mientras que los valores superiores a 3 muestran alta uniformidad es así que en el presente estudio se denota una uniformidad media alta equilibrada de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra.

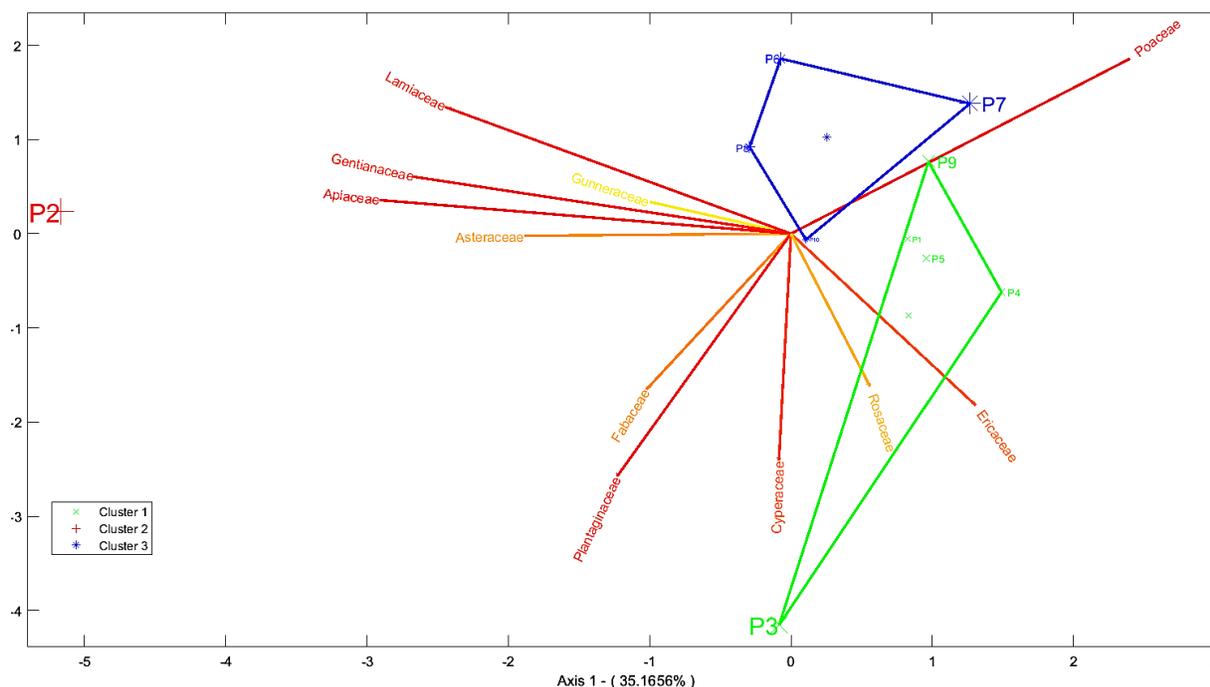
Por otra parte, se registró un índice de Simpson (1949) de 0,81 que muestra alta probabilidad de que varios individuos sean de la misma especie es decir que del total de especies alrededor de 0,81 dominan la composición vegetal, lo cual se evidenció en el presente estudio ya que muchos de los individuos resultaron ser de la misma especie, esto es ratificado por López et al., (2017) al mencionar que este índice es de dominancia más que de diversidad y representa la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a la misma especie.

Se obtuvo un índice de Margalef (1951) promedio de 2,29 individuos por cada especie; determinando que es una zona de diversidad media alta de especies lo cual es ratificado por Mora-Donjuán et al., (2017) el cual menciona que un índice con valores menores a 2,00 denotan una baja riqueza de especies y por el contrario valores cercanos a 5,00 o superiores reflejan una riqueza de especies alta; por lo que el presente estudio refleja de diversidad media alta de especies existiendo así especies de la familia Poaceae al presentar alrededor del 40,48% de la cobertura total, seguido por la familia Rosaceae con un 25,32% de cobertura, de esta forma se evidencia la homogeneidad en riqueza y diversidad de especies.

