



Evaluación preliminar de soportabilidad y diversidad de praderas nativas de la comunidad de Challacollo, Llica Potosí

Genaro Condori Choque^{1*}, José Luis Quispe Huanca¹

¹Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Calle Santa Cruz No. 345, Oruro, Bolivia

*Autor para correspondencia: gencond@hotmail.com

Resumen

A objeto de determinar la soportabilidad y diversidad de especies de la pradera nativa de la Unidad Productiva de Conservación *in situ* de camélidos y pastos nativos de Llica – Potosí, se ha realizado la evaluación de parámetros de productividad y calculado los índices de diversidad en época seca y en dos zonas representativas de la comunidad de Challacollo. Los resultados muestran que la zona de planicie presentó una cobertura vegetal escasa (7%) con la especie *Lampaya medicinalis* presentando más individuos por unidad de superficie. En la zona de serranía la cobertura alcanzó un 11% y la especie que más individuos presentó por unidad de superficie fue *Parastrephia lucida*. Las especies que crecen en la planicie y serranía presentan rendimientos en materia seca 53 y 17 Kg MS·ha⁻¹·año⁻¹, respectivamente y soportabilidad de 0.08 y 0.02 ULL·ha⁻¹, respectivamente. De manera general estos resultados son bajos. De acuerdo al índice de dominancia de Simpson hallado en la planicie tiene predominancia las especies *L. medicinalis* y *P. lepidophylla* en cambio en la serranía predominan la *P. lucida* y *A. spinosissima*. El Índice de Shannon calculado para ambas zonas no presentó diferencias significativas (p<0.05) pero en ambos casos se obtuvo un valor bajo en comparación a sitios con alta diversidad. La distribución de las especies por zonas tampoco fue significativamente diferente.

Palabras clave: Praderas nativas, soportabilidad, índices de diversidad, especies.

Abstract

With the objective of determining the supportability and species diversity of native pastures of the *in situ* camelid and native pasture Conservation Productive Unit of Llica-Potosí, evaluation of productivity parameters and calculation of diversity indexes were performed in the dry season of two representative zones of the Challacollo community. The results for the flat zone show a scarce vegetation cover (7%) with more individuals per surface area of the species *Lampaya medicinalis*. In the zone of hills the vegetation cover reached 11% and the species with more individuals per surface area was *Parastrephia lucida*. The species that grow in the flat and hill zone presented yields in dry matter of 53 and 17 Kg DM·ha⁻¹·year⁻¹, respectively and supportability of 0.08 and 0.02 ULL·ha⁻¹, respectively. In general these are considered low values. According to the dominance Simpson Index found for the flat zone, the predominant species are *L. medicinalis* and *P. lepidophylla*, while in the hill zone *P. lucida* and *A. spinosissima* predominate. The Shannon index calculated for both zones did not present significant differences (p<0.05) but in both cases the values were low compared to those of zones with high diversity. The distribution of species for both zones was not significantly different either.

Keywords: Native pastures, supportability, diversity indexes, species.



Introducción

Bolivia es uno de los países con mayor diversidad biológica y ecoregional. Está situada entre los quince países más diversos del planeta, cuenta con 22 reservas ecológicas entre parques nacionales, reservas biológicas, áreas naturales y otros (Rodríguez, 2009), en las que se conservan especies vegetales de incalculable valor. Alrededor de 18 a 20 mil especies de plantas vasculares, se encuentran en territorio nacional, número cercano a aquellos valores que presentan los países considerados megadiversos. Muchas especies vegetales tienen su centro de diversidad en Bolivia, por ejemplo las familias *Cactaceae*, *Amaranthaceae* y *Bromeliaceae*. Es probable que de cada 5 especies 4 de ellas se encuentren restringidas al territorio boliviano por lo que se las considera endémicas (MDSP, 1997).

