



## Diversidad florística de pastizales según formación vegetal en la subcuenca del río Shullcas, Junín, Perú

### Floristic diversity in grasslands according to plant formation in the Shullcas river sub-basin, Junin, Peru

Raúl Yaranga\*; María Custodio; Fernán Chanamé; Rafael Pantoja

Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Zootecnia, Instituto de Investigación en Alta Montaña, Av. Mariscal Castilla N° 3989-4089, Huancayo-Perú.

Received July 1, 2018. Accepted December 4, 2018.

#### Resumen

El estudio tiene como objetivo evaluar la diversidad florística de los pastizales de montaña en cinco formaciones vegetales: tres pajonales y un césped de puna. Se utilizó el método de transección al paso modificado de Parker (1951). Se encontraron 22 familias, 52 géneros y 103 especies. Las Poaceae y la Asteraceae tuvieron mayor abundancia, las especies se ordenan en dos grupos. Los índices H' oscilan entre medio y alto (2,75 y 3,41) sin relación significativa con la cobertura del suelo. El género Calamagrostis tiene el mayor IVI: *C. vicunarum* (15,64), *C. amoena* (13,29), *C. curvula* (12,87). Los índices de Jaccard mostraron mayor similitud entre las formaciones vegetales de pajonal de *Festuca rigida* y el de *C. amoena* (0,43), seguido por el pajonal de *F. rigida* y el de *F. dolichophylla* (0,42) y la relación entre el pajonal de *F. rigida* y del de Césped de puna tienen la menor similitud (0,27).

**Palabras clave:** Pastizal altoandino; índice de diversidad; tipo de vegetación; riqueza; ecosistemas de montaña.

#### Abstract

The aim of the study is to evaluate the floristic diversity of mountain pastures in five plant formations: three pajonal and one puna grass. The Parker modified step transection method (1951) was used. 22 families, 52 genera and 103 species were found. The Poaceae and Asteraceae had greater abundance, the species are arranged in two groups. H' indices range from medium to high (2.75 and 3.41) with no significant relationship to soil cover. The genus Calamagrostis has the largest IVI: *C. vicunarum* (15.64), *C. amoena* (13.29), *C. curvula* (12.87). The Jaccard indices showed the greatest similarity between the plant formations of *Festuca rigida* and *F. dolichophylla* (0.43), followed by *F. rigida* and *C. amoena* (0.42) and the relationship between *F. rigida* and *C. amoena* (0.27).

**Keywords:** High Andean grassland; diversity index; vegetation type; richness; mountain ecosystem.

#### 1. Introducción

Los ecosistemas de pastizal de páramo y puna son los más extendidos en el mundo, y tienen gran importancia en la protección ambiental natural y el desarrollo socio-económico de las poblaciones rurales (Zhou *et al.*, 2014). En Latinoamérica, se localiza desde la línea superior de los bosques y pie de las cordilleras, principalmente en las montañas de Chile, Perú, Ecuador, Venezuela y Costa Rica (Hofstede *et al.*, 2014). Los cuales comprenden todas las formas de vida existentes a excepción de los árboles de alta elevación climática, en especial aquellas cubiertas por herbáceas

(Divinsky *et al.*, 2017). Estos ecosistemas se caracterizan por presentar una gran heterogeneidad espacial en estructura, producción de biomasa aérea, calidad forrajera para el ganado, con mosaicos de tipos de vegetación que presentan especies de crecimiento corto, con alta calidad nutritiva para el ganado y pastos altos de menor calidad (Veldhuis *et al.*, 2016) y otros servicios importantes para la comunidad local (Plieninger y Huntsinger, 2018).

La diversidad florística de los pastizales no está distribuida homogéneamente en todo el mundo, sino que difieren fuertemente en la cantidad de especies que contienen

\* Corresponding author  
E-mail: [yarangacano@gmail.com](mailto:yarangacano@gmail.com) (R. Yaranga).

(Wiesmair *et al.*, 2017). La intervención de los seres humanos en los ecosistemas de pastizal afecta la biodiversidad, productividad primaria y estabilidad del ecosistema, debido a la disminución de especies (Hautier *et al.*, 2015).