Análisis componentes principales

Mediante el análisis de componentes principales HJ Biplot con un clúster con distancias por correlación se obtuvo el siguiente gráfico.

Gráfico 2. Analisis de componentes principales



En el grafico se observa que el eje X explica el 35.16% de la variabilidad total en los datos, mientras que el eje Y el 26, 02 %, juntos explican más del 60% o una parte significativa de la variabilidad total.

En el eje 1 las familias Apiaceae (898) y Gentianaceae (756) son las principales contribuyentes a la variabilidad en el primer componente, esto sugiere que estas familias fueron las más influyentes en la separación de las parcelas en el eje horizontal. La Poaceae (610) obtuvo una coordenada alta en el Eje 1 (2.343), lo que indica una fuerte asociación con este eje y su influencia en las parcelas que se encuentran más a la derecha del gráfico, como P7.

En el eje 2 Plantaginaceae (704) y Cyperaceae (616) son las principales contribuyentes a la variabilidad en el segundo componente, esto indica que estas familias influyen más en la separación de las parcelas en el eje vertical. Ericaceae (351) y Fabaceae (290) también son influyentes en este

eje. La coordenada negativa de Plantaginaceae (-2.517) y Cyperaceae (-2.355) en el eje 2 sugiere que estas familias están asociadas con parcelas que se encuentran en la parte inferior del gráfico.

En el eje 3 o axis 3 la familia Gunneraceae (669) y Rosaceae (509) son las principales contribuyentes, seguidas por Asteraceae (487). Es importante notar que estos ejes adicionales pueden explicar la variabilidad no capturada por los primeros dos ejes. La alta coordenada de Gunneraceae (2.454) y Rosaceae (2.141) en el Eje 3 indica su significativa influencia en este componente, lo que podría ser relevante para futuras interpretaciones en un análisis tridimensional.

Análisis Cluster

Cluster 1 (Verde)

Parcela incluida: P1, P3, P4, P5, P9

Distancias y relaciones:

P1, P5, P9: Estas parcelas están cercanas entre sí y cerca del origen, lo que sugiere una composición de plantas similar con influencias equilibradas de varias familias.

P3 y P4: Estas parcelas están más alejadas en el eje Y, lo que indica diferencias en la composición de plantas, especialmente influenciadas por familias como Ericaceae y Rosaceae. La distancia mayor entre P3 y las demás parcelas del clúster sugiere una mayor variabilidad en la composición florística.

Cluster 2 (Rojo)

Parcela incluida: P2

Distancias y relaciones:

P2: Esta parcela está aislada y ubicada hacia el extremo izquierdo del eje X, lo que indica una composición de plantas muy distinta, principalmente influenciada negativamente por Poaceae y otras familias con vectores opuestos. La distancia significativa de P2 con respecto a las demás parcelas sugiere una disimilitud notable en la composición florística.

Cluster 3 (Azul)

Parcelas incluidas: P6, P7, P8, P10

Distancias y relaciones:

P6, P7, P8, P10: Estas parcelas resultaron estar más cercanas entre sí, especialmente en la parte derecha superior del gráfico, lo que indica una composición de plantas similar con una alta presencia de Poaceae. La proximidad entre P6 y P7 sugiere una alta similitud en la composición florística,

Estructura y composición de pastizales naturales altoandinos en gualiñag, parroquia cebadas, mediante análisis de componentes principales

mientras que P8 y P10, aunque están en el mismo clúster, tienen variaciones menores en comparación con P6 y P7.

P7: Es una parcela destacada dentro del clúster por su posición más extrema hacia Poaceae, lo que sugiere una fuerte influencia de esta familia en su composición florística.

Las parcelas dentro del Clúster 1 (Verde) y Clúster 3 (Azul) obtuvieron composiciones florísticas más homogéneas entre sí. La distancia entre P2 (Clúster 2) y las parcelas en Clúster 1 y Clúster 3 mostró que P2 tiene una composición de plantas muy distinta. La parcela P7 está fuertemente correlacionada con Poaceae debido a su proximidad y dirección en el gráfico 3.