Toda esta riqueza natural está distribuida en un área que durante muchos años, ha sido manejada, habitada y protegida por pueblos indígenas y otras comunidades locales, quienes la han utilizado por su valor medicinal, cultural y económico. Esta diversidad biológica es el resultado de la compleja topografía del territorio y la posición en el continente donde convergen diversos climas lo que origina condiciones de transición de la flora y fauna. Así, hasta en lugares desérticos del altiplano boliviano con extrema variación térmica y altitudes que superan los 4.000 msnm. es posible encontrar organismos muy bien adaptados a estas condiciones.

Sin embargo esta biodiversidad enfrenta una serie de riesgos que ponen en peligro la continuidad de las especies y sus poblaciones. Entre éstos, destaca el impacto que las actividades humanas tienen en tres niveles: ecosistemas, especies y genes, que derivan de la sobre explotación, la destrucción y fragmentación del hábitat de estos organismos que son desplazados por actividades productivas, la introducción de especies exóticas, la contaminación y en algunos casos los desastres naturales.

Las extensas zonas áridas y semi áridas del occidente del país presentan un clima adverso a las actividades agrícolas y pecuarias. Sin embargo, acogen a especies finamente adaptadas a las condiciones imperantes del ecosistema. En estas ecoregiones se ha podido observar el desarrollo de especies que juegan un rol importante en la vida de los pobladores de manera directa e indirecta. Bajo estas condiciones, particularmente en la comunidad de Challacollo de la localidad de Llica-Potosí se desarrollan actividades ganaderas y agrícolas. Una de las más importantes es la producción de quinua, que se da desde la localidad de Salinas Garci Mendoza hasta Llica. En los últimos años la producción de quinua ha adquirido mucha importancia debido al precio que ha alcanzado valores inesperados, por un mercado que actualmente continúa en ascenso.

Las poblaciones rurales de la zona no escatiman esfuerzos para entrar en el negocio de la quinua y la realidad muestra que la única ruta para aumentar el volumen de producción de la quinua es la ampliación de la frontera agrícola sin medir las consecuencias que podrían acarrear estas acciones. La ampliación del espacio de siembra en la última década (1999-2009) ha resultado en un incremento de aprox. 17000 ha (Bedregal, 2012). La intervención en esta superficie tiene un efecto negativo directo sobre la flora y fauna. Principalmente, este monocultivo implica enormes cambios en las comunidades vegetales silvestres que conforman los pastos nativos, fuente principal de alimentación de la ganadería camélida, ya que los pastos nativos son volcados para convertirse en campos de cultivo para la quinua.

Es necesario establecer que la vegetación nativa silvestre que cubre el suelo para protegerlo de la erosión hídrica o eólica, cumple un rol fundamental para el equilibrio y conservación del ecosistema cuya diversidad depende de dos factores: el número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas (Orellana, 2009). El estudio de la cobertura vegetal en un ecosistema frágil como el del altiplano tiene por objeto la



conservación y mejoramiento de las coberturas vegetales en zonas áridas y semiáridas de nuestro país. Con esas consideraciones, el objetivo del presente estudio fue determinar la soportabilidad y diversidad de especies de las praderas nativas de la Unidad Productiva de Conservación (UPC) de camélidos y pastos nativos de la comunidad de Challacollo, Llica - Potosí.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en la Comunidad de Challacollo del Municipio de Llica del Departamento de Potosí. Por razones de representatividad climática se toma como referencia a los datos de clima de la estación meteorológica de SENAMHI de Uyuni, con un registro de 50 años, que determina una temperatura máxima extrema de 21.7°C, una mínima extrema de -8.9°C y una media de 8.3°C. El viento predominante es de Nor Oeste con una velocidad promedio de 16,66 Km·h⁻¹. El promedio de precipitación anual es de 187.1 mm, siendo la época más lluviosa la comprendida por los meses de Enero, Febrero y Marzo (Municipio de Llica, 2011).

