

Metodología para evaluar el potencial productivo y la dinámica socioecológica de la ganadería en bofedales altoandinos

Methodology for assessing the productive capacity and the socio-ecological dynamics of livestock in high Andean wetlands

Néstor Cochi^{1*}; Guillermo Prieto², Olivier Dangles^{3,4}, Abel Rojas¹, Celso Ayala⁵, Bruno Condori^{1,6} & José Luis Casazola¹

¹Alternativas Agropecuarias (ALTAGRO), c. Gabriel Gosalvez Esq. 6 de Agosto No 240, 3er Piso, Sopocachi, La Paz, Bolivia. *Autor para correspondencia: altagro-lp@entelnet.bo

²Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), c. Francisco Bedregal, N° 2904 final Av. Víctor Sanjinés – Sopocachi, La Paz, Bolivia.

³IRD-UR072-BEI, CNRS-LEGS desglosar por favor!,

Universidad Paris Sud 11, 91198 Gif-sur-Yvette cedex, Francia.

⁴IRD, Whimper N30-62 y Coruña, Apartado postal 17-12-857, Quito, Ecuador.

⁵Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Edificio Lisímaco Gutiérrez, Héroes del Acre No 1850, La Paz, Bolivia.

⁶Centro Internacional de la Papa, Oficina de enlace en Bolivia, c. Gabriel Gosalvez Esq. 6 de Agosto, No 240, 3er Piso, Sopocachi, La Paz, Bolivia.

Resumen

Los bofedales altoandinos son una fuente de recursos crucial para los habitantes del Altiplano, Más que todo, proveen forraje todo el año para la ganadería, en mayoría camélidos. Sin embargo, este recurso es altamente vulnerable frente a los efectos del cambio climático y sobre-uso, podría ocasionar una degradación rápida de los bofedales. El estudio tiene el propósito de describir métodos para evaluar el potencial productivo y la sostenibilidad de los bofedales altoandinos, tomando como modelo los bofedales de la Cordillera Real (departamento de La Paz, Bolivia) con la finalidad de aprovechar y fortalecer la producción ganadera que se desarrolla en la zona. En primer lugar, proponemos disponer de información técnica sobre la cobertura vegetal, composición florística y la cantidad de materia seca para estimar el potencial de los bofedales como forraje. Esta obtención de datos se puede realizar a través de un muestreador de rejilla a lo largo de transectos lineales. Posteriormente relacionamos estos datos con la abundancia del ganado, con el fin de cuantificar capacidad de carga animal, la cual es directamente relacionada con la sostenibilidad a largo plazo de los recursos de los bofedales. Nuestro tercer objetivo es sugerir métodos sencillos para caracterizar los sistemas de uso de los bofedales, estos datos permitirán ajustar nuestro conocimiento sobre el potencial productivo y la sostenibilidad de los bofedales altoandinos, además de realizar orientaciones hacia un manejo adecuado y uso racional sostenible de los bofedales.

Palabras clave: Biomasa vegetal, Bofedal, Capacidad de carga animal, Pastoreo, Transecto lineal.

Abstract

High-Andean wetlands (bofedales) provide crucial resources for the inhabitants of the Altiplano, among which pasture for camelid livestock. This resource is particularly vulnerable in the face of

the effects of climate change. In this context, overgrazing may drive bofedales' functioning beyond a threshold of sustainability, leading to an overall degradation of both the diversity and productivity of these keystone ecosystems. The purpose of this methodological contribution is to present a number of easy-to-apply methods to evaluate the productive capacity and the sustainability of high Andean bofedales, taking the bofedales of the Cordillera Real (La Paz Department, Bolivia) as a model. Such an approach is meant to sustain livestock production in this region. First, we describe methods to collect vegetation data (plant diversity, relative vegetation cover, dry matter quantity) so as to estimate the current potential of bofedales as a nutrient resource for livestock. This data collection can be made with help of contact points along 30-50 m line transects. Second, we put together these data with an estimation of livestock abundance in order to characterize the carrying capacity of each bofedal, which is directly correlated with the long-term maintenance of the resources provided by these ecosystems. Our third specific objective is to discuss briefly simple methods for characterizing the operating systems at work in bofedales. Acquiring these data is expected to refine our knowledge of the potential productivity and sustainability of High-Andean bofedales. It should permit optimizing their long-term management.

Key-words: Animal carrying capacity, High-Andean wetlands, Line transect, Pasture, Vegetation biomass.

