Evaluación preliminar del estado de regeneración natural de una pradera nativa tipo Lampayar-T'olar de Challacollo, Llica-Potosí

Genaro Condori Choque[1]

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

e-mail: gencond@hotmail.com

Resumen

A objeto de evaluar el estado actual de regeneración natural de brinzales en una pradera nativa tipo lampayar – tolar intervenida con actividades de pastoreo, se ha establecido un claustro de recuperación de pastos nativos en la comunidad de Challacollo, Llica – Potosí. El análisis estadístico ha sido realizado por el modelo experimental de diseño completamente al azar con comparación de medias de Tukey. Los resultados señalan que el promedio de altura de los brinzales de *P. quadrangularis* al cabo de un año presentaron un crecimiento promedio de 3.15 cm ($P<0.05$). De acuerdo al ajuste curvas de crecimiento se determina que las dos especies dominantes (*Lampaya castellani* y *Parastrephia quadrangularis*) se encuentran en la fase de crecimiento logarítmico. El incremento de la densidad de especies de la familia poaceae (*Nassella sp y Festuca sp*) que reaparecen en la última evaluación llevan al detrimento de la *P. quadrangularis* y no así de la *L. Castellani* que tiene una mayor tasa de regeneración y sobrevivencia. La sucesión secundaria con especies de la familia poaceae relega también a la *A. spinosissima* disminuyendo su densidad. El índice de Shannon en general infiere una baja diversidad de especies vegetales propio de lugares áridos y semiáridos, sin embargo el valor del índice aumenta en la última evaluación. El índice de equidad señala que al inicio de las evaluaciones las especies presentan una distribución más equitativa que al final de la evaluación.

Palabras claves: Regeneración, praderas, brinzales, diversidad y t'olas.

Introducción

En la región intersalar entre los departamentos de Oruro y Potosí se desarrollan actividades agropecuarias como la producción de quinua y la crianza de ganado camélido (llamas). Sin embargo los ecosistemas del altiplano xerofítico boliviano son de los más frágiles que cualquier intervención humana puede repercutir y ocasionar efectos negativos en la zona empezando por los suelos, flora y fauna.

La degradación de las coberturas vegetales por actividades antrópicas (ganadería y extracción de la t'ola y yareta), es una causa fundamental para el deterioro de los suelos y el medio ambiente en general, la extracción de t'ola para su uso como leña en hogares, panaderías, ladrilleras y yeseras hacen que anualmente se deforesten alrededor de 1.600 Km^2 (Orsag 2009). Por otro lado en los últimos años se ha registrado un incremento en la demanda de quinua por parte del mercado internacional, con la consecuente repercusión en la ampliación de la frontera agrícola y en el deterioro de los recursos naturales que trae como riesgo inminente la desertificación de es-

tas regiones (Orsag *et al*, 2013). Este incremento de la frontera agrícola alcanza en un periodo de 33 años a partir de 1975 de 19.240 a 45.454 has (Medrano *et al*, 2011) y hasta el año 2013 alcanza los 131.192 has (Escobar 2014), lo cual significa más de 580%.

Este es un hecho de por si negativo para el medio ambiente por cuanto crece la necesidad de tierras aptas para el monocultivo y no solo se amplía la frontera agrícola sino también se recurre a la reducción de los periodos de descanso de los suelos, que según Orsag (2009) no favorecen a la recuperación o mantenimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y por tanto no ayudan a recuperar la fertilidad. Y tiene efectos negativos en el mantenimiento de la diversidad y la riqueza florística de una zona (Ortuño *et al*, 2006) además conduce a la reducción de la resiliencia de las condiciones naturales favorables (Medrano *et al*, 2011).