Finalmente se determinó el grado de deseabilidad del ganado, sin embargo esto varía mucho en función de la especie animal generalmente se considera por un lado vacunos y por otro, ovinos y alpacas; ya que los vacunos comen especies forrajeras del estrato alto, esto por tener que envolver con la lengua antes de arrancarlo para el consumo y por otro lado los ovinos y alpacas, compiten por el estrato bajo, ya que muerden las especies forrajeras que desean ingerir y son altamente selectivos (Florez Martínez, 2005).

Tabla 4. Grado de deseabilidad especies vegetales

Familia	Especie	Deseables	Poco Deseables	Indeseables
Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Matheus & Constance		X	
Asteraceae	<i>Bacharis spp.</i>			X
Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>		X	
Asteraceae	<i>Ginoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.			X
Asteraceae	<i>Hypochoeris sessiliflora</i> (Kunth)	X		
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> (L.)	X		
Cyperaceae	<i>Uncinia hamata</i> (Sw.) Urb.	X		
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> (Kunth)			X
Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i> (Benth)	X		
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> (L.)	X		
Gentianeaceae	<i>Gentianella diffusa</i> (Kunth)			X
Gunneraceae	<i>Gunnera magellanica</i>			X
Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kunze		X	

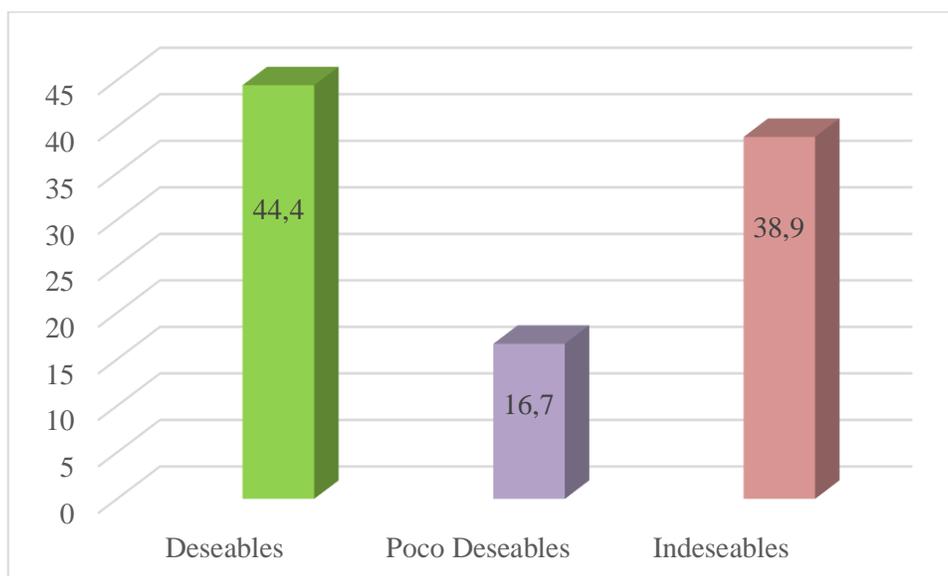
Estructura y composición de pastizales naturales altoandinos en gualiñag, parroquia cebadas, mediante análisis de componentes principales

Lamiaceae	<i>Stachys elliptica</i> (Kunth)	X
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> (Lam).	X
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	X
Poaceae	<i>Agrostis breviculmis</i> (Hitchc).	X
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.)	X

Como se observa en la tabla 4. *Trifolium repens* (L) conocido comúnmente como trébol es palatable para el ganado lo cual es ratificado por (Ramirez, n.d.) al mencionar las variedades de tréboles al igual que otras leguminosas poseen sustancias de composición química y efectos fisiológicos similares a las hormonas sexuales femeninas lo cual hace que este tipo de vegetación sea deseable para el ganado.