Introducción

Los bofedales son praderas nativas húmedas altoandinas o altiplánicas que están constituidos en mayoría por plantas en forma de cojín de la familia Juncaceae (Ostria 1987, Squeo *et al.* 2006). Estas praderas también son conocidas como vegas, humedales, turberas o joqhos (término local en idioma Aymará). Desde el punto de vista ecológico, los bofedales constituyen ecosistemas complejos, donde los recursos como suelo, agua, flora y fauna interactúan de una manera dinámica y proveen importantes servicios ambientales al ser humano como forraje, recurso en agua o almacenamiento de carbono (Squeo *et al.* 2006, Segnini *et al.* 2010, Meneses *et al.* en este número especial).

Su producción vegetal es de alta calidad nutricional para la ganadería la mayor parte del año ya que se mantiene verde, suculenta, de elevado valor forrajero, apta para el pastoreo principalmente de alpacas y llamas (camélidos) que están distribuidas en todas las regiones altoandinas de Bolivia y Perú (Alzérreca *et al.* 2001a, Genin & Alzérreca 2006, Dangles *et al.* 2014). Así, los bofedales son hábitats naturales para la crianza de ganado camélido. La crianza de ganado es esencial en estas regiones, al nivel

económico como al nivel del bienestar a través de la seguridad alimentaria de quienes viven en estos sistemas productivos, constituyéndose en los sitios más productivos de la zona altoandina (SCR 2013). También albergan una gran diversidad de fauna silvestre donde las especies como vizcachas (*Lagidium viscacia*), vicuñas (*Vicugna vicugna*), huallatas (*Chloephaga melanoptera*) y otras utilizan bofedales como refugios en términos de nutrición (Genin & Alzérreca 2006, Alzérreca *et al.* 2001a).

Sin embargo, estos ecosistemas muestran alta vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. En particular se espera que la disminución de los glaciares (Baraer *et al.* 2012, Rabatel *et al.* 2013) y la posible reducción de la cantidad de precipitación en la región (IPCC 2013) pueden lograr reducir el tamaño de los bofedales y/o convertirlos más secos (Dangles *et al.* en este número especial), ocasionando la reducción de la producción vegetal. Por otra parte, el calentamiento global, sin tomar en cuenta la posibilidad de reducir la cantidad de agua que llega a los bofedales, podría aumentar la productividad de la vegetación, dando posiblemente más recursos a los bofedales (Benavides *et al.* 2013). En consecuencia, el futuro de los bofedales altoandinos es

impredicible, por lo menos se espera que se mantengan muy frágiles. Bajo este contexto, los cambios de intensidad de la ganadería podrían tener efectos exacerbados sobre su productividad y la diversidad (García *et al.* en este número especial).

Con el fin de contribuir a mantener la capacidad productiva de los bofedales para la alimentación del ganado frente a los efectos del cambio climático, es importante conocer e identificar diferentes técnicas y métodos de evaluación agronómicas del bofedal y su posterior aplicación. En este sentido, el objetivo del presente estudio es proveer métodos y técnicas de campo sencillas para: 1) determinar la cobertura vegetal, la composición florística y la producción de biomasa vegetal apetecible en los bofedales, 2) estimar la capacidad de carga animal de pastoreo y 3) evaluar la dinámica del sistema de producción ganadera y organizacional sobre el uso de los bofedales.

Metodología

Localización del área y de los sitios de estudio

Proponemos un área de estudio comprendiendo 13 bofedales, que forma parte de la Cordillera Real de los municipios de Pucarani, Batallas, El Alto, Guanay y La Paz del departamento de La Paz (Fig. 1), mismos que se encuentran al pie de glaciares. Para seleccionar los bofedales a evaluar se consideró los siguientes criterios: 1) estar localizados por encima de los 4.500 m de altitud (ver justificación en Meneses *et al.* en este número especial) y 2) ser fuentes de alimentación para llamas, alpacas, ovejas, vacas, caballos y otros.

Cobertura vegetal y composición florística

Los bofedales albergan una gran diversidad de especies vegetales (Ostria 1987) que son consumidas por los animales durante el

pastoreo. Para caracterizar la composición florística de una comunidad vegetal, existe una amplia variedad de métodos y técnicas que permite su determinación, donde la utilización de los mismos dependerá de los objetivos de cada estudio y de la estructura de la comunidad a estudiar (Müeller-Dombois & Ellenberg 1974). Sin embargo, en cualquier método utilizado para el estudio florístico, cada punto de medición (unidad muestral) debe cumplir con los siguientes requerimientos 1) debe ser de tamaño suficiente como para contener una lista representativa de la riqueza de la comunidad vegetal estudiada y 2) el hábitat debe ser relativamente uniforme dentro el área de muestreo.