Muestreo aleatorio estratificado

El muestreo para la evaluación de la pradera nativa se ha realizado en el mes de abril de 2013 bajo el método de muestreo aleatorio estratificado y dentro de cada subgrupo se realizó un muestro aleatorio simple el cual se ajusta a poblaciones vegetales que no cuentan con mucha información (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Para el caso de la comunidad de Challacollo se establecieron 2 zonas claramente diferenciados por la fisiografía y relieve. La zona 1 está localizada en una planicie horizontal de la comunidad con suelos arenosos, escasa vegetación natural y escasa afloración de rocas. Esta zona coincide con las coordenadas 19.771071 Lat. S y 68.361556 Long. Oeste y está a una altitud de 3690 msnm. La zona 2 está localizada en la

serranía de la comunidad, con afloraciones rocosas sobresalientes y una capa delgada de suelo con escasa vegetación natural y pendientes pronunciadas. Las coordenadas de referencia para esta zona son 19.774564 Lat. S y 68.372736 Long. Oeste, a una altitud aproximada de 3799 msnm.

Medición de cobertura

Este parámetro indica el tamaño y volumen ocupado o superficie de suelo cubierto por una especie o asociación vegetal. Es también la proyección vertical de la porción aérea de la planta sobre la superficie del suelo y se expresa en porcentaje de dicha proyección (Huss et al., 1986).

La cobertura es la fracción de la superficie cubierta por diferentes especies o el estrato en su conjunto de cada parcela. La cobertura de estratos leñosos es la sumatoria de la proyección horizontal de sus copas dividido entre el tamaño de la parcela. La mejor manera de determinar la superficie es dándole la forma de una elipse por tanto se mide el diámetro horizontal mayor y menor (Ojasti, 2000).

La cobertura absoluta se obtuvo mediante la ecuación 1 (Zarco et al., 2010).

$$\text{Cobertura absoluta} = \frac{\text{Área de cobertura de una especie}}{\text{Área muestreada}} \quad (1)$$

Medición de densidad

Este parámetro mide el número de individuos de una misma especie por unidad de superficie en una comunidad vegetal, es una expresión de abundancia o densidad de población (Huss et al., 1986). La medición de la densidad implica un recuento que expresa la cantidad de individuos promedio de las parcelas muestreadas que existen en la unidad de muestreo. La densidad se calculó según la ecuación 2 (Zarco et al., 2010).

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}} \quad (2)$$

Medición de peso

Esta medida tiene por objeto establecer la cantidad de forraje producido. Es importante porque permite hacer cálculos de capacidad de pastoreo ya que tiene una directa relación con la cantidad de animales que puede soportar un determinado pastizal. El peso del forraje producido se midió en kilogramos de materia seca (Kg MS) por unidad de superficie. Para esto las muestras colectadas fueron desecadas en un horno secador a 100°C (Huss et al., 1986).

La toma de muestras se realizó cortando la vegetación a la altura que muerde el ganado y se seleccionaron las partes vegetativas que son consumibles (brotes tiernos, hojas, flores y ramas tiernas). El tamaño de la unidad de muestreo para la colecta fue de 25 m².

Medición de la diversidad de especies

Actualmente existe la corriente en la que se postula que la diversidad de especies debe ser distinguida en al menos tres niveles: La diversidad local ó diversidad α , la diferenciación de la diversidad entre áreas o diversidad β y la diversidad regional o diversidad γ (Moreno, 2001). Sin embargo para el presente estudio se consideró una comparación de la diversidad α , pues se analizó la riqueza de especies de una comunidad determinada, considerada homogénea a un nivel local (unidad de comunidad).

La riqueza de especies proporciona una medida de la diversidad pues es necesaria la distinción entre riqueza numérica de especies y número de especies por área de muestreo. La medición de la riqueza específica ayuda a medir la biodiversidad ya que se basa en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia.

El índice de Margalef transforma el número de especies por muestra a una proporción en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra o bien mide la riqueza de especies de una comunidad vegetal (Magurran, 1989). Sin embargo, es prácticamente imposible enumerar

todas las especies de la comunidad y, como el número total de especies depende del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. En el presente estudio, la riqueza de especies (D_{Mg}) se calculó mediante el Índice de Margalef (Moreno, 2001) indicado en la ecuación 3. Un mayor valor de D_{Mg} indica una mayor riqueza de especies.

$$\text{Diversidad de especies } (D_{Mg}) = \frac{S-1}{\ln N} \quad (3)$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

El Índice de Simpson es una medida de la dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y reflejan más riqueza de especies. Es una medida que se refiere a la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en las unidades muestrales sean de la misma especie (Zarco, 2010). Este es un índice basado en parámetros inversos a los conceptos de equidad puesto que toma en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad y es uno de los parámetros que permite medir la riqueza de organismos. Ecológicamente, cuantifica la biodiversidad de un hábitat pues considera un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. (Pielou, 1969).