Los valores promedios de los rasgos funcionales de la planta experimentan cambios en su diversidad funcional luego de haber suprimido el pastoreo, pero no afecta la riqueza de especies cuando el abandono no es muy prolongado; lo cual sugiere que la pérdida de grupos funcionales podría afectar el funcionamiento del ecosistema (Hills, 2017).

La protección de los pastizales de la acción del pastoreo es practicada como un medio para recuperar áreas degradadas (Cimolai, 2015). Por tanto, es necesario realizar estudios florísticos, centrandose la atención en especies presentes en determinadas áreas que también se diferencian de acuerdo a las formaciones vegetales: pajonales, césped de puna, bofedales, vegetación sobre pedregales, etc. (Rozbrojová *et al.*, 2010; Rashid *et al.*, 2011) para reconocerlas, describirlas, delimitarlas y caracterizarlas.

Considerando que los pastizales pastoreados frecuentemente tienen menor diversidad de especies que aquellos protegidos, debido a causas de manejo inadecuado y bajas posibilidades de regeneración (Tinoco-Ojanguren *et al.*, 2013). Es neces-

rio hacer inventarios florísticos, para comprender la diversidad y el estado de su conservación (Zheng *et al.*, 2014), de manera que permita complementar los esfuerzos para reducir la incertidumbre sobre el conocimiento de la biodiversidad (Jayakumar *et al.*, 2011) y tomar decisiones sobre el manejo sostenible del recurso, mediante la utilización de indicadores que son frecuentemente utilizados o seleccionarlos de lista que ofrece la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico – OCDE (Riccioli *et al.*, 2016).

En este contexto, se estimó la composición y diversidad florística según formación vegetal, en pastizales andinos de la subcuenca del río Shullcas en el departamento de Junín, Perú.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el área de pastizales de la subcuenca del río Shullcas del departamento de Junín, Perú (Figura 1). La subcuenca se localiza entre 3800 y 5200 metros de altitud, en los andes centrales del Perú, entre las coordenadas 12°04'42" y 11°54'54" LS, 75°09'20" y 75°03'39". Las formaciones vegetales de pajonal de *Festuca* representa el 69%, los de *Calamagrostis* el 2% y el césped de puna el 6%, sin contar con las áreas agrícolas de forestación y roquedales.

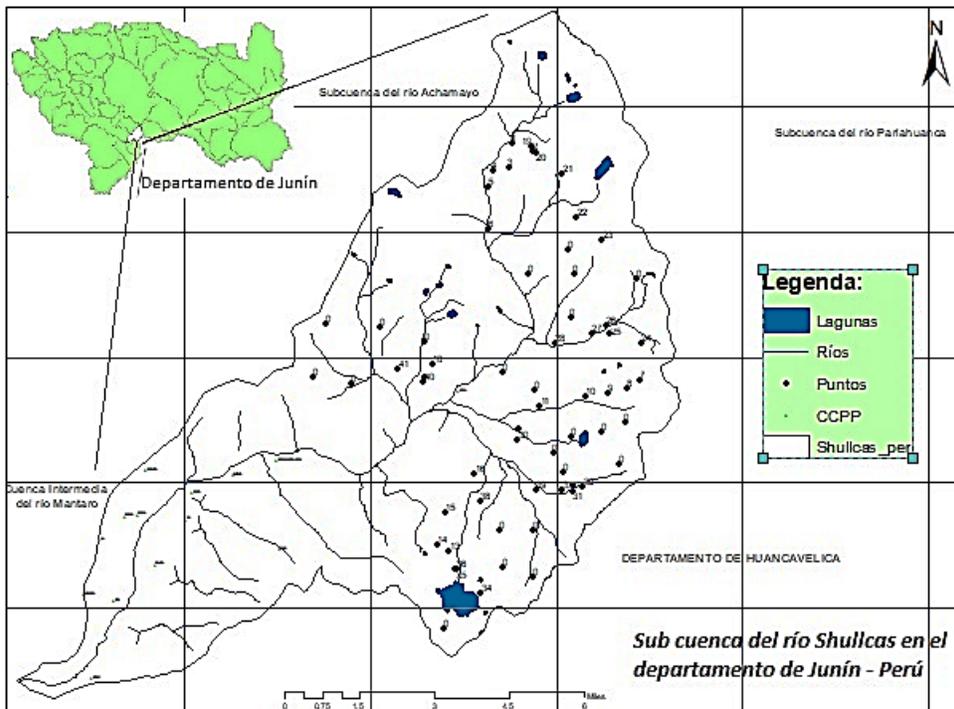


Figura 1. Localización de la subcuenca del río Shullcas – Junín.