Un método fácil para examinar las comunidades vegetales de los bofedales es el método de punto de intersección propuesto por Goodall (1952, ver también Müeller-Dombois & Ellenberg 1974). Según este autor, se debe definir primero transectos lineales, una de las técnicas más utilizadas para inventariar especies vegetales de las praderas nativas, tanto las de secano como humedales. El transecto lineal consiste en trazar una línea imaginaria de 30-50 m dentro de una comunidad vegetal relativamente homogénea. A lo largo de cada transecto, proponemos caracterizar la vegetación con un muestreador de rejilla de (Fig. 2). El muestreador tiene inserta 10 agujas metálicas, separadas cada 4 cm entre ellas y una inclinación de 45° para hacer punto de contacto. En cada punto de contacto se registra la planta presente en un formulario de campo (Chambi 2014). Este método fue comparado con éxito en otros humedales altoandinos como por ejemplo en un estudio de caracterización florística de las turberas de dos sitios en el Ecuador (Gortaire 2010) y para realizar un estudio de caracterización ecológica de las turberas y bofedales del sistema de humedales Amaluzas, también en el Ecuador (Flachier *et al.* 2009). En un diagnóstico integral y estado de conservación de los bofedales de la Reserva Nacional de Fauna Eduardo Avaroa

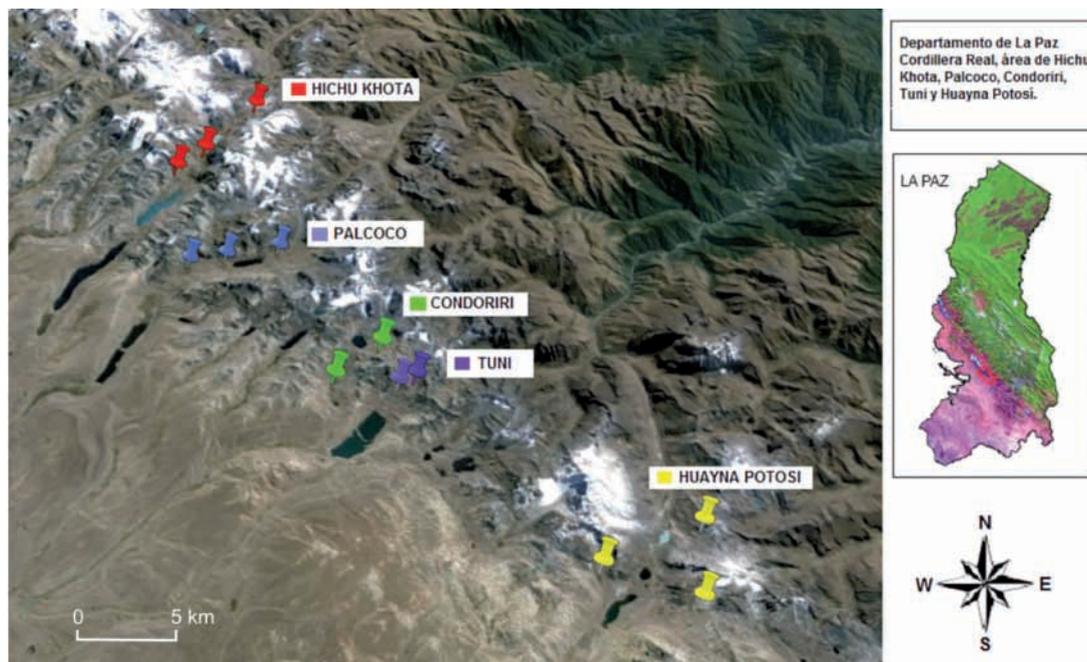


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio (Izquierda: localización de la Cordillera Real en el Departamento de La Paz). Puntos de diferentes colores representan la pertenencia de cada uno de los bofedales estudiados en la cuenca glaciar (e.g., rojo: tres bofedales en la cuenca Hichu Khota).