Este índice tiende a sobrevalorar las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies (cuanto más se acerque el valor al mínimo de 1, la diversidad disminuye y la dominancia aumenta). Si bien este índice depende de la cantidad de categorías que es posible reconocer, aporta con la idea de homogeneidad general partiendo de la base de que un sistema es más diverso cuando menos dominancia de especies hay, siendo la distribución más equitativa (Pielou, 1969). Se calculó el Índice de Simpson de acuerdo a la ecuación 4 (Lamprecht, 1990).



$$S = \sum p_i^2 \quad (4)$$

Donde:

S = dominancia

p_i = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al número total de individuos (N).

Por otra parte, el Índice de Shannon se basa en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema (Magurran, 2001). Contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice considera la asociación del factor p_i (proporción del número de individuos de la especie i con respecto al número total de individuos) a la probabilidad o incertidumbre de encontrar a la especie i en el área de muestreo, por tanto la diversidad de un ecosistema no solo depende del número de especies, sino también del número de individuos por especie. Es decir que en dos comunidades con un mismo número de especies, la que tiene un número similar de individuos en todas las especies será la comunidad más diversa que la que concentre el mayor número de individuos en unas pocas especies. Otra de las cualidades del índice de Shannon es que existe un valor máximo en la diversidad de los ecosistemas, que va en torno a 5.2. Este valor se presenta en un bosque tropical y los arrecifes coralinos. Los valores menores corresponden algunas zonas desérticas.

El índice de Shannon-Wiener (H) se calculó en base a la ecuación 5 (Mostacedo y Frederiksen 2000).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad (5)$$

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener

p_i = abundancia relativa

\ln = logaritmo natural

El Índice de Equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001). Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. Establece cuan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies, es decir la distribución de individuos entre especies (Newman, 2003; Clements y Newman, 2002). Cobra importancia cuando se requiere conocer el reparto de las especies en proporciones sin que influya el número de especies (Del Rio et al., 2003).

Para el cálculo de este índice se utilizó la ecuación 6 (Moreno, 2001).

$$E = \frac{H}{\ln S} \quad (6)$$

Donde:

E = equidad

H = diversidad

$\ln(S)$ = logaritmo natural del número total de especies existentes dentro la parcela

Se determinaron los índices de diversidad florística para cada una de las 6 parcelas. La comparación de medias entre zonas se realizó mediante la prueba t de Student.

Resultados y Discusión

De la evaluación realizada se determinaron, con carácter preliminar, los parámetros de cobertura, densidad de plantas y análisis de biomasa vegetal que se observan en el Cuadro 1.

Cobertura y densidad

De manera general la ecoregión donde se realizó el estudio se caracteriza por una escasa vegetación natural, puesto que pertenece al piso ecológico Altoandino árido a semiárido (Gobierno Municipal de Llica, 2011). En gran parte la zona presenta un desierto frío, con una cobertura vegetal muy pobre, con una superficie



Cuadro 1. Parámetros de evaluación de praderas nativas de la Zona 1 y 2 de la comunidad de Challacollo - Llica

Nombre común	Nombre científico	Zona 1		Zona 2	
		Cobertura (%)	Densidad (plantas·ha ⁻¹)	Cobertura (%)	Densidad (plantas·ha ⁻¹)
Lampaya	<i>Lampaya medicinalis</i>	3	5466	-	-
Supu tola	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	2	4666	-	-
Paja brava	<i>Festuca ortophylla</i>	1	400	-	-
Añahuaya	<i>Adesmia spinosissima</i>	1	533	2	1200
Tola Romero	<i>Parastrephia lucida</i>	-	-	5	3600
Ñakathola	<i>Baccharis incarum</i>	-	-	-	133
Tara tola	<i>Fabiana densa</i>	-	-	2	2266
Tara tanta	<i>Junellia seriphioides</i>	-	-	1	1333
Cactácea	<i>Opuntia soeherensi</i>	-	-	1	133
Total		7	11065	11	8665

de suelos con afloramientos rocosos o arenoso proveniente de las tobas volcánicas lo cual condiciona el desarrollo de las especies vegetales.