Todos los factores señalados crean la necesidad de realizar estudios respecto a la capacidad de regeneración natural de estos suelos y ecosistemas, motivo por el cual en la comunidad de Challacollo, Llica – Potosí, se ha estudiado una pradera nativa aun no impactada por el monocultivo sin embargo ha sido perturbada por la actividad ganadera que conlleva la modificación de la vegetación natural. Por tanto el presente estudio tiene por objeto evaluar el estado actual de regeneración natural de brinzales en una pradera nativa tipo lampayar – tolar intervenida con actividades de pastoreo en la comunidad de Challacollo de Llica – Potosí.

Materiales y métodos

Localización

El presente estudio se ha realizado en la Unidad Productiva de Conservación (UPC) de pastos nativos y camélidos de la comunidad de Challacollo, Llica – Potosí que el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) a través de la Dirección Nacional de Investigación y la Unidad de Recursos Genéticos ha implementado en esta comunidad. La comunidad de Challacollo se localiza en la Provincia biogeográfica Puneña – xerofítica del altiplano en el sector del intersalar de Uyuni (Navarro y Ferreira 2009). Las características climáticas y altitud de la UPC se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características climáticas y altitud de las zonas de recolección de muestras

Comunidad	Municipio y Departamento	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m.)	Temperatura media (°C)	Precipitación media (mm)
		Latitud sur	Longitud oeste			
Challacollo	Llica – Potosí	19°46’14.02”	68° 21’40.29”	3693	8.8*	135.9*

* SENAMHI Est. Llica (1993-1998)

Metodología

La evaluación contempla el establecimiento de la sucesión secundaria de la vegetación natural, para ello se ha establecido en la UPC un claustro de recuperación de praderas con una dimensión de 1 ha, el cual ha sido cercada con callapos y alambre liso galvanizado a fin de evitar el pastoreo de las llamas, al interior del cerco se ha establecido 4 parcelas de muestreo cada una de 170

m^2 de superficie. Se ha realizado la evaluación de brinzales de todas las especies que emergieron y están presentes en la parcela.

La evaluación se ha realizado en 3 ocasiones (24/4/2014, 22/7/2014 y 22/7/2015) la primera en época después de lluvias y la segunda y tercera en época seca. La evaluación se realizó por el método de transecto en banda, que consiste en una tira de terreno y de acuerdo a las especies a muestrear se considera el ancho de la banda; en este caso se estableció un ancho de 30 cm a cada lado de la línea central. Según Bennet y Humprhies (1981) citado por Vásquez (2008), este método posee la ventaja de abarcar una mayor longitud en el terreno y el tamaño de las tiras permite una rápida evaluación, abarcando una mayor longitud total en comparación a las parcelas, este método de muestreo es el más idóneo para la evaluación de comunidades vegetales de tipo herbáceo con una gran cantidad de individuos dispersos en un área de terreno.

Variables analizadas

Se han colectado los datos de todos los brinzales de las especies encontradas dentro de las parcelas de muestreo, sin embargo se ha realizado el análisis de varianza de la variable altura en las dos especies dominantes de la pradera nativa *Parastrephia quadrangularis* y *Lampaya castellani.* La variable densidad (Nº de plantas/ha) se ha analizado para todas las especies que ocupan los espacios muestreados.

Análisis estadístico y determinación de índices

Para el análisis estadístico se ha empleado el modelo experimental de diseño completamente al azar en el cual la variable época de evaluación es considerado como tratamiento con comparación de medias de Tukey.

Para determinar la diversidad de las parcelas en diferentes periodos de tiempo se han calculado el índice de diversidad de Shannon (H) e índice de Equidad (E).

Resultados y discusión

El análisis de varianza para la variable altura de brinzales se ha realizado solo para las dos especies dominantes de la pradera tipo lampayar –t'olar las cuales son: *P. quadrangularis* y *L. castellani,* los resultados se describen a continuación.