(REA) y Zonas de Amortiguación (ZA), fue utilizado para determinar la cobertura vegetal y composición botánica de los bofedales estudiados (Prieto & Barrera 2010). También, en un estudio de características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano, para determinar la cobertura vegetal y otros componentes no biológicos (Alzérreca *et al.* 2001a, b, Ortega 2004). En nuestro caso, se fue desplazando el muestreador de rejilla por el transecto lineal cada tres pasos (3 m aproximadamente) a lo largo del bofedal, hasta completar 280 puntos de contacto, dando datos representativas del área, los cuales permiten estimar 1) la diversidad vegetal del transecto y las abundancias respectivas de cada planta y 2) la cobertura vegetal relativa (%). Durante la toma de datos florísticas en cada punto de contacto, se recomienda también registrar en

el formulario de campo los componentes no vegetales, como suelo desnudo, piedra, roca, mantillo orgánico, estiércol, afloramiento salino y agua, los cuales nos ayudaran a caracterizar más precisamente el ambiente.

Determinación de materia seca

La materia vegetal seca (MS) es un indicador pertinente de la producción de biomasa forrajera en los bofedales (Squeo *et al.* 2006). Para estimar fácilmente la MS, se puede aplicar la metodología de extracciones al azar de tepes del material vegetal vivo presente en el bofedal, esto para estimar y conocer los volúmenes de producción de biomasa forrajera disponible para la época de estudio. Esta misma técnica fue utilizada con éxito para estimar el contenido de materia seca en el diagnóstico integral y estado



Figura 2. Muestreador de rejilla de Goodall (1952), el cual permite estimar la composición florística y la cobertura vegetal relativa de los bofedales a través de métodos de puntos de contacto.

de conservación de los bofedales de la Reserva Nacional de Fauna Eduardo Avaroa (REA) y Zonas de Amortiguación (ZA) (Alzérreca *et al.* 2001a, b, Prieto & Barrera 2010). Similares criterios fueron utilizados en otros estudios semejantes (Copa *et al.* 2003, Yujra 2007, Siguyro 2008).

En cada transecto lineal (ver arriba), mediante el uso de un anillo muestreador de 10 cm de diámetro (78.54 cm²) sugerimos extraer al azar por lo menos 10 repeticiones (tepes) del material vegetal vivo presente en el suelo, con la finalidad de estimar y conocer los volúmenes de producción de biomasa forrajera disponible (Fig. 3a). En laboratorio, de cada tepe muestreado, se procedió a cosechar el pasto o forraje (biomasa vegetal aérea disponible, en general de color verde), simulando al corte

que realizan los animales al pastoreo libre, con una tijera y/o cuchillo (Fig. 3b). Una vez obtenida la muestra de biomasa, se procede al pesaje y embolsado en sobres manila, los cuales deben estar llevados a una mufla o estufa, para proceder al secado de las muestras, a una temperatura de 65°C por 48-72 horas. Al cabo de este tiempo pueden ser pesadas en una balanza de precisión hasta obtener peso constante. Con los resultados finales se podrá determinar la MS (kg/ha) para cada estrato o bofedal muestreado, respondiendo por otra parte al nuestro objetivo uno.

En caso de que el bofedal sea heterogéneo, con varios tipo de plantas dominantes coexistiendo (e.g. las plantas en forma de cojín *Oxychloe andina* y *Distichia muscoides*; ver Meneses *et al.* en este número especial),