Las gramíneas o poaceas son especies palatables para el ganado debido al valor nutricional que estas contienen ya que según Villacis, (2012) aportan con proteína, aminoácidos, minerales y vitaminas lo cual es esencial para el desarrollo de los rumiantes. Las limitaciones en el manejo de la ganadería en pastizales naturales, a conducido al aprovechamiento de la vegetación natural esto a conducido a buscar forrajes y suplementos alternativos que permitan suplir las deficiencias en la dieta de los animales, por lo que es fundamental identificar las especies vegetales adecuadas para la alimentación del ganado (Molinillo, M; Monasterio, 2002).

Gráfico 3. Grado de deseabilidad de las especies vegetales para el ganado



En la gráfica de barras se puede observar que el 44,4% de especies vegetales fueron palatables para parte el ganado, lo cual se debe primordialmente a la composición florística del presente estudio ya que existe mayor cobertura de especies correspondientes a la familia Poaceae y Fabaceae que representan a las gramíneas y leguminosas que son la composición de pastos más apetecible para el ganado. También se da a notar que un porcentaje alto corresponde a especies no deseables para el ganado lo que implica la adecuada elección de pastos y alimento para evitar el sobrepastoreo promoviendo la conservación de los ecosistemas. Se realizó la clasificación de pastos basada en la deseabilidad que indica como gestionar la carga animal sin perjudicar a la biodiversidad, es así que de acuerdo con León et al., (2018) es necesario el establecimiento de un equilibrio entre la producción forrajera y la conservación de la biodiversidad. La identificación de especies vegetales palatables para el ganado es fundamental para la disminución de la erosión vegetativa de las pasturas naturales debido al exceso de carga animal (Torres & Aguilar, 2015).

Conclusiones

Se registraron 11 familias botánicas y 19 especies, las familias con mayor número de individuos fue Poaceae con 1666 individuos distribuidos en la especie *Calamagrostis intermedia* y *Agrostis breviculmis* con 1290 y 376 individuos respectivamente, seguido por Rosaceae con 1042 individuos registrados de la especie *Lachemilla orbiculata*, familia Apiaceae con un total de 100 individuos de la especie *Azorella pedunculata*, familia Asteraceae también sobresalió al presentar 377 individuos de las especies *Bacharis spp.* (35), *Taraxacum officinale* (54), *Hypochaeris sessiliflora* (66), *Ginoxys buxifolia* (97) y 125 individuos de la especie *Bidens andicola* (Kunth).

De acuerdo con el Cluster 1 (Verde) la composición de plantas es relativamente homogénea con variaciones menores entre parcela 3 y 4 debido a la influencia de Ericaceae y Rosaceae. Mientras que el cluster 2 (Rojo) mostró composición de plantas muy distinta en la parcela 2, la cual está influenciada negativamente por las familias que dominan en otras parcelas. El Cluster 3 (Azul): mostró que las parcelas con una alta presencia de Poaceae, son la 6 y 7 mostrando una alta similitud, mientras que en las parcelas 8 y 10 existen variaciones menores.

Se determinó que el 44,4% de las especies identificadas en Gualiñag son deseables para ser consumidas por el ganado dentro de las cuales se encuentran especies de la familia poacea, fabácea y

rosaceae mismas que representan el 6% del total de cobertura, lo cual muestra la gran importancia de estos pastizales naturales, mientras que poco deseables registró 16,7 % y por último especies indeseables se encuentran en un 38,9 %.

Referencias

1. Alvarado Calderón, C. (2012). Evaluación de pastizales naturales de los humedales Altoandinos en época de lluvia de la Provincia de Candarave Departamento de Tacna 2012. Tesis Pregrado Para Optar Al Título Profesional de Médico Veterinario y Zootecnista, 225. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/642/TM0091.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Cardenas, O., Galindo-Villardón, M., & Vicente-Villardón, J. L. (2007). Los Métodos BIPLLOT: Evolución y Aplicaciones. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, XIII, 279–303.
3. de la Fuente Crespo, L. (n.d.). Análisis Cluster Laura de la Fuente Crespo.
4. Farfán Loaiza, R. D., & Farfán Tenicela, E. R. (2012). Producción de pasturas cultivadas y manejo de pastos naturales altoandinos. *Inia*, 249. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/417>
5. Florez Martínez, A. (2005). Manual de manejo de pastos y forrajes altoandinos. In Universidad Nacional Agraria La Molina.
6. Jost, L., Gonz, A., & Benem, O. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. January 2012.
7. León, R., Bonifaz, N., & Francisco, G. (2018). PASTOS Y FORRAJES DEL ECUADOR Siembra y producción de pasturas. In *Universitas Nusantara PGRI Kediri* (Vol. 01).
8. López, A. S., López, G. G., & Fagilde Espinoza, M. D. C. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental. *Bosque*, 38(3), 457–466. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300003>
9. Mamani, L., Garcia, A., & Durand, F. (2013). Manejo y utilización de praderas naturales en la zona altoandina. *Ministerio de Agricultura y Riego*, 45–46. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/755>

