

2do. INFORME DE AVANCE

“Evaluación de la composición florística en un valle glacial del Parque Nacional Sajama, con énfasis en los bofedales”

De: Lic. Ana Patricia Sandoval Calderón

Para: MSc. Paula Pacheco

Fecha: 20 de abril del 2012

Introducción

En el primer informe de avance se presentaron los datos de los relevamientos realizados en bofedales con diferentes condiciones ecológicas en el valle glacial Sururia del Parque Nacional Sajama. Se trabajo con bofedales originados tanto natural como artificialmente, siendo la principal diferencia entre estos las condiciones hidrológicas sobre los mismos. Durante esta segunda fase del trabajo se realizó un análisis a fondo de las diferencias en la composición botánica de bofedales naturales y de riego del Parque Nacional Sajama; identificando a las especies botánicas representativa en ambos.

Por un lado los bofedales denominados naturales, obtienen la principal fuente de agua de los ríos, lago y lagunas así como también del deshielo glacial (Yager 2010). En cambio en los bofedales denominados de riego el agua encontrada en los mismos proviene de canales de riego, originados por el desvío de ríos o lagos, que mantienen la red hídrica en estos bofedales (Alzérreca 2001).

Existiendo actualmente varios ejemplos de bofedales de riego en el Parque Nacional Sajama, los cuales se originaron a partir del cambio de curso de los ríos y lagunas, para mantener una fuente hídrica en bofedales en proceso de secamiento. Si bien se conoce que estas prácticas de riego han sido establecidas en el PN Sajama desde hace muchos años con resultados satisfactorios, no se sabe todavía si la composición florísticas en los mismos se iguala a los bofedales naturales.

Siendo esta comparación muy importante ya que los bofedales naturales del PN Sajama deben ser tomados como un modelo de paisaje (ya que son ecosistemas ecológicamente estables que se encuentran bajo diferentes presiones del ambiente durante miles de años) el cual se pretende igualar con el riego. En este sentido con el objetivo de dar pautas a la comunidad sobre el actual estado de sus bofedales de riego, esto quiere decir cuan estables y como manejar los mismos; así como también para planificar la creación de nuevos bofedales de riego, con esta investigación se pretende elaborar datos sobre la relación en cuanto al tiempo de riego y la composición florística de los bofedales, para inferir sobre el tiempo necesario para tener un bofedal de riego que logre imitar no

solo ecológicamente sino también productivamente a los bofedales naturales; que por diferentes efectos del cambio climático están secándose y desapareciendo.

Métodos aplicados

Durante esta segunda fase de la consultoría se trabajó en gabinete con la identificación de los especímenes colectados durante los primeros viajes de campo. Una vez se tuvo la identificación específica se procedió a realizar el análisis y pruebas estadísticas correspondientes para comparar la composición florística entre bofedales dependientes directamente del agua glaciar y bofedales que son mantenidos mediante canales de riego.

Por otro lado se realizó una nueva salida de campo en compañía de investigadores expertos en bofedales del Herbario Nacional de Bolivia así como también de la Universidad de Colorado (EEUU). El trabajo realizado permitirá tener una base de datos de las especies vegetales encontradas en bofedales con diferentes condiciones ecológicas del Parque Nacional Sajama.

Sin embargo debido a la diferencia en metodologías empleadas en este viaje de campo y la necesidad de establecer un convenio entre ambas instituciones, no se podrán analizar ni compartir los datos obtenidos sin previo acuerdo de ambas partes. Siendo importante recalcar de todas maneras que se tuvo la oportunidad de intercambiar conceptos e ideas que serán implementadas en la investigación, especialmente durante el análisis de los resultados y próximos viajes de campo.