Los resultados indicaron que el porcentaje de cobertura total en la zona 1 representó el 7% lo cual significa prácticamente que se trata de suelo desnudo. Sin embargo, es la especie *Lampaya medicinalis* (Lampaya) la que tuvo mayor porcentaje de cobertura (3%), seguida por *Parastrephia lepidophylla* (Supu t'ola) con el 2%.

Respecto a la densidad también fue *L. medicinalis* la que más individuos presentó por superficie (5466 plantas·ha⁻¹), seguida por *P. lepidophylla* (4666 plantas·ha⁻¹). Estos valores son superiores a los reportados por Alzerreca et al. (2002) que indican valores de 3546 plantas·ha⁻¹ para una pradera de *P. lepidophylla* y 4390 plantas·ha⁻¹ para *L. medicinalis*. Asimismo, se observaron individuos de la especie *Festuca ortophylla* y *Adesmia spinosissima* a menor densidad y por tanto menor cobertura. Con estas características esta pradera puede ser considerada como lampayar – t'olar.

El porcentaje de cobertura total en la zona 2 representó el 11%. Considerando que la zona se encuentra en una serranía, presenta mayor cobertura que la Zona 1 ya que el 89% de la superficie es roca desnuda. La especie con

mayor cobertura fue *Parastrephia lucida* (T'ola romero) con 5%, seguida de *A. spinosissima* y *Fabiana densa* (Tara t'ola), ambas con 2% de cobertura.

La zona 2 presentó mayor número de especies (6 especies) reflejado en la densidad de las especies. La especie que más individuos presenta por superficie estudiada es *P. lucida* con 3600 plantas·ha⁻¹, seguida por *F. densa* con 2266 plantas·ha⁻¹. Ambos valores son superiores al reporte de Alzerreca et al. (2002) que indica valores de 1755 y 3497 plantas·ha⁻¹ para *P. lucida* y *F. densa*, respectivamente. Con densidades más bajas se encuentra la especie *Junellia seriphioides* (Taratanta) con 1333 plantas·ha⁻¹ y *A. spinosissima* con 1200 plantas·ha⁻¹.

Peso

Los resultados presentados en el Cuadro 2, muestran que para el mes de abril (inicio de la época seca) la zona 1 presenta un rendimiento de 53 Kg MS·ha⁻¹·año⁻¹. Esto permite una capacidad de carga de 0.08 Unidades de Llama por hectárea por año (ULL·ha⁻¹·año⁻¹). Cabe señalar que se ha considerado un peso vivo promedio de animal de 70 Kg. En la zona 2, si bien existe una mayor diversidad de especies, su rendimiento alcanza los 17 Kg MS·ha⁻¹·año⁻¹, lo cual permite una capacidad de carga de 0.02 ULL·ha⁻¹·año⁻¹. Los datos anteriores permiten calcular la sopor-

Cuadro 2. Rendimiento y capacidad de acogida de las praderas nativas de las zonas de la comunidad de Challacollo-Llica, Potosí

Zona	Tipo de pradera	Media de Rendimiento (Kg MS)	Rendimiento (Kg MS·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Capacidad de carga (ULL·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Soportabilidad 1ULL (ha)
1	Lampayar-T'olar	44.12	53.00	0.08	12.10
2	T'olar-Romeral	19.86	17.00	0.02	43.87

tabilidad de este tipo de praderas para 1 ULL. En la zona 1 la soportabilidad alcanza un valor de 12.1 ha para acoger a 1 ULL y en la zona 2, una superficie de 43.8 ha puede acoger a 1 ULL por año en esta época del año.