10. Molinillo, M; Monasterio, M. (2002). Patrones de vegetación y pastoreo en ambientes de paramo. *Ecotropicos*, 15(1), 19–34.
11. Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3154>
12. Pauli, H., Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., Steinbauer, K., & Grabherr, G. (2015). MANUAL PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL PROYECTO GLORIA* APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LAS CIMAS. MÉTODOS BÁSICO, COMPLEMENTARIOS Y ADICIONALES 5a EDICIÓN. *Landscape Ecology*, 978-92-79-47948-9. <https://doi.org/10.2777/37575>
13. Pérez, E., Casal, A., & Jacobo, E. (2019). Diseño, manejo y evaluación de agroecosistemas con un enfoque agroecológico. *Rev.FCA UNCUYO*, 51(1), 273–293.
14. Pintag, A., Masaquiza, G., & Coello, C. (2022). “COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y VALORACIÓN NUTRICIONAL DE LA PRADERA NATURAL PARA ALIMENTACIÓN DE LA VICUÑA EN LA RPFCh” Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
15. Ramirez, E. (n.d.). Mejora de pastizales. *PASTOS Y FORRAJES*, 292–295.
16. Romero, A. (2012). “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE PASTOREO CON BOVINOS Y CAMÉLIDOS EN LA PRADERA NATIVA DE LOS PÁRAMOS DE ASARATY” Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Escuela De Ingeniería Zootécnica.
17. Sarango, J., Muñoz, J., Muñoz, L., & Aguirre, Z. (2019). Impacto ecológico de un incendio forestal en la flora del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador. *Boisques Latitud Cero*, 9(2), 101–114.
18. Soto-Pinto, L., & Jiménez-Ferrer, G. (2018). Socio-environmental contradictions in carbon mitigation processes in agroforestry systems. *Madera y Bosques*, 24(Special Issue). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401887>
19. Terán-Valdez, A., Pinto, E., Cuesta, F., Ortiz, E., Salazar, E. Suárez, C. (2019). Conservación y Uso Sostenible de los Páramos de Tungurahua. Conocer para manejar. Proyecto EcoAndes, CONDESAN. <https://n9.cl/fq14e>

20. Tigmasa Katherine. (2022). Contribución de las emisiones de gas metano producidas por el ganado bovino al cambio climático. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 5, 1–6.
21. Toalombo, E., Caranqui, J., Lara, N., & Cushquicullma, D. (2022). Los páramos del área protegida ichubamba yasepan: una aproximación a su estructura, composición y estado de conservación. *Polo Del Conocimiento*, 7(8), 625–640. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>
22. Torres, D., & Aguilar, M. (2015). Programa de Desarrollo Ganadero Haciendo sostenible la ganadería altoandina.
23. Triana, A. (2012). Manejo de pastizales naturales para uso en época lluviosa en la zona tropical del Ecuador”o.
24. Valdez Marroquín, C. G., Guzmán, M. A., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M. A., & Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación del matorral espinoso tamaulipeco con condiciones prístinas en el noreste de México. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674–1682. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>
25. Vargas, O., & Rivera, D. (2006). El páramo un ecosistema frágil. *Revista Luna Azul*, 22(June 1991), 39–51.
26. Villacis, J. (2012). Utilización de gramíneas y leguminosas para la producción del ganado bovino sostenible en el litoral ecuatoriano.