Tabla 1

Número de especies de plantas por familia observada en 40 transectos

Familia	Especie	Familia	Especie
Poaceae: 37 (36%)	<i>Aciachne acicularis</i>	Asteraceae: 24 (24%)	<i>Misbrookia strigosissima</i>
	<i>Aciachne pulvinata</i>		<i>Senecio canescens</i>
	<i>Antoxanthum odoratum</i>		<i>Paranephelius ovatus</i>
	<i>Bromus lanatus</i>		<i>Senecio sp</i>
	<i>Bromus unioloides</i>		<i>Taraxacum Officinale</i>
	<i>Calamagrostis amoena</i>		<i>Werneria aretioides</i>
	<i>Calamagrostis antoniana</i>		<i>Werneria nubigena</i>
	<i>Calamagrostis brevifolia</i>		<i>Werneria pygmaea</i>
	<i>Calamagrostis spiciformmis</i>		<i>Werneria pinnatifida</i>
	<i>Calamagrostis curvula</i>		<i>Werneria sericea</i>
	<i>Calamagrostis chrisantha</i>		<i>Werneria villosa</i>
	<i>Calamagrostis heterophylla</i>		<i>Werneria caespitosa</i>
	<i>Calamagrostis sp</i>		<i>Werneria candamoana</i>
	<i>Calamagrostis ovata</i>		<i>Azorella crenata</i>
	<i>Calamagrostis tarmensis</i>		<i>Azorella diapensioides</i>
	<i>Calamagrostis recta</i>		<i>Azorella pedunculata</i>
	<i>Calamagrostis vicunarium</i>		<i>Azorella aretioides</i>
	<i>Calamagrostis violacea</i>		<i>Brayopsis calicyna</i>
	<i>Disanthelium mathewsii</i>		<i>Lepidium didymum</i>
	<i>Disanthelium peruvianum</i>		<i>Carex ecuadorica</i>
	<i>Festuca dolichophylla</i>		<i>Eleocharis albibracteata</i>
	<i>Festuca rigidifolia</i>		<i>Scirpus rigidus</i>
	<i>Festuca rigida</i>		<i>Distichia diapensioides</i>
	<i>Festuca hortophylla</i>		<i>Distichia muscoides</i>
	<i>Muhlenbergia ligularis</i>		<i>Luzula peruviana</i>
	<i>Muhlenbergia peruviana</i>		<i>Ephedra rupestris</i>
	<i>Paspalum pilgerianum</i>		<i>Galium trichocarpum</i>
<i>Poa annua</i>	<i>Galium sp</i>		
<i>Poa aequigluma</i>	<i>Gentianella potamophylla</i>		
<i>Poa candamoana</i>	<i>Gentianella bellidifolia</i>		
<i>Poa gimnantha</i>	<i>Gentianella hirculus</i>		
<i>Poa gilgiana</i>	<i>Lycopodium crassum</i>		
<i>Poa perligulata</i>	<i>Trifolium amabili</i>		
<i>Stipa brachyphylla</i>	<i>Lupinus chlorolepis</i>		
<i>Stipa ichu</i>	<i>Lupinus uniflorus</i>		
<i>Stipa mucronata</i>	<i>Rumex asetocella</i>		
<i>Stipa sp</i>	<i>Muehlenbekia vulcanica</i>		
<i>Alchemilla pinnata</i>	<i>Malvaceae: 1 (1%)</i>	<i>Nototriche aretioides</i>	
<i>Alchemilla diplophylla</i>	<i>Onagraceae: 1 (1%)</i>	<i>Oenothera multicaulis</i>	
<i>Lachemilla orbiculata</i>	<i>Ranunculaceae: 2 (2%)</i>	<i>Oreithales integrifolia</i>	
<i>Margiricarpus pinnatus</i>		<i>Ranunculus Praemorsus</i>	
<i>Aristiguietia ballii</i>	<i>Caryophyllaceae: 2 (2%)</i>	<i>Paronychia andina</i>	
<i>Baccharis tricuneata</i>		<i>Pycnophyllum molle</i>	
<i>Baccharis concava</i>	<i>Plantaginaceae: 4 (3%)</i>	<i>Plantago australis</i>	
<i>Baccharis caespitosa</i>		<i>Plantago pygmaea</i>	
<i>Belloa piptolepis</i>		<i>Plantago tubulosa</i>	
<i>Bidens andicola</i>		<i>Plantago rigida</i>	
<i>Gnaphalium sp</i>	<i>Thelypteraceae: 1 (1%)</i>	<i>Thelypteris glanduloso lanosa</i>	
<i>Hypochoeris sessiliflora</i>	<i>Icmadophylaceae: 1 (1%)</i>	<i>Thamnia vermicularis</i>	
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	<i>Geraneaceae: 1 (1%)</i>	<i>Geranium sessiliflorum</i>	
<i>Hypseocharis bilobata</i>	<i>Valerianaceae: 1 (1%)</i>	<i>Valeriana officinalis</i>	
<i>Liabum bullatum</i>			