Identificación de especímenes-Elaboración de lista de flora de bofedales

Por medio de la colección permanente de flora que se encuentra en el Herbario Nacional de Bolivia (LPB) así como también con claves dicotómicas y publicaciones de expertos en Bofedales de Bolivia se identificaron los especímenes colectados en campo. Los mismos se encuentran actualmente depositados en el LPB y presentan una ficha de Herbario la misma que incluye: datos de colecta (fecha, lugar), nombre del colector, coordenadas geográficas y una breve descripción del sitio. Los especímenes que se encuentran sin flores fueron tomados en cuenta para el análisis de datos, sin embargo se espera encontrarlos con flores en la nueva salida de campo.

Adicionalmente se preparó una lista preliminar de las plantas encontradas tanto en los bofedales naturales como de riego, en la cual se incluye: nombre científico, nombre vernacular (común), datos geográficos, rango altitudinal y usos. Esta lista nos permitirá identificar claramente a las especies exclusivas de bofedales naturales o riego para relacionar la presencia de las mismas con el valor socioeconómico que será evaluado por medio de otros componentes del proyecto.

Análisis de los datos

Para la comparación entre bofedales dependientes del agua glaciario y bofedales que se mantienen con canales de riego, se realizó el análisis de la integridad ecológica y florística en ambas comunidades estudiadas utilizando índices y gráficos de diversidad con el programa estadístico R.2.9.0. Teniendo en cuenta que hasta el momento se realizaron seis relevamientos de vegetación: tres en el bofedal natural y tres en los bofedales de riego; se decidió analizar cada uno por separado ya que se conoce que dentro de un mismo bofedal pueden existir varios tipos de comunidades florísticas.

Índices de Diversidad

Se calculó el índice Inverso de Simpson, una medida que describe mejor las comunidades y su diversidad ya que no se encuentra influenciada por el efecto de las especies raras presentes en ambos bofedales.

Finalmente se realizó la interpretación de los resultados tomando en cuenta que un índice no puede describir la composición de las comunidades, por lo cual se utilizaron gráficos de rango-abundancia.

Gráficos de Rango Abundancia

Para una mejor interpretación de los resultados se realizaron gráficos de Rango-Abundancia mediante el programa estadístico R 2.9.0. Esta representación gráfica nos permite relacionar la diversidad de las diferentes comunidades estudiadas con datos de riqueza, largo de cola (# de especies raras) y equitatividad de la curva (igualdad de importancia de las especies presentes)

Este resultado será el primer paso para comparar la integridad ecológica y florística de los bofedales naturales y de riego.

Resultados

Lista preliminar de la flora en los bofedales del PN Sajama

A través de los relevamientos de vegetación realizados se han encontrado al momento 35 especies vegetales de las cuales 30 ya cuentan con una identificación a nivel genérico o específico (Tabla 1) y 5 especies se encuentran indeterminadas debido a que las muestras se encuentran infértiles, las mismas deberán ser colectadas con flores en la próxima salida de campo.

Se identificaron 5 especies exclusivas de los bofedales naturales, 14 especies exclusivas de los bofedales de riego (dentro las cuales se encuentran las indeterminadas) y 16 especies que se encuentran en ambos tipos de bofedal. En el Gráfico 1 uno se muestran algunos ejemplos de plantas encontradas en los bofedales.

Adicionalmente se encontraron datos sobre los usos relacionados a las especies, encontrando por ejemplo que las especies utilizadas por el ganado como forraje se encuentran indistintamente en ambos tipos de bofedal. Sin embargo es necesario un estudio socioeconómico más detallado, que permita determinar los valores socioeconómicos de las especies encontradas.

Tabla 1. Lista de especies encontradas en los bofedales naturales y de riego

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Bofedal	Rango altitudinal	Uso*
Apiaceae	<i>Lilaeopsis macloviana</i>	K'ochi, chinca, llach'u, irso	Hierba en roseta	Riego	3950-4500	Alimenticio, forraje y medicinal
Asteraceae	<i>Baccharis acaulis</i>		Hierba en roseta	Natural	3950-4300	
Asteraceae	<i>Cotula mexicana</i>	Pichipichi, champa	Hierba en roseta	Natural-Riego	3950-4500	Forraje
Asteraceae	<i>Cuatrecasasiela argentina</i>		Hierba en roseta	Natural-Riego	3950-4300	
Asteraceae	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	S'iki	Roseta baja	Riego	3950-4600	