El promedio de altura de los brinzales de *P. quadrangularis* de acuerdo al Cuadro 2 demuestra que entre el primer y segundo periodo de evaluación no existen diferencias significativas, en cambio al cabo de 1 año existe un crecimiento de 3.15 cm de diferencia respecto al 2do periodo ($P<0.05$). Asumiendo que una planta adulta en esta zona alcanza una altura promedio de 20 cm el valor hallado corresponde al 15,7% al primer año, este promedio es similar a 14% de crecimiento anual reportado por Chura (2008) y 15% según el reporte de Alzerreca *et al*, (2002), para la especie del mismo género *Parastrephia lepidophylla.*

Para la especie *L. castellani* existe una diferencia constante entre las épocas de evaluación así la diferencia entre el 1er periodo y el 2do es de 1.62 cm y entre el 2do y 3er periodo es de 2.07cm.

Cuadro 2. Altura de plantas de las especies evaluadas en diferentes épocas (en cm)

Época	Media	
	P. quadrangularis	***L. castellani***
1	4.86 b	7.23 c
2	5.23 b	8.85 b
3	8.38 a	10.92 a

Letras diferentes para una especie indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

Según Steward (1969) citado por Barrera *et al*, 2010, el crecimiento de un organismo se describe por medio de la curva sigmoidea en la cual se observan tres fases: i) Fase de retardación ii) Fase logarítmica y iii) Fase de envejecimiento o senescencia, el mismo depende de las condiciones ambientales y especie. Con los datos obtenidos se ha realizado el ajuste de curva de crecimiento para las dos especies consideradas dominantes en la pradera natural en estudio.

Si la altura de una planta adulta de *P. quadrangularis* alcanza un promedio de 20 cm según Alzerraca *et al*, (2002) y Condori (2014) entonces es posible ajustar la curva de crecimiento y proyectarla de acuerdo a la forma sigmoidal que adquiere la misma (Figura 1). Para la *L. castellani* se considera un tamaño de altura de planta adulta de 33 cm según Alzerraca *et al,* (2002). En la Figura 1. Se observa que los brinzales de *P. quadrangularis* se encuentran en una fase de crecimiento logarítmico al igual que la *L. castellani*. Por otro lado existe la creencia generalizada de que la tola es de crecimiento muy lento según los anteriores autores, por tanto la *P. quadrangularis* alcanzaría su fase adulta, que es igual a una planta completamente ramificada, aproximadamente a los 42 meses (3.5 años) desde que se establece como brinzal y en el caso de la lampaya a los 51 meses (4.2 años), en base a la proyección realizada.

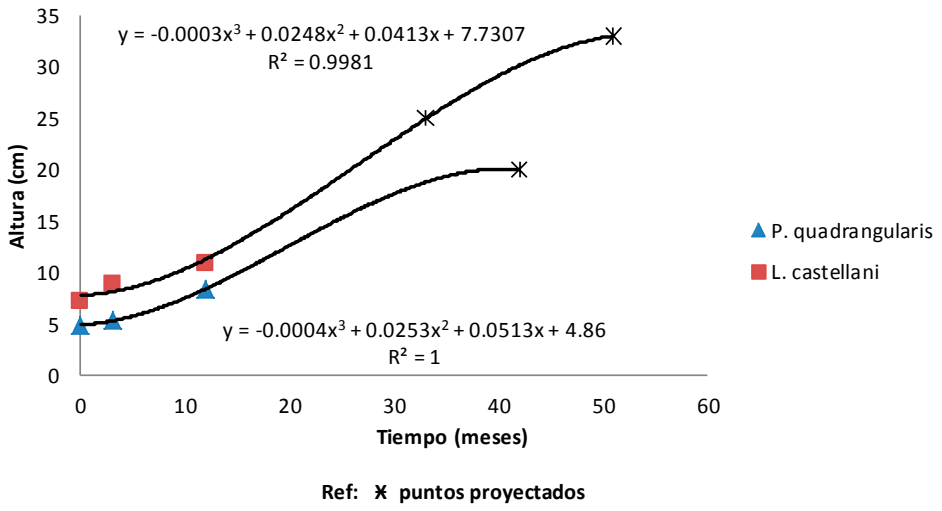

Figura 1. Curva de crecimiento real y proyectado de *P. quadrangularis* y *L. castellani*