## 2.2 Colección de datos

La toma de datos de la vegetación de pastizal, para la estructura y composición florística de los pastizales, se realizó mediante la aplicación del método de transección al paso de Parker modificado, teniendo en cuenta la diferenciación de las formaciones vegetales de césped de puna y pajonales (Barrantes y Flores, 2013) y registrando la especie de la planta incluida, mantillo (materia orgánica que cubre el suelo), musgo, suelo desnudo y roca. A continuación, se zonificaron las formaciones vegetales y se realizaron 4000 registros en 40 puntos de muestreo, los cuales fueron ordenados en una matriz para la respectiva

identificación taxonómica y determinar riqueza, índice del valor de importancia, índice de Shannon-Wiener, índice de similitud de Jaccard (Magurran, 2004; Mirazadi et al., 2017).

## 2.3 Análisis estadístico

Los datos obtenidos de cada formación vegetal fueron ordenados en matrices utilizando el programa Excel y con el uso del Software PAST versión 3,20 se calcularon los índices alfa y beta, y el valor de importancia de las especies (Magurran, 2004; Janišová et al., 2014).

La riqueza del taxa fue sometido a un test de independencia de  $X^2$  con la cobertura del

suelo de las formaciones vegetales a un nivel de p-valor = 0,05. El dendrograma se realizó con el programa R studio, para identificar grupos similares de formaciones vegetales considerando el procedimiento jerárquico Ward. Asimismo, se analizó la influencia de las distintas especies sobre las formaciones vegetales mediante la técnica del Chi-Cuadrado con corrección de Yates, utilizando el programa SPSS versión 20.2.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Composición y estructura de las formaciones vegetales.

En las diversas formaciones vegetales evaluadas en 40 transectos se ha encontrado 103 especies de pastos naturales incluidas en 52 géneros y 22 familias (Tabla 1), de las cuales la Poaceae es la más abundante que presenta el 36% de las especies, seguido por la familia Asteraceae (24%), Apiaceae (5%), Rosaceae (4%), otras 4 familias con 3%, 5 familias con 2% y el resto con solo 1% del total de especies encontradas.

**Tabla 2**  
Número de especies por familia en las formaciones vegetales

Familias	Formaciones vegetales			
	P-Feri	P-Fedo	P-Camoe	CP
Poaceae	21	28	26	17
Rosaceae	2	2	2	2
Asteraceae	12	8	19	5
Apiaceae	2	3	4	2
Brassicaceae	1	1		
Cyperaceae	1	3	3	2
Juncaceae	3	1	1	1
Ephedraceae			1	
Rubiaceae		2	1	1
Gentianaceae	3	3	1	
Lycopodiaceae			1	
Fabaceae	1	2	2	
Polygonaceae	1	2	2	
Malvaceae			1	
Onagraceae			1	1
Ranunculaceae	1	1	1	
Caryophyllaceae	2			2
Plantaginaceae	2	4	3	1
Thelipteraceae			1	
lcmadophyllaceae		1	1	
Geraneaceae	2	1	1	1
Valerianaceae				1
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>12</b>