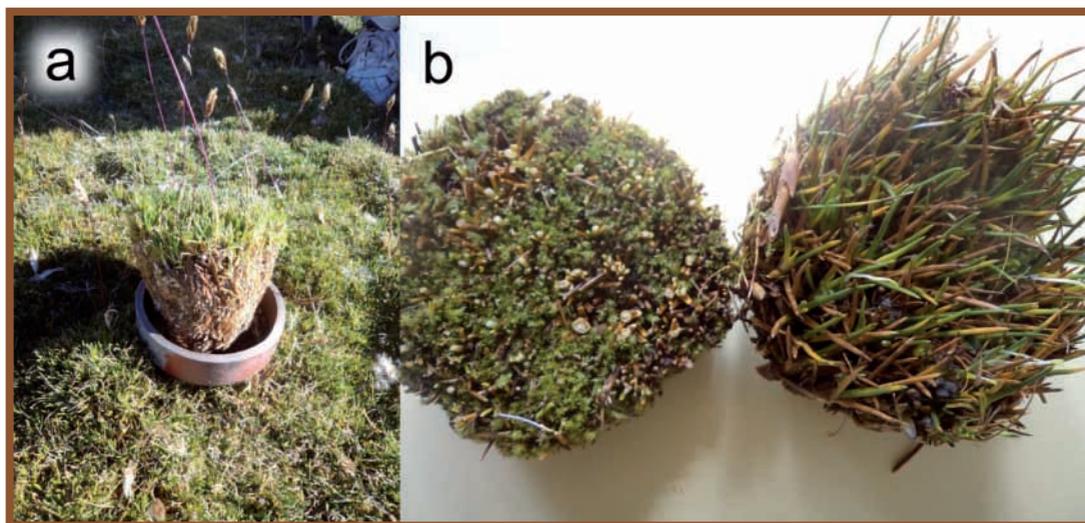


Figura 3. Muestras de tepe con anillo muestrador, método para estimar la cantidad de materia seca de bofedales. a. Colecta de una muestra en el campo y b. muestras en laboratorio, después y antes de la cosecha de material vegetal (con tijera o cuchillo, simulando el efecto de los herbívoros).

recomendamos muestrear separadamente de cada tipo de vegetación. Así se puede comparar la producción de MS entre los diferentes componentes del bofedal.

Determinación de la capacidad de carga animal

En muchos casos, el uso y manejo de los bofedales esta desarrollado de manera inadecuada, llegando a una disminución de la productividad de las plantas, la cual se traduce en un recurso reducido para la ganadería (Alzérreca *et al.* 2001a, Prieto & Barrera 2010). De hecho, el número de animales que puede soportar el bofedal, frecuentemente es desconocido por los ganaderos de camélidos (Copa *et al.* 2003). La evaluación de la capacidad de carga animal tiene el propósito de analizar su estado actual de conservación y tomar las precauciones necesarias en el futuro, para su uso racional y sostenible. Para estimar

fácilmente la capacidad de carga animal de los bofedales altoandinos, proponemos utilizar la metodología descrita por León-Velarde & Quiroz (1994) que consiste en:

1. Determinar el peso vivo promedio de cada especie animal presente en el bofedal (PV, kg); que se puede obtener pesando directamente una muestra de animales representativos en el campo o mediante bibliografía (Condori 2000, Cardozo 2007), que es el caso del presente estudio.
2. Convertir a Unidades Animal (UA), para esto es necesario definir la especie animal que la utiliza (en nuestro caso será una llama adulta de 70 kg de PV), con la finalidad de estimar adecuadamente los requerimientos diarios de forraje (Esqueda *et al.* 2011). El cálculo de UA se basa en la obtención de un Coeficiente de Relación (CR), que es constante entre los animales presentes en el bofedal (0.0413). El CR nos permite calcular un factor de ajuste para

las otras especies o diferentes categorías (Tabla 1), con lo que se estandariza a una sola unidad (UA).

3. Calcular las necesidades de MS, el método más fácil para este cálculo es multiplicar el peso vivo de un animal (llama) por 2% (San Martín 1996), para satisfacer el requerimiento de MS de una llama por día (MS/día/ animal). Con este dato se podrá calcular la cantidad total requerida de forraje para el total de los animales que se alimentan del bofedal.
4. Finalmente se calcula la capacidad de carga animal según la cantidad de forraje (MS) disponible en el bofedal (Ver más arriba) entre el consumo total de forraje por el total de UA al año (Alzérreca *et al.* 2001b, Ortega 2004).

Formas de uso, tenencia y aprovechamiento de los bofedales

En estudios para evaluar el potencial productivo de comunidades vegetales, generalmente no se toma en cuenta el aspecto social debido a la

complejidad que implica, ya que la intervención de las familias que viven en las cercanías de los bofedales, tiene importancia social, económica y ambiental (Arana 2002). Sin embargo, estos datos son importantes para tener una comprensión global del sistema. Pueden ser obtenidos a través de observaciones directas, entrevistas y encuestas, recabando información social de autoridades locales y ganaderos comunales. Se recomienda utilizar encuestas estáticas bajo un enfoque socio-económico y ecológico, con preguntas sencillas, para que la persona encuestada responda con certeza, claridad y en menor tiempo posible (León-Velarde & Quiroz, 1994, ver Anexo 1).

Detalles sobre estos métodos pueden ser encontrados en varios estudios. Por ejemplo, un estudio de la capacidad de carga en bofedales para la cría de alpacas en el sistema del Lago Titicaca, Desaguadero, Poopó y Salar de Coipas (TDPS) consideró aspectos como tenencia, acceso a los bofedales, dinámica de pastoreo, faenas ganaderas de la producción de ganado y población actual de ganado por especie, que fueron obtenidas de fuentes

Tabla 1. Cálculo de las unidades animales llamas (UA) en función al peso vivo (PV) y peso metabólico en un grupo de animales basado en León-Velarde & Quiroz (1994). Leyenda: PV = Peso vivo; CR = coeficiente de relación; W0.75 = peso metabólico; UA = unidad animal de llamas.