Asteraceae	<i>Oriotrophium limnophyllum</i>			Riego		
Asteraceae	<i>Werneria apiculata</i>	Alpasikhy	Roseta baja	Riego	3950-4900	
Asteraceae	<i>Werneria heteroloba</i>	K´ewi pasto, tequerere, pasto	Roseta baja	Natural-Riego	3950-4300	Forraje
Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i>	Alpasikhy	Roseta baja	Natural-Riego	3950-4900	
Asteraceae	<i>Werneria spathulata</i>		Roseta baja	Natural-Riego	4537-4700	
Campanulaceae	<i>Lobelia oligophylla</i>	Ch´ini kururu	Hierba en roseta	Natural-Riego	3950-4500	Medicinal
Caryophyllaceae	<i>Arenaria digyna</i>		Hierba en roseta	Natural-Riego	3950-4900	
Cyperaceae	<i>Carex cf. maritima</i>		Hierba en roseta	Natural	4000-4800	
Cyperaceae	<i>Eleocharis albibracteata</i>	Quemallu	Hierba-Pasto	Natural-Riego	3950-4800	
Cyperaceae	<i>Phylloscirpus deserticola</i>		Hierba	Natural-Riego	3950-4800	
Cyperaceae	<i>Zameioscirpus atacamensis</i>		Hierba	Natural-Riego	3950-4800	
Cyperaceae	<i>Zameioscirpus muticus</i>		Hierba	Natural-Riego	3950-4800	
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>	Rosita	Hierba	Natural	3950-4300	Medicinal
Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	Kachu paco	Cojín	Natural-Riego	3950-4800	Forraje
Juncaceae	<i>Oxychloe andina</i>	Ork´o paco	Cojín	Natural-Riego	3950-4800	Alimenticio, forraje
Juncaginaceae	<i>Trichlochin concinna</i>		Hierba	Riego	3950-4200	
Orchidaceae	<i>Myrosmodes paludosum</i>		Roseta baja	Natural	4500-4800	
Plantaginaceae	<i>Plantago tubulosa</i>	Alpach´a, s´iki de alpaca	Cojin	Riego	3950-4800	Forraje
Poaceae	<i>Deyeuxia curvula</i>	Porke	Perenne	Natural	3950-4900	Forraje
Poaceae	<i>Deyeuxia rigescens</i>		Perenne	Natural-Riego	3950-4900	Forraje
Poaceae	<i>Deyeuxia spicigera</i>		Perenne	Natural-Riego	3950-4500	
Poaceae	<i>Poa sp. 1</i>					
Ranunculaceae	<i>Ranunculus uniflorus</i>	Cocha pasto, cucharilla	Hierba	Natural-Riego	3950-4100	
Rosaceae	<i>Lachemilla diplophylla</i>	Libro Libro	Hierba postrada	Riego	3950-4800	
Rosaceae	<i>Lachemilla pinnata</i>	Sillu sillu		Riego	3950-4800	Forraje

*Datos extraídos de Beck et. al (2011)