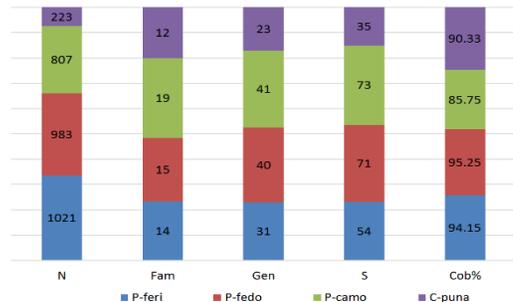
*Festuca rigida* (P-Feri), *Festuca dolichophylla* (P-Fedo) pajonal de *Calamagrostis amoena* (P-Camo) y césped de puna (C-puna)

La abundancia de especies de las familias Poaceae y Asteraceae encontradas en este estudio es respaldada por Caranqui et al. (2016) en Ecuador y Álvarez-Lopez et al. (2016) en México (Estrada et al., 2018) en Perú, quienes encontraron similares resultados en ecosistemas de latitudes y altitudes diversas. En caso de los andes centrales del Perú, en altitud mayor a 3800 msnm, mantiene su propia heterogeneidad de riqueza en cada formación vegetal (Zhou et al., 2014 y Veldhuis et al., 2016). La formación *Calamagrostis amoena* (P-camo)

se localiza en las partes intermedias y altas de los andes centrales y es menos densa que la de *Festuca dolichophylla* (P-fedo) que se localiza en las partes bajas de la cordillera, en suelos más profundos entre 15 y 35 cm y con mayor humedad, característica que ofrece mejor condición ambiental.

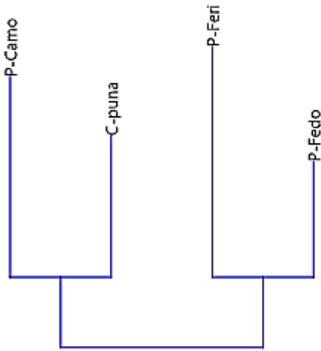
La familia Asteraceae es la segunda en abundancia, con la presencia de varias especies temporales de los géneros *Misbrookia*, *Senecio*, *Paranephelius* y *Taraxacum*. La familia Apiaceae está presente con especies perennes que se distribuyen en función a parámetros ecológicos (Ferriol y Merle, 2002), a la heterogeneidad ambiental y a los grandes cambios de topografía (Rashid et al., 2011) que caracterizan la subcuenca.

La Figura 2 muestra la distribución de las familias, géneros y especies incluidas en cada formación vegetal; de las cuales, los pajonales son las que presentan el mayor número de géneros y especies. Entre los pajonales, el P-camo tiene el mayor número de especies, a pesar de, que la cobertura vegetal es menor a las dos formaciones de pajonal (85,75%) frente a los de P-feri y P-fedo (94,15% y 95,25%, respectivamente). La formación C-puna tiene el menor número de géneros y especies a pesar de que la cobertura del suelo es de 90,33%. Estos comportamientos no han mostrado relación significativa con la cobertura del suelo de las formaciones vegetales a nivel de para p-valor = 0,05.



**Figura 2.** Distribución del número de individuos registrados, taxa y porcentaje de cobertura (especies + mantillo + musgo).

El número de familias observadas entre las cuatro formaciones vegetales variaron entre 12 y 18, de las cuales la familia Poaceae mostró mayor abundancia seguida por la familia Asteraceae. El mayor número de familias se encontraron en P-fedo y el mayor número de especies en P-camo. Además, se observó la presencia de familias con una sola especie, en los casos de: Brassicaceae, Ephedraceae, Lycopodiaceae y Malvaceae (Tabla 2). Las familias restantes presentaron entre 1 y 3 especies dependiendo de la formación vegetal.