	PV (kg)	CR		Peso metabólico (PV ^{0.75})	UA	Numero Animales	Total UA
Vaca Adulta	410	0.0413	x	91.11	= 3.76	5	18.8
Vaquilla	300	0.0413	x	72.08	= 2.98	3	8.9
Ternera	70	0.0413	x	24.20	= 1.00	4	4.0
Toro	450	0.0413	x	97.70	= 4.04	2	8.1
Llama adulta	70	0.0413	x	24.20	= 1.00	90	90.0
Ancuta	40	0.0413	x	15.91	= 0.66	30	19.7
Cría	25	0.0413	x	11.18	= 0.46	20	9.2
Oveja adulta	30	0.0413	x	12.82	= 0.53	80	42.4
Cría	5	0.0413	x	3.34	= 0.14	25	3.5
Total UA				Total UA			204.6

primarias y secundarias (Alzérreca *et al.* 2001b). Similares características se consideraron en otros estudios (Condori & Choquehuanca 2001, Contreras 2007). También, en un estudio de evaluación ecológica de bofedales de la cuenca circundante al nevado Illimani, se menciona que se utilizaron fuentes primarias y secundarias de información para describir las características de uso de bofedales y la posibilidad de formular planes de manejo de los bofedales (Carafa 2009). Alternativamente y/o como complemento a las encuestas, el uso de tecnologías recientes permiten, entre otros, monitorear los desplazamientos del ganado con radiocollares, dando la posibilidad de identificar los sitios más interesantes en términos de cantidad como calidad de forraje (Iversen *et al.* 2014).

Agradecimientos

Este estudio es parte del programa “Modeling Biodiversity and land use interactions under changing glacial water availability in Tropical High Andean Wetlands” (BIOTHAW, AAP-SCEN-2011-II) financiado por el Fond Français pour l’Environnement Mondial (FFEM) y la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB).

Referencias

- Alzérreca, H., G. Prieto, J. Laura, D. Luna & S. Laguna. 2001a. Informe Final sobre Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano del sistema lago Titicaca, Desaguadero, Poopó y Salar de Coipasa T.D.P.S. Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos (AIGACAA), La Paz. 187 p.
- Alzérreca, H., G. Prieto, J. Laura, D. Luna & S. Laguna. 2001b. Estudio de la capacidad de carga de bofedales para la cría de alpacas en el sistema TDPS-Bolivia. Autoridad Binacional del lago Titicaca y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, La Paz. 294 p.
- Arana, Z. M. 2002. Resolución de conflictos medioambientales en la microcuenca del Río Porcón, Cajamarca 1993-2002. Tesis de maestría en Sociología, Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Graduados. Lima. 158 p.
- Baraer, M., B. Mark, J. Mackenzie, T. Condom, J. Bury, K. Huh, C. Portocarrero, J. Gómez & S. Rathay. 2012. Glacier recession and water resources in Peru’s Cordillera Blanca. *Journal of Glaciology* 58(207): 134-150.
- Benavides, J. C., D. H. Vitt & R. K. Wieder. 2013. The influence of climate change on recent peat accumulation patterns of *Distichia muscoides* cushion bogs in the high-elevation tropical Andes of Colombia. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 118(4): 1627-1635.
- Cardozo, A. 2007. La ganadería de leche en el Altiplano. Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano, La Paz. 83 p.
- Carafa, T. 2009. Evaluación ecológica de los bofedales de la cuenca circundante al nevado Illimani. Informe final. Agua Sustentable. La Paz. 37 p.
- Condori, G. 2000. Determinación de la edad óptima de faeneo de llamas (*Lama glama* L.) y evaluación de la calidad de la carne. Tesis de grado de ingeniería agrónoma, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 70 p.
- Condori, R. E. & D. P. Choquehuanca. 2001. Evaluación de las características y distribución de los bofedales en el ámbito Peruano del Sistema TDPS. Proyecto Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca – Desaguadero – Poopo - Salar de Coipasa. Universidad Nacional del Altiplano, Puno. 140 p.
- Contreras, P. R. F. 2007. Uso de vegas y bofedales de la zona cordillerana y precordillerana