Al realizar la comparación de medias entre las zonas 1 y 2 se evidenció que no existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) para el peso de materia seca.

Estos valores son inferiores a los valores para un t'olar compuesto por *P. lepidophylla* y *Baccharis incarum* (313 Kg MS·ha⁻¹) reportados por Alzerraca et al. (2002), aunque esta diferencia se puede atribuir a diferencias en la época de muestreo.

Riqueza específica según el Índice de Margalef

Los valores de riqueza específica calculado por el Índice de Margalef consideran el número de especies por zona. De los resultados del Cuadro 2, la zona 2 fue la que presentó mayor riqueza de especies (1.11) en comparación a la zona 1 con un valor de 0.67, de manera general estos valores están debajo de los valores de referencia establecidos por el índice de Margalef que indica valores inferiores a 2 son considerados como zonas de baja riqueza específica y valores iguales o cercanos a 5 como de alta riqueza de acuerdo a Orellana (2009), por tanto ambas zonas son pobres en diversidad de especies.

Cuadro 3. Índice de Margalef según zona

Zona	Número de especies	D _{Mg}
1	4	0.67
2	6	1.11

Dominancia de especies según el índice de Simpson

En la Figura 1 se observan los resultados obtenidos respecto al Índice de Simpson para cada especie de la zona 1. En esta zona existe el predominio, en las parcelas 2 y 3, de la especie *L. medicinalis*, mientras que en la parcela 1 domina *P. lepidophylla*. En general en la zona 1 prevalecen estas dos especies.

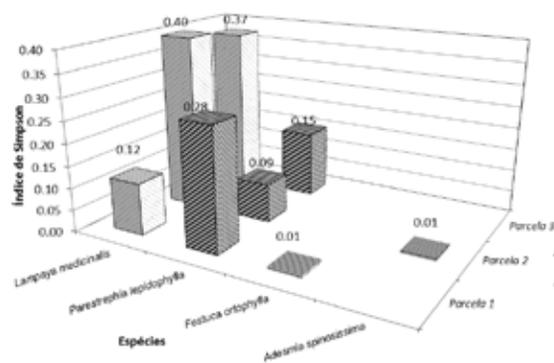


Figura 1. Valores del Índice de Simpson obtenidos de cada especie, por parcela de muestreo en la Zona 1.

Los resultados obtenidos para la zona 2 se muestran en la figura 2. Se observa un predominio en la parcela 1 de la especie *P. lucida*, mientras que en la parcela 2 existió un predominio de la especie *A. spinosissima*. Sin embargo, esta especie está distribuida más equitativamente en las tres parcelas.



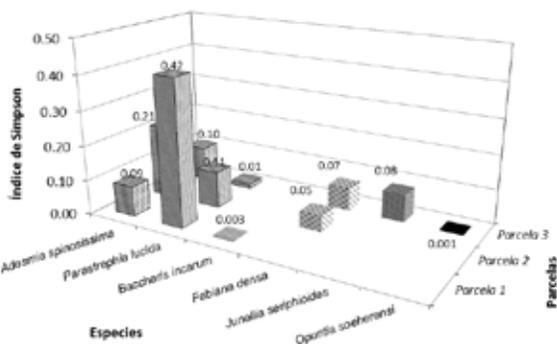


Figura 2. Valores del Índice de Simpson obtenidos de cada especie, por parcela de muestreo en la Zona 2.

En el Cuadro 2 se observa el análisis de dominancia de cada parcela de muestreo, según los valores obtenidos para el Índice de Simpson. La parcela 3 de la Zona 1 presenta una diversidad de especies comparativamente baja mientras que la parcela 6 de la Zona 2 presenta mayor diversidad de especies.

Cuadro 2. Índice de Simpson por zona y por parcelas

	Parcelas					
	Zona 1			Zona 2		
	1	2	3	4	5	6
P_i^2	0.403	0.490	0.525	0.509	0.363	0.260

Diversidad de especies según el Índice de Shannon

Los resultados del Índice de Shannon por parcela se muestran en la Figura 3. La parcela 6 presenta una mayor diversidad que las demás ($H=1.42$) y la parcela 3 es la que presenta menor diversidad ($H=0.67$). Considerando que el índice (H) tiene como característica un valor de 5 para una alta diversidad y 1 para baja diversidad, se puede inferir que todas las parcelas presentan una baja diversidad de especies.