**Figura 3.** Dendrograma de vecinos cercanos entre formaciones vegetales.

En la ordenación de las formaciones vegetales por vecinos más cercanos de acuerdo a la distancia euclidiana (Figura 3), resultó que el pajonal de *Calamagrostis amoena* y el Césped de puna son cercanos, igualmente, son cercanos los pajonales de *Festuca*, en ambos el acercamiento está determinado por las especies correspondientes a las familias Poaceae y Asteraceae.

La relación entre formación vegetal y especies resultó significativo a nivel de 95%, destacando la participación de *Calamagrostis vicunarum* y *Festuca rígida* con un 14,8% y 11,41%, respectivamente (Figura 4). A nivel de formaciones vegetales, P-feri estuvo caracterizado por la presencia de *Calamagrostis vicunarum* y *Festuca rígida* (7,88 % y 6,20%), P-fedora por la presencia de *C. vicunarum* y *F. dolichophylla* (4,78% y 4,65%), P-camo por la presencia de *C. amoena* (5,74%), y C-puna por la presencia de *Geranium sessiliflorum* (2,56%). Las especies nombradas son las que presentaron mayor número de individuos y como tal caracterizan a la formación vegetal.

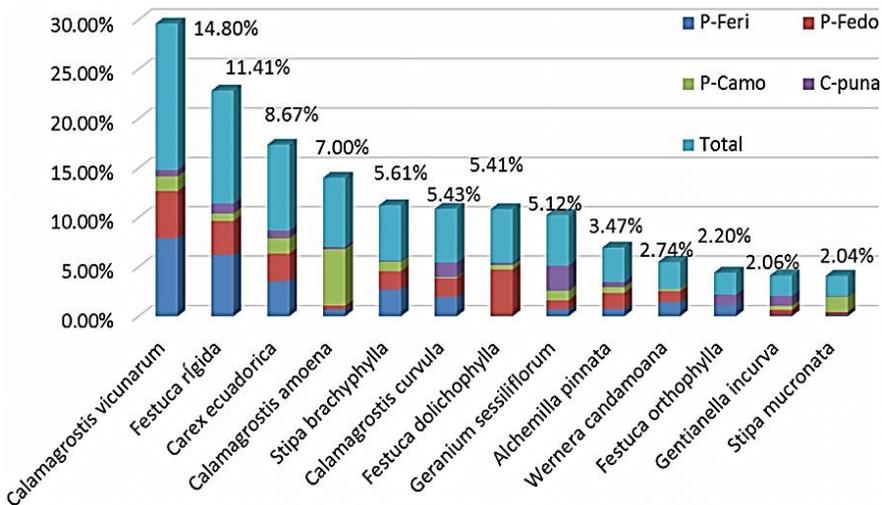
Todas las formaciones vegetales han mostrado al género *Calamagrostis* como la más abundante y con mayor valor de importancia (IVI), dado a su gran capacidad de asociarse con otras especies, a la forma de crecimiento semi-erecto y a la abundancia de macollos en cada planta (Fiallos et al., 2015). Estos resultados se muestran muy cercanos a lo reportado para los páramos de Ecuador por Caranqui et al. (2016).

**3.2 Diversidad florística**

El índice Shannon – Wiener (H') reveló que las formaciones vegetales P-Fedo y P-Camo tienen una diversidad alta de 3,12 a 3,41 respectivamente; mientras que las formaciones P-Feri y C-puna mostraron una diversidad media de 2,75 y 2,81, respectivamente.

Los índices de similaridad de Jaccard entre P-Feri y P-Fedo (ab), P-Feri y P-Camo (ac) presentaron índices altos entre 0,42 y 0,43. La relación P-Fedo y C-puna (bd), P-camo y C-puna (cd) presentaron índices medianos entre 0,30 y 0,36. Mientras que las formaciones P-Feri y C-puna (ad) y P-Fedo y P-Camo (bc) presentaron índices bajos entre 0,27 y 0,89 respectivamente.

El P-fedora y P-camo mostraron el índice de Shannon-Wiener (H') mayor a 3 que corresponde a un nivel alto, frente al P-feri y C-puna que mostraron una diversidad media. Estos resultados son cercanos a lo encontrado en los páramos por Caranqui et al. (2016), coincide con el valor de H' más alto en el caso de pastizales con mayor cobertura (Zheng et al., 2014). También es importante tener en cuenta la cercanía de P-feri con C-puna a pesar de tener localización espacial distinta.