Según Mostacedo y Fredericksen (2000) la densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas. La densidad (D) es el número de individuos (N) en un área (A) determinada (D = N/A). En el presente estudio brinzales de las especies *P. quadrangularis* se presentan con una densidad promedio de 1610 plantas/ha, en la primera evaluación y representa el 32% posteriormente al cabo de un año esta especie representa el 17% (Figura 2), la *L. castellani* presenta una densidad promedio de 3594 plantas/ha que representa el 52% y 51 % en la primera y última evaluación respectivamente. La especie *A. spinosissima* presenta un promedio general de 569 plantas / ha y en la primera evaluación presenta un 14% y en la última se reduce a un 5% (Figura 2). Cabe señalar que en la segunda evaluación reaparece la especie *Chuquiraga atacamensis* que persiste hasta la última evaluación.

Debido al claustro de recuperación de praderas en la última fase de evaluación reaparecen dos especies de la familia poaceae la *Nassella sp* con un 20% y *Festuca sp* con un 4% (Figura 2). Estos resultados tienen cierta concordancia con Ortuño *et al*, (2006) quien indica una tendencia a un mayor número de hierbas y gramíneas anuales en los primeros años de la sucesión que luego van disminuyendo a lo largo del tiempo, para parcelas en descanso de la comunidad Patarani del altiplano central.

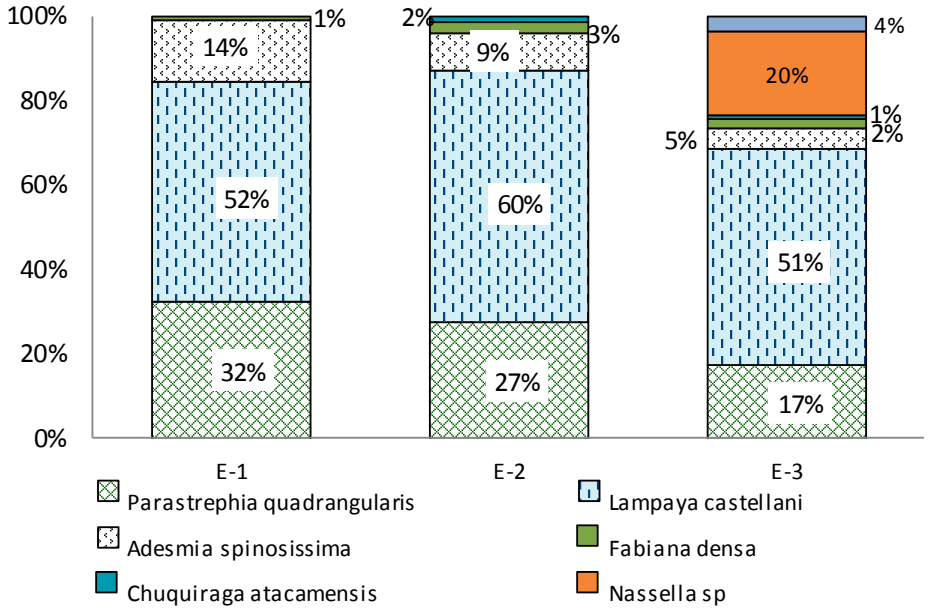

Figura 2. Relaciones porcentuales de especies vegetales nativas en tres periodos de evaluación