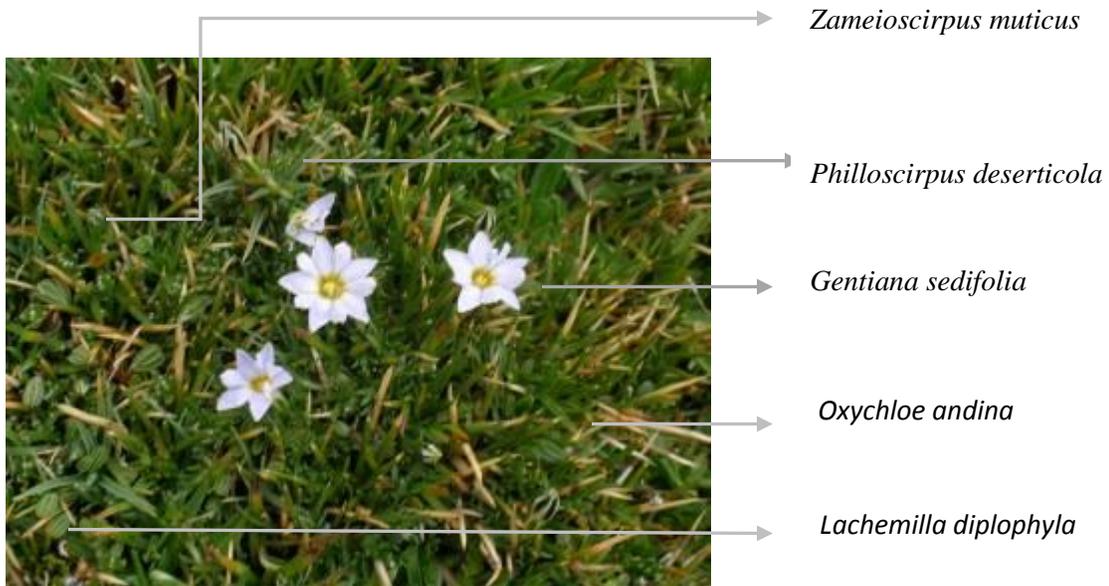


Figura 1. Especies acompañantes ó asociadas creciendo sobre cojín de *Oxychloe andina*.

Índices de Diversidad

Como se menciona anteriormente se utilizó el índice inverso de Simpson para medir la diversidad en los diferentes bofedales estudiados. Como se observa en la Tabla 2 los relevamientos realizados en el bofedal de riego presentan mayor diversidad de especies que los bofedales naturales.

En este sentido partiendo del supuesto que las comunidades con mayor integridad ecológica son las más diversas (Naoki com pers. 2012), se podría asumir que los bofedales de riego tienen mayor integridad ecológica que los bofedales naturales. Esto quiere decir que existe mayor equitatividad entre las especies. Sin embargo es importante tomar en cuenta que especies formadoras de cojines en el bofedal: *Oxychloe andina*, *Distichia muscoides*, *Plantago Tubulosa* y algunas *Poaceae* (Ruthsatz 2008, Gráfico 2), tienen mayor frecuencia en los bofedales naturales, por lo cual la alta diversidad en los bofedales de riego se debería a la presencia de especies típicas de ladera que se adaptan en los bofedales de riego durante los primeros años de actividad hidrológica en los mismos. Suponiendo que una vez se establezca el bofedal se generarán mayor número de cojines de *Oxychloe andina* y *Distichia muscoides*, (que albergaran a otras hierbas perennes) que reemplazarán a las especies de ladera por un proceso de sucesión ecológica.

Tabla 2. Diversidad de especies en los diferentes sitios muestreados medidos por índice Inverso de Simpson

Lugar	Riqueza	Índice de Diversidad (Inverse Simpson)
B1R	21	9.442
B3R	21	8.157
B2R	18	6.536
B2N	17	4.821
B3N	17	3.375
B1N	10	3.202