- de la región de Atacama. Tesis de ingeniería forestal, Universidad de Chile, Santiago de Chile. 106 p.
- Copa, S., Escalier, G.; F. Choque, R. Condori & R. Ochoa. 2003. Proyectos demostrativos en bofedales Para la crianza de alpacas" del sistema TDPS, Centros Piloto Ulla Ulla Bolivia y Nuñoa Perú. Universidad Católica Bolivia, Tiahuanacu. 376 p.
- Chambi, A., M.S. 2014. Evaluación de la condición de la pradera nativa bofedal en época seca en la localidad de Toloko, Municipio de Palca del departamento de La Paz. Tesis de ingeniería agronómica, Universidad Pública de El Alto, La Paz. 91 p.
- Esqueda, C. M. H., E. E. R. Sosa, A. H. S. Chávez, F. A. Villanueva, M. Jesús, M. H. M. Royo, S. T. Sierra, A. S. González & S. L. Beltrán. 2011. Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo, Manual de capacitación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Cuajimalpa. 50 p.
- Flachier, A., M. Chinchero, P. Lima & M. Villarroel. 2009. Caracterización ecológica de las turberas y bofedales del sistema de humedales Amaluza, nudo de Sabanilla, provincia de Loja, Ecuador. Proyecto de Gestión de Humedales Altoandinos. EcoCiencia – Ministerio del Ambiente, Quito. 29 p.
- Goodall, D.W. 1952. Quantitative aspects of plant distribution. *Biological Review* 27: 194–245.
- Gortaire, E. 2010. Caracterización florística de las turberas y bofedales del sistema de humedales de Oña-Nabón-Saraguro-Yacuambi, Provincias de Loja, Azuay y Zamora Chinchipe, Ecuador. Proyecto Creación de Capacidades para la Valoración Socioeconómica de Humedales Altoandinos. Ministerio del Ambiente y Ecociencia, Loja. 8 p.
- Genin, D., & H. Alzérrec. 2006. Campos nativos de pastoreo y producción animal en la puna semiárida y árida andina. *Science et Changements Planétaires/Sécheresse* 17(1): 265-274.
- Hernández, J. 2000. Manual de métodos y criterios para la evaluación y monitoreo de la flora y la vegetación. Estudios de flora y vegetación. Facultad de Ciencias Forestales y Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago de Chile. 37 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2013. Summary for Policymakers. pp. 1-29. En: *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York.
- Iversen M., P. Fauchald, K. Langeland, R. A. Ims, N. G. Yoccoz & K. A. Bråthen. 2014. Phenology and cover of plant growth forms predict herbivore habitat selection in a high latitude ecosystem. *PLoS ONE* 9(6): e100780. doi:10.1371/journal.pone.0100780.
- León-Velarde, C. U & R. Quiroz. 1994. Análisis de sistemas agropecuarios: uso de métodos biomatemáticos. Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRNMA)–Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina (CONDESAN), La Paz. 238 p.
- Müeller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley, Hoboken. 547 p.
- Ortega, M. J. I. 2004. Estudio de la capacidad de carga y carga animal en bofedales de Ulla Ulla de la Provincia Franz Tamayo del Departamento de La Paz. Tesis de ingeniería agronómica. Universidad Mayor San Andrés, La Paz. 100 p.
- Ostria, C. 1987. *Phytoécologie et paleoécologie de la vallée altoandine de Hichu Khota (Cordillère Orientale, Bolivie)*. Tesis de doctorado, Universidad Paris VI, Paris. 180 p.
- Prieto, G. & Barrera, W. 2010. Diagnóstico integral y estado de conservación de

- los bofedales de la REA y ZA. Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) & Dirección de Monitoreo Ambiental (DMA), La Paz. 60 p.
- Rabatel, A., B. Francou, A. Soruco, J. Gomez, B. Caceres, J. L. Ceballos, R. Basantes, M. Vuille, J.-E. Sicart, C. Huggel, M. Scheel, Y. Lejeune, Y. Arnaud, M. Collet, T. Condom, G. Consoli, V. Favier, V. Jomelli, R. Galarraga, P. Ginot, L. Maisincho, J. Mendoza, M. Ménéguez, E. Ramirez, P. Ribstein, W. Suarez, M. Villacis & P. Wagnon. 2013. Current state of glaciers in the tropical Andes: a multi-century perspective on glacier evolution and climate change. *The Cryosphere* 7(1): 81-102.
- San Martín, F. A. 1996. Nutrición en alpacas y llamas. Publicaciones Científicas del Instituto Veterinario de Investigaciones en el Trópico y Altura (27): 305 – 312.
- SCR (Secretaría de la Convención – RAMSAR). 2013. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la convención sobre los humedales (Irán, 1971), 6ta. edición, Gland. 116 p.
- Segnini, A., A. Posadas, R. Quiroz, D. M. B. P. Milori, S. C. Saab, L. M. Neto & C. M. P. Vaz. 2010. Spectroscopic assessment of soil organic matter in wetlands from the high Andes. *Soil Science Society of America Journal* 74(6): 2246-2253.
- Siguayro, P. R. 2008. Evaluación agrostológica y capacidad receptiva estacional en bofedales de puna seca y húmeda del altiplano de puno. Tesis de ingeniería agronómica. Universidad Nacional del Altiplano, Puno. 89 p.
- Squeo, F. A., B. G. Warner, R. Aravena & D. Espinoza. 2006. Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 245-255.
- Yujra, F. 2007. Determinación de biomasa de materia verde en el humedal “La Moya” Ayaviri. *Revista electrónica de Veterinaria* 8(4): 8-12.