La diversidad de especies según el índice de Shannon -Weaver contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de estas especies. En el Cuadro 3 se presenta el índice de Shannon para las tres evaluaciones realizadas, en el que se observa de manera general que tienen una diversidad baja, considerando que el índice (H) presenta un valor de 5 para una alta diversidad y 1 para baja diversidad. Sin embargo se distingue un incremento para la última evaluación cuyo valor es 1,35 el mismo que es inferior, comparado con el reporte de Muñoz y Bonacic (2006) que presentan un

rango de 1,8 a 2,1 para un t'olar o estepa arbustiva pre-altiplánica de la comuna de Putre – Chile. Y comparado con una pradera nativa de Lampayar - t'olar (dominancia de *L. castellani* y *P. quadrangularis*), también resulta inferior a un índice de 1,5 (Alzerreca *et al*, 2002). Las diferencias se deben a la condición de los zonas estudiadas que en el caso de Putre son zonas sin intervención antrópica y en tanto que el Lampayar - t'olar son zonas intervenidas con pastoreo muy ocasional.

Por otro lado el índice de equidad mide si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia o bien cuan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003 citado por Orellana 2009). Según Del Rio *et al* (2003) cobra importancia cuando se requiere conocer el reparto de las especies en proporciones sin que influya el número de especies. Es una relación entre la diversidad observada y el máximo valor de diversidad esperada tiene un rango de variación de "0" valor que toma cuando todos los individuos pertenecen al mismo grupo, y 1, si los individuos se reparten homogéneamente en los distintos grupos ó todas las especies presentan la misma abundancia.

El valor del índice de equidad del primer periodo (E=0.74), significa una mayor uniformidad de distribución de especies respecto a los otros periodos de evaluación, sin embargo es un valor moderado respecto a una escala de 0 a1.

Cuadro 3. Diversidad y equidad de especies en diferentes momentos de evaluación

Periodo	Índice de Shannon	Indice de equidad
1	1.03	0.746
2	0.97	0.604
3	1.35	0.694

Conclusión

- El desarrollo de brinzales de las principales especies dominantes de la pradera nativa lampayar – tolar (*L. castellani* y *P. quadrnagularis*) tienen un crecimiento lento sin embargo relacionado a la curva de crecimiento al primer año se encuentran en la fase de crecimiento logarítmico, es decir en el periodo de mayor incremento en condiciones naturales.

- Según el análisis de la densidad de brinzales de todas las especies inventariadas, el incremento de la densidad de especies de la familia poaceae (*Nassella sp y Festuca sp)* que reaparecen en la última evaluación van en detrimento de una de las especies dominantes de la pradera nativa (*P. quadrangularis*) lo cual no sucede con la *L. castellani* que mantiene su porcentaje desde el inicio hasta la última evaluación debido a una mayor tasa de reproducción y sobrevivencia por parte de los brinzales de *L. castellani.*

- La sucesión secundaria con especies de la familia poaceae (*Nassella sp y Festuca sp*) relega también a la *A. spinosissima* que disminuye su densidad en relación porcentual en la última evaluación.

- El índice de Shannon – Weaver muestra que la región donde se localiza la comunidad

de Challacollo presenta bajos índices de diversidad vegetal nativa incluso más bajos que zonas áridas y semiáridas colindantes, sin embargo debido al enclaustramiento de áreas se constata que reaparecen nuevas especies por tanto existe un incremento en la riqueza de especies y aumenta el índice de Shannon.

- La selección en el pastoreo del ganado ocasiona que exista una distribución más o menos uniforme de especies al inicio de la evaluación y al final de la evaluación se crea mayores deferencias entre la abundancia de una determinada especie respecto a otras, según los índices de equidad hallados.

Referencias citadas

Alzerreca A.H., Laura J. Prieto G. C., Céspedes J. E., Calle M. P., Vargas A., Cardozo, G. A. y Zarate, V. 2002. Estudio de la tola y su capacidad de soporte para ovinos y camélidos en el ámbito boliviano del sistema T.D.P.S. (Subcontrato 21.07), Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). AIGACAA. La Paz, Bolivia.