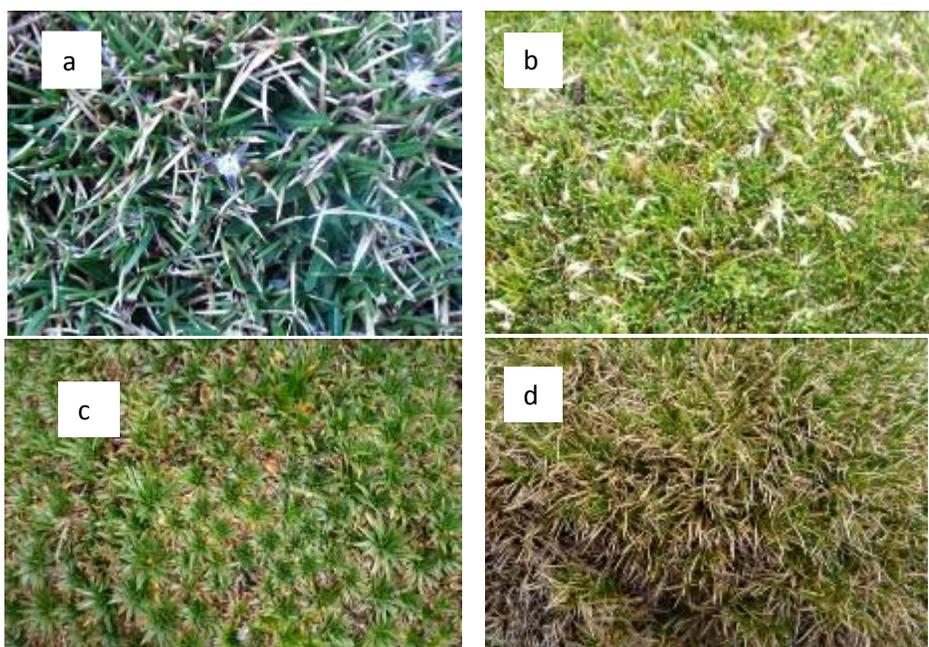


Figura 2. Especies de bofedal que forman cojines. a) *Oxychloe andina*, b) *Distichia muscoides*, (fotos: Teresa Ortuño); c) *Plantago tubulosa*, d) Poaceae

Rango-Abundancia

En el Gráfico 3 se observan las curvas de Rango-Abundancia para cada de los bofedales estudiados. Estas describen de mejor manera la composición florística; identificando que el relevamiento B1R presenta el menor número de especies siendo por lo tanto el más homogéneo, mientras que las curvas para los relevamientos B2N y B3N presentan mayor número de especies, menor pendiente y por lo tanto mayor equitatividad de especies. Esto se debería a que en el primer relevamiento se encontró la dominancia absoluta de *Oxychloe*

andina con muy pocas especies de hierbas asociadas a estos cojines, mientras que en los otros dos relevamientos se observa mayor riqueza de especies típicas de bofedal.

Por otro lado se observa que las curvas para los relevamientos en los bofedales de riego muestran un patrón parecido a B2N, B3N: alta equitividad y número de especies así como también un número parecido de especies raras (largo de cola). En este sentido, a partir de la lista de especies elaborada y la presente representación gráfica, se puede interpretar que si bien existen muchas semejanzas florísticas entre los bofedales de Riego y los Naturales siendo los bofedales de riego más diversos; esto se debería a la presencia de especies no propias de bofedales en los mismos.

Observando claramente mediante las curvas de Rango-Abundancia que también es posible tener alta diversidad (heterogeneidad) en los bofedales naturales (B2N, B3N), con especies típicas de bofedal. Esta alta diversidad con especies típicas en bofedales de riego solo podrá ser lograda por medio de muchos años de riego y procesos naturales que serán estudiados y definidos en la próxima fase de la consultoría