En la Figura 4 se muestran los valores del Índice de Shannon por zonas. Los valores muestran que la zona 2, localizada en las serranías de la comunidad de Challacollo, presenta mayor

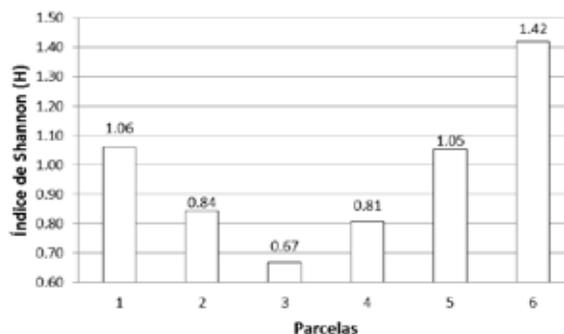


Figura 3. Valores obtenidos para el Índice de Shannon por parcelas de muestreo.

diversidad respecto a la zona 1, localizada en la planicie de la comunidad. Sin embargo no existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre estos valores. Asimismo, como ya se mencionó anteriormente, ambas zonas presentan una baja diversidad de especies.

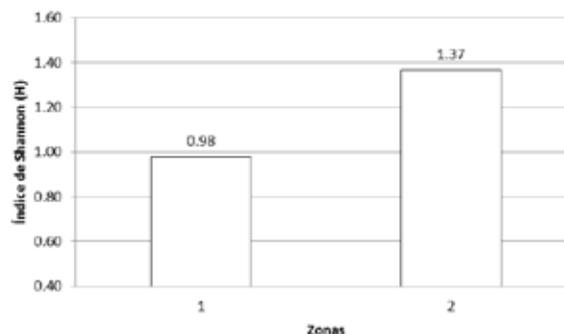


Figura 4. Valores obtenidos para el Índice de Shannon por zonas.

Equidad según el índice de Shannon

Los valores de equidad obtenidos para las parcelas de muestreo se observan en la Figura 5. Las parcelas 3 y 5 presentan una mayor uniformidad de distribución de especies respecto a las demás parcelas. La parcela 4 presenta un menor valor de índice de equidad (0.74) lo que implica que en esta parcela existe una uniformidad relativamente baja. En este caso particular, la especie *Baccharis incarum* (Ñaka thola) estuvo representada por un solo individuo mientras que *P. lucida* y *A. spinosissima* estuvieron representadas por 11 y 5 individuos, respectivamente.

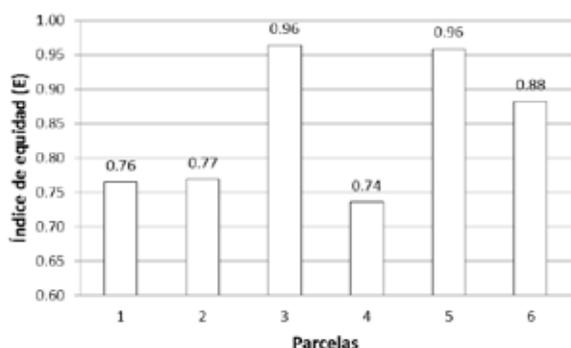


Figura 5. Valores del Índice de Equidad por parcelas de muestreo.

En la Figura 6 se muestran los valores del Índice de Equidad por zonas y se observa que la zona 2 presenta un valor mayor para este índice. Sin embargo, las diferencias no son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

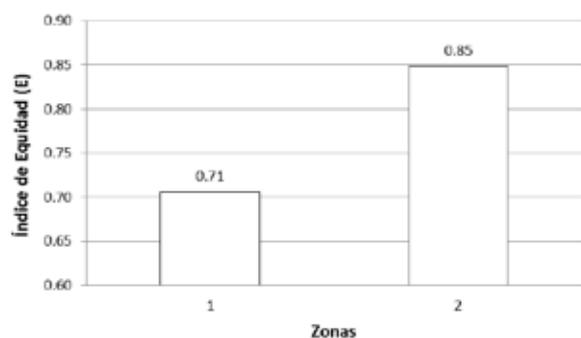


Figura 6. Valores del Índice de Equidad por zonas.