Barrera, J., Suárez, D. y Melgarejo, L.M. 2010. Análisis de crecimiento en plantas. *In* Experimentos en fisiología vegetal. Primera edición, Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Ed. Goth´s Imágenes. Bogotá, Colombia.

Condori, G. y Quispe, J.L. 2013. Evaluación preliminar de soportabilidad y diversidad de praderas nativas de la comunidad de Challacollo, Llica Potosí. In Conservación y manejo de recursos genéticos para la seguridad y soberanía alimentaria den Bolivia. Revista científica de investigación Año 1, Nº 2. Vol. 1.Instituo Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. La Paz, Bolivia.

Del Rio, M., Montes, F., Cañellas, I. y Montero, G. (2003). Revisión: Indices de diversidad structural en masas forestales. Investigación Agraria. Sistema de Recursos Forestales. CIFOR-INIA. Madrid España.

Escobar L. 2014. La superficie cultivada del país creció en 40% en un año. Página siete 24 de diciembre 2014. La Paz, Bolivia.
http://www.paginasiete.bo/economia/2014/12/24/superficie-cultivada-pais-crecio-42169.html

Giovana Chura, J.G. 2008. Manejo y conservación de tholares para el incremento de ingresos de los comunarios de Laca Laca Quita Quita – Municipio de Corque. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Oruro, Facultad de Ciencias Económicas Financieras y Administrativas. Oruro, Bolivia.

Medrano A.M., Torrico JC y Fortanelli J. 2011. Sustentability analysis of Quinoa production (Chenopodium quinoa Willd.) in the Bolivian intersalar. Ciencia agro Journal de ciencia y tecnología agraria Vol 2 Nº2. San Luis Potosi, Mexico. http://www.ibepa.org/index-Dateien/303-312_Vol2Nr2-2011_medrano.pdf

Mostacedo, B. y Fredericksen, T., S. (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.

Muñoz, A. y Bonacic C. 2006. Variación estacional de la flora y vegetación en la precordillera andina de la comuna de Putre (I re-

gión de Tarapaca, Chile) durante el periodo 2002-2003. Revista Cientifica Gayana Bot. Nº 63(1). Santiago, Chile.

Navarro, G. y Ferreira, W. 2009. Mapa biogeográfico de Bolivia. Rumbol. Naturaleza Ciencia Sociedad. Diseño Editorial: Los Tiempos. Cochabamba. Bolivia.

Orellana L. J. (2009). Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del valle del sacta. Facultad de Ciencias Agrícolas Forestales y Veterinarias – Escuela de Ciencias Forestales UMSS. Cochabamba, Bolivia. 49 p.

Orsag, V. 2009. Degradación de suelos en el altiplano boliviano, causas y medidas de mitigación. ANALISIS. Instituto Boliviano de Economía y Política Agraria. Journal, Vol.1, Nº3. La Paz, Bolivia. pp 27-30
http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/ra/v1n3/v1n3a06.pdf

Orsag, V., Leon, L., Pacosaca, O. y, Castro, E. 2013. Evaluación de la fertilidad de los suelos para la producción sostenible de quinua. *In* Revista TINKAZOS. PIEB-PIA. Nº33 Facultad de Agronomía de la UMSA. La Paz Bolivia.

Ortuño, T., Beck, S. y Sarmiento L. 2006. Dinámica sucesional de la vegetación en un sistema agrícola con descanso largo en el Altiplano central boliviano. *In* Ecología en Bolivia. Vol. 41(3) Instituto de Ecología, Herbario Nacional de Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

Vásquez, M. 2008. Comparación de dos métodos de muestreo para el estudio de la comunidad herbácea de Las Lomas. *In* Zonas Áridas. Revista científica Nº 12 (1) LEV, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.

Vladimir Orsag V., Leon L., Pacosaca O. y Castro, E. 2013. Evaluación de la fertilidad de los suelos para la producción sostenible de quinua. PIEB-PIA Revista T'inkasos Nº33. La Paz-Bolivia.