**Figura 4.** Relación entre formación vegetal y especies.

Este hecho reafirma la teoría de que los ecosistemas de pastizal presentan diversidad heterogénea (Habel et al., 2013) con la presencia de especies diferentes entre ellas (Ferriol y Merle, 2002); esto indica que la localización de las parcelas evaluadas en cada formación vegetal, influye en el índice obtenido (Janišová et al., 2013).

Los índices de similitud de Jaccard que revela la tasa de cambio entre las formaciones vegetales (Ferriol y Merle, 2002) variaron entre 0,27 y 0,43. Los índices más altos se observaron entre los pares P-feri y P-camo (ac: 0,43), estas formaciones se encuentran en la parte media de la cordillera compartiendo la gradiente altitudinal, a diferencia de P-feri y P-fedo (ab: 0,42) son vecindarios en gradientes altitudinales más bajas.

Las formaciones P-fedo y P-camo (bc: 0,89) se presentan en áreas y gradientes altitudinales más separadas, lo que no les permite intercambiar suficientemente el banco de semillas. La formación C-puna muestra la similitud más baja con los pajonales. Esta formación vegetal se localiza en lugares más secos con exposición a fuertes corrientes de viento, lo que sugiere pensar en la relativa independencia del césped de puna frente a los pajonales.

De acuerdo al rango de valor del índice de Jaccard 0 – 1, todas las comparaciones se encuentran entre bajo y medio, lo que indica que la tasa de cambio de especies o la presencia común de algunas especies entre las formaciones vegetales no es muy apreciables, lo que demuestra la alta heterogeneidad entre las formaciones vegetales (Martin y Wilsey, 2015).

#### 4. Conclusiones

Los pastizales en los andes centrales del Perú presentan una alta riqueza con un índice de diversidad alfa de 0,43. Están compuestos en gran medida por Poaceas, Asteraceas y Apiaceas, que incluyen especies con mayor abundancia, en especial *C. vicunarum*, *C. amoena* y *C. curvula*.

La composición y estructura de las formaciones vegetales son heterogéneas. Sin embargo, el nivel de similitud media entre formaciones vegetales, sugieren que es más factible realizar procesos de mejoramiento entre espacios compartidos por pajonales de *Festuca* y *Calamagrostis* y con menor éxito en las formaciones vegetales de césped de puna.

#### Referencias bibliográficas

Álvarez-Lopezello, J.; Rivas-Manzano, I.V.; Aguilera-Gómez, L.I.; González-Ledesma, M. 2016. Diversidad

y estructura de un pastizal en El Cerrillo, Piedras Blancas, Estado de México, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 87(3): 980–989.