Los parámetros calculados demuestran que las zonas estudiadas de la comunidad de Challacollo presentan indicadores con valores bajos en cuanto a cobertura, densidad y peso de biomasa vegetal producida, probablemente debido a la época de muestreo y por las condiciones de un ecosistema semiárido-árido.

Las especies adaptadas mediante ecotipos a condiciones de altura con cierto grado de prosperidad son la *L. medicinalis* y *P. lepidophylla* para la zona de planicie y *P. lucida* y *F. densa* para las serranías.

Se ha establecido la predominancia de las especies *L. medicinalis* y *P. lepidophylla* en planicie, mientras que en la serranía tiene hegemonía la especie *P. lucida*, y con menor índice de dominancia pero distribuida en todas las parcelas *A. spinosissima*.

Se ha verificado que ambas zonas presentan una baja diversidad de especies y rendimiento de biomasa vegetal pobre. Este aspecto tendrá consecuencias a futuro para la conservación de estas pasturas nativas así como para su utilización en la conservación de camélidos sudamericanos.

Referencias

1. Alzerreca A., Laura, H., Prieto, G., Céspedes, J., Calle, P., Vargas, A., Cardozo, A. 2002. Estudio de la tola y su capacidad de soporte para ovinos y camélidos en el ámbito boliviano del sistema T.D.P.S. Informe final. ALT – PNUD. AIGACAA. La Paz, Bolivia.
2. Bedregal, F.C.G. 2012. Rendimientos decrecientes de la tierra y la producción de quinua en Bolivia. Facultad de Ciencias Económicas y Financieras. UMSA. Tesis de grado Lic. La Paz, Bolivia.
3. Del Rio, M., Montes, F., Cañellas, I., Montero, G. 2003. Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. Investigación Agraria. Sistema de Recursos Forestales. CIFOR-INIA. Madrid, España.
4. Huss, D.L., Bernardon A., Anderson, D.,L. y Brun, J.M. 1986. Principios de manejo de praderas naturales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires, Argentina
5. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. 1997. Implementación del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Primer Informe Nacional de Bolivia. MDSP-DGB. La Paz, Bolivia.



6. Mostacedo, B., Fredericksen, T. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). USAID, PL-480, MDSP. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
7. Montani, T. Busso, C. 2004. Métodos de estudio de la vegetación. Guía de trabajos prácticos de ecología. Departamento de Agronomía. Buenos Aires, Argentina.
8. Ojasti, J. 2000 Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Zoología Tropical de la Universidad Central de Venezuela, Smithsonian Institution, Biocentro, UNESCO, WWF. Caracas, Venezuela.
9. Municipio de Llica. Plan de Desarrollo Municipal Provincia D. Campos, Primera Sección Llica. 2011. Municipio de Llica. MEDICUS MUNDI. Potosí, Bolivia.
10. Lamprecht, H. 1962. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. Acta Científica Venezolana. 2(13): 57-65.
11. Newman, M.C., Unger, M.A. 2003. Fundamentals of ecotoxicology. CRC press.
12. Clements, W.H., Newman, M.C. 2003. Community ecotoxicology. Wiley.
13. Pielou, E. C. 1969. An introduction to mathematical ecology.
14. Rodríguez, G.A. 2009. Biodiversidad de Bolivia. Publicación del Instituto Boliviano de Comercio Exterior N°177. IBCE. Santa Cruz, Bolivia.
15. Zarco, E.V.M., Valdez, H.J.I., Pérez, G., Castillo, A. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. Universidad y Ciencia del Trópico Húmedo, Programa Forestal Colegio de Postgraduados. División Académica de Ciencias Biológicas. Texcoco, México.