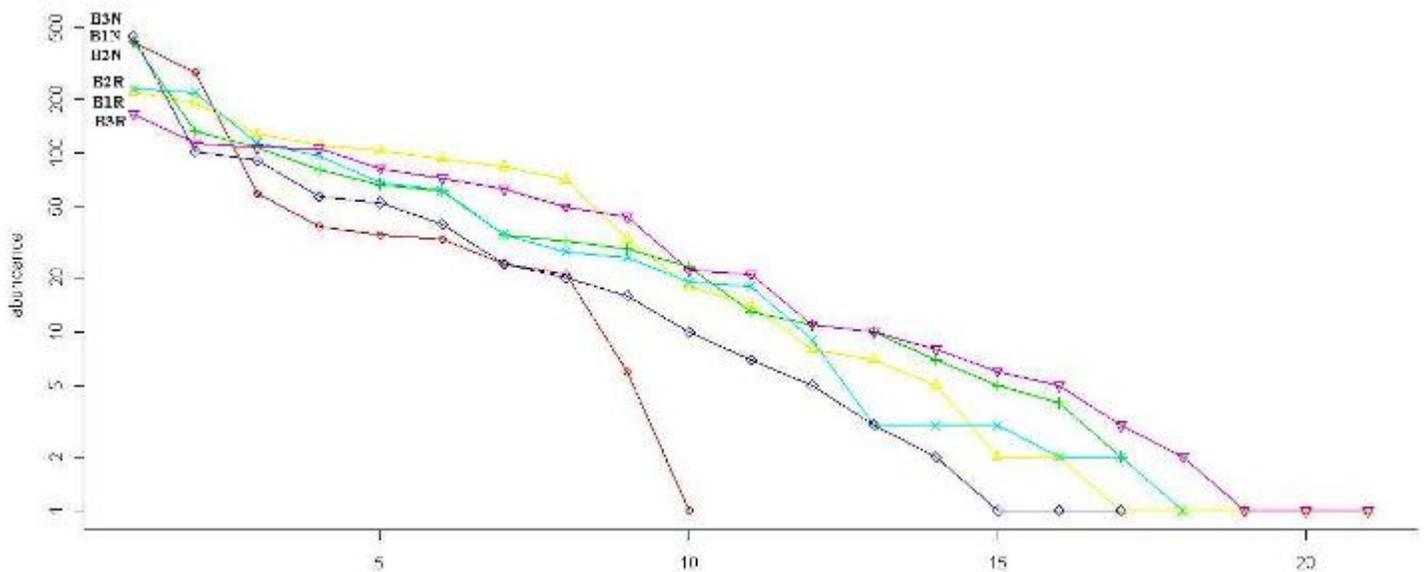


Gráfico 3. Rango-Abundancia de los seis relevamientos realizados en bofedales naturales (B1N, B2N, B3N) y bofedales de riego (B1R, B2R, B3R). El eje “y” se refiere al número de individuos encontrados y el eje “x” al número de especies comprendidas entre los valores de abundancia encontrados.

Actividades pendientes

Gabinete

- Identificación de especies vegetales sin nombre científico
- Elaboración del tercer informe de avance, con los datos sobre las encuestas sobre el manejo de los bofedales de riego seleccionados y los relevamientos de vegetación en los bofedales de riego seleccionados
- Elaboración de un artículo científicos en base a investigaciones concluidas

Trabajo de campo

- Selección de bofedales de riego en otras cuencas del Parque Nacional Sajama
- Evaluación florística de los bofedales seleccionados (tres líneas de intercepción de 50m por bofedal)
- Realización de encuestas a los comunarios sobre el manejo de los bofedales de riego (edad de riego, etc.) estudiados.

Bibliografía

- Alzerreca, H; Prieto, G; Laura, J; Luna, D; Laguna, S. 2001. Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano. Asociación integral de camélidos en los Andes altos, Autoridad binacional del lago Titicaca, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. La Paz-Bolivia.
- Beck, S., A. Domic, C. García, R.I. Meneses, K. Yager & S. Halloy. 2011. El Parque Nacional Sajama y sus Plantas. Herbario Nacional de Bolivia, La Paz-Bolivia. 250 p.
- Yager, K. 2010. Bofedales Altoandinos en Bolivia. The Nature Conservancy. 13pp.
- Ruthsatz, B. 2008. Hartpolstermoore der Hochanden NW – Argentina als Indicatoren für klimagradienten. In Dengler, J. Dolnik, C. & Trepel, M.: Flora, Vegetation und Naturschutz zwischen Schleswig-Holstein und Süamerika-Festschrift für Klaus Dierßen zum 60. Geburtstag. Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamb. 65: 209-238.
- BOSMAN, A.F., VAN DER MOLEN, P.C., YOUNG, R. & CLEEF, A.M. 1993. Ecology of a paramo cushion mire. *Journal of Vegetation Science* 4: 633-640.