- Barrantes, C.A.; Flores, E. 2013. Estimando la disposición a pagar por la conservación de los pastizales alto andinos. Ecología Aplicada 12(1–2): 91.
- Caranqui, J.; Lozano, P.; Reyes, J. 2016. Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. Enfoque UTE 7(1): 33–45.
- Cimolai, C. 2015. Estados alternativos del pastizal de la Pampa Deprimida: efectos del pastoreo y las invasiones exóticas. Tesis de grado para Licenciado en Ciencias Ambientales, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. 42 pp.
- Divinsky, I.; Becker, N.; Bar, P. 2017. Ecosystem service tradeoff between grazing intensity and other services - A case study in Karei-Deshe experimental cattle range in northern Israel. Ecosystem Services 24: 16–27.
- Estrada, A., Cárdenas, J., Ñaupari, J., & Zapana, J. 2018. Capacidad de carga de pastos de puna húmeda en un contexto de cambio climático. Journal of High Andean Research 20(3): 301–314.
- Ferriol, M.M.; Merle, F.H. 2002. Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. Grupo Inter-gubernamental De Expertos Sobre El Cambio Climático 26(6): 236.
- Fiallos, L.; Herrera, R.S.; Velázquez, R. 2015. Flora diversity in the Ecuadorian Páramo grassland ecosystem Diversidad de la flora en el ecosistema de páramo ecuatoriano. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 49(3): 399-405.
- Habel, J.C.; Dengler, J.; Janišová, M.; Török, P.; Wellstein, C.; Wiek, M. 2013. European grassland ecosystems: Threatened hotspots of biodiversity. Biodiversity and Conservation 22(10): 2131–2138.
- Hautier, Y.; Tilman, D.; Isbell, F.; Seabloom, E.W.; Borer, E.T.; Reich, P.B. 2015. Anthropogenic environmental changes affect ecosystem stability via biodiversity Science 348(6232): 336–340.
- Hills, E. 2017. Estructura y composición florística de la vegetación en proceso de restauración en los Cerros Orientales de Bogotá (Colombia). Ecología 39(1): 124–139.
- Hofstede, R.; Calles, J.; López, V.; Polanco, R.; Torres, F.; Ulloa, J.; Cerra, M. 2014. Los páramos Andinos ¿Qué Sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo. UICN, Quito, Ecuador. 156 pp.
- Janišová, M.; Michalcová, D.; Bacaro, G.; Ghisla, A. 2013. Landscape effects on diversity of semi-natural grasslands. Agriculture, Ecosystems & Environment 182: 47–58.
- Jayakumar, S.; Kim, S.S.; Heo, J. 2011. Floristic inventory and diversity assessment - a critical review. Proceedings of the National Academy of Ecology and Environmental Sciences 1(3–4): 151–168.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity Ch4. Measuring Biological Diversity 256 pp.
- Martin, L.M.; Wilsey, B.J. 2015. Differences in beta diversity between exotic and native grasslands vary with scale along a latitudinal gradient. Ecology 96(4): 1042–1051.
- Mirzazadi, Z.; Pilehvar, B.; Abrari Vajari, K. 2017. Diversity indices or floristic quality index: Which one is more appropriate for comparison of forest integrity in different land uses? Biodiversity and Conservation 26(5): 1087–1101.
- Plieninger, T.; Huntsinger, L. 2018. Complex Rangeland Systems: Integrated Social-Ecological Approaches to Silvopastoralism. Rangeland Ecology and Management 71(5): 519–525.
- Rashid, A.; Swati, M.F.; Sher, H.; Al-Yemeni, M.N. 2011. Phytocological evaluation with detail floristic appraisal of the vegetation around Malam Jabba,

- Swat, Pakistan. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 1(6): 461–467.
- Riccioli, F.; Fratini, R.; Boncinelli, F.; El Asmar, T.; El Asmar, J.P.; Casini, L. 2016. Spatial analysis of selected biodiversity features in protected areas: A case study in Tuscany region. Land Use Policy 57: 540–554.
- Rozbrojová, Z.; Hájek, M.; Hájek, O. 2010. Vegetation diversity of mesic meadows and pastures in the West Carpathians. Preslia 82(3): 307–332.
- Tinoco-Ojanguren, C.; Díaz, A.; Martínez, J.; Molina-Freaner, F. 2013. Species diversity and regeneration of native species in *Pennisetum ciliare* (buffelgrass) pastures from the thornscrub of Sonora, México. Journal of Arid Environments 97: 26–37.
- Veldhuis, M.P.; Fakkert, H.F.; Berg, M.P.; Olf, H. 2016. Grassland structural heterogeneity in a savanna is driven more by productivity differences than by consumption differences between lawn and bunch grasses. Oecologia 182(3): 841–853.
- Wiesmair, M.; Otte, A.; Waldhardt, R. 2017. Relationships between plant diversity, vegetation cover, and site conditions: implications for grassland conservation in the Greater Caucasus. Biodiversity and Conservation 26(2): 273–291.
- Zheng, S.X.; Li, W.H.; Lan, Z.C.; Ren, H.Y.; Wang, K.B.; Bai, Y.F. 2014. Testing functional trait-based mechanisms underpinning plant responses to grazing and linkages to ecosystem functioning in grasslands. Biogeosciences discussions 11(9): 13157–13186.
- Zhou, W.; Gang, C.; Zhou, L.; Chen, Y.; Li, J.; Ju, W.; Odeh, I. 2014. Dynamic of grassland vegetation degradation and its quantitative assessment in the northwest china. Acta Oecologica 55: 86–96.