Anexo 1. Cuestionario para obtener información social sobre el uso/ manejo de los bofedales.
Entrevista y/o encuesta a informantes clave, autoridades, otros.

1. Cuáles son los problemas que existen sobre el uso y manejo de los bofedales?
2. Cuáles son los problemas más urgentes de los bofedales que requieren solución?; cuáles serían las posibles soluciones a estos problemas urgentes?
3. Qué meses y con qué frecuencia riega sus bofedales? y en qué meses del año le falta agua para riego?
4. Existen burros en las CMV y cuántos de ellos acceden al bofedal? (detallar N° burros/comunidad).
5. Existen cerdos en las CMV y cuántos de ellos acceden al bofedal (detallar N°/familia/comunidad).
6. Cuáles son las especies o plantas más promisorias de mayor interés forrajero en los bofedales?
7. Antes los abuelos como manejaban y utilizaban los bofedales, actualmente como se manejan y utilizan?.
8. Qué especies animales pastorean en los bofedales y en qué meses?

Especies de animales	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Llamas												
Ovejas												
Burros												
Vacas												
Cerdos												
Otros												

9. Cómo cambió el caudal del agua para riego con el tiempo en relación a la cantidad disponible actualmente?. Estimar en porcentaje (mitad, cuarta parte, 3/4 partes, etc.)

Preguntas	Cantidad	Causas de incremento o disminución
El año pasado fue mayor, menor o igual?		
Hace 3 años fue mayor, menor o igual?		
Hace 5 años fue mayor, menor o igual?		
Hace 10 años fue mayor, menor o igual?		
Hace 15 años fue mayor, menor o igual?		
Hace 20 años fue mayor, menor o igual?		

10. Preguntas a nivel de comunidad (autoridades) para el total de hectáreas de bofedal en la comunidad.

Preguntas	Superficie (ha)	Causas de incremento o disminución
La comunidad ahora tiene en total cuantas ha de bofedal?		
Hace 5 años tenía más, igual o menos?		
Hace 10 años tenía más, igual o menos?		
Hace 15 años tenía más, igual o menos?		
Hace 20 años tenía más, igual o menos?		
Hace 30 años tenía más, igual o menos?		
Hace 50 años tenía más, igual o menos?		

11. En la comunidad aproximadamente cuanta superficie de bofedal se ha secado en forma natural?, cuánto superficie por alguna acción o actividad de ustedes (actividades humanas)? Por falta de riego, pastoreo por cerdos, actividades agrícolas (uso de bofedales para agricultura), etc.

12. En la comunidad aproximadamente cuanta superficie de bofedal se ha aumentado, cómo se ha logrado esto y en cuánto tiempo?. Conversión de bofedales (praderas de secano convertidas en bofedales).
13. En qué lugares y comunidades existen vertientes de agua dulce (no agua salada), como para realizar actividades de riego para conversión en bofedales?; esta agua es temporal o permanente (medir su caudal).
14. La comunidad ha recibido capacitación en el uso y manejo sustentable de los bofedales?, con qué frecuencia, que instituciones la han propiciados. El Gobierno Municipal, que actividades realiza en favor de los bofedales?
15. Actualmente, existen instituciones, proyectos, programas que realizan acciones de conservación de las praderas naturales y los bofedales.
16. Como comunidades y familias ganaderas, actualmente que acciones realizan por su cuenta en favor de la conservación de los bofedales?.
17. Las vicuñas pastorean en los bofedales?; en toda la comunidad actualmente cuanta vicuña existe?; la gente o la comunidad que piensan de las vicuñas?, que saben del manejo y aprovechamiento en otras áreas del país?