

El ser humano: un actor de la dinámica de los ecosistemas altoandinos de la Cordillera Real

Gaby S. Nina Huanca¹, Susi Loza Herrera², R. Karina Gonzales Pomar³, François Rebaudo^{4,5}

¹ Universidad Mayor de San Andrés, Centro de Postgrado en Ecología y Conservación, Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia

² Herbario Nacional de Bolivia, Convenio IE-MNHN, Campus Universitario UMSA, La Paz, Bolivia

³ Universidad Mayor de San Andrés, Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia

⁴ Institut de Recherche pour le Développement, UMR EGCE-UnivParisSud-CNRS-IRD-ParisSaclay, Gif-sur-Yvette, France

⁵ Universidad Mayor de San Andrés, Instituto de Ecología, Centro de Análisis Espacial, La Paz, Bolivia

Desde que el ser humano ingresó por el estrecho de Bering (40.000 AC), fue y es un actor indisoluble de los ecosistemas del continente americano. Comenzando en los procesos históricos de ocupación y transformación social, hasta la política y economía actual, se ha construido una representación y una relación con estos ecosistemas. El propósito de este capítulo es describir esas representaciones y relaciones del ser humano con los ecosistemas altoandinos en la Cordillera Real de Bolivia.

1. Historia de las poblaciones humanas en las zonas andinas

En los Andes centrales se tienen registros de poblaciones humanas desde el 7.000-8.000 AC, es así que el paisaje tal como lo conocemos es el resultado de siglos de transformación por el ser humano (Morales 2007). Al principio, estas ocupaciones eran de baja densidad,

debido a que fueron esporádicas, de corta duración y se dedicaban más a la cacería y recolección (Nuñez *et al.* 1994, Neme & Gil 2008).

Posteriormente, estas zonas fueron ocupadas por las culturas prehispánicas de Tiwanaku (300 a 900 DC), los señoríos Aymaras (desarrollos regionales 300 a 1.460 DC) y el imperio Incaico (1.460 a 1.530 DC) (Michel 2008) (Fig. 1). Los últimos dominaron territorios desde los Andes hasta las costas del Océano Pacífico. Para esta dominación, implementaron infraestructuras viales (Qhapaq Ñan) que tenían alrededor de 6.000 km de largo, cruzaban la Cordillera de los Andes desde el sur de Colombia, pasando por Ecuador, Perú, Bolivia, penetrando por Chile y el occidente de Argentina. Estos caminos eran transitados por los chasquis (sistema de correo), kallawayas (médicos itinerantes), ejércitos y caravanas de caminantes acompañados de llamas transportando

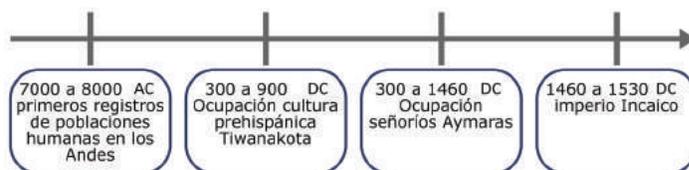


Figura 1. Cronología de la presencia de poblaciones humanas en los Andes AC y DC.



Figura 2. Manejo longitudinal de pisos ecológicos en los Andes.

manufactura, alimentos y diverso tipo de materia prima de los distintos pisos ecológicos (UNESCO 2006; Fig. 2). En este contexto histórico, estos asentamientos tuvieron un significativo impacto en su entorno, ya que transformaron zonas desprovistas de agua en áreas de cultivo intensivo de la zona altiplánica, con los sistemas de camellones andinos o “sukakollos” (sistema de cosecha de agua que incrementa la humedad y la productividad de los cultivos) (Lemuz 2006, Roldan *et al.* 2007). Durante el proceso de ocupación, las personas transformaron el paisaje a través del establecimiento de pequeñas poblaciones dispersas. La domesticación del ganado camélido (Fig. 3a y recuadro 1), la especialización agrícola del cultivo de la papa (*Solanum* sp.), y su diversificación de variedades fue el legado más importante de este periódico histórico. En efecto, el cultivo de la papa y la domesticación de camélidos acompañado de tecnologías apropiadas

para su manejo fue la base que permitió el establecimiento del imperio Tiwanakota (700-1100 AC) ubicado en el altiplano norte de los Andes centrales (Morales 2007). Por ejemplo, el establecimiento de terrazas y áreas de inundación (“qochas” en quechua y “sukakollos” en aymara), con un calendario agrícola de épocas de siembras y cosechas marcadas por su ritualidad. La domesticación de camélidos y el uso de las áreas de pasturas naturales como los bofedales, permitieron a los habitantes establecerse, utilizando todos los productos y servicios derivados del ganado camélido como medio de transporte de carga, la carne para alimentación, lana para la vestimenta, cuero para sogas y abono para la producción agrícola. Gracias a todo este proceso, las poblaciones humanas lograron adaptarse al entorno.

Es importante señalar que a pesar de más de 500 años de la incursión española en estas tierras, las prácticas y el manejo

ancestral de las zonas andinas continúan. Es así, que aún se evidencia el manejo tradicional de pisos altitudinales a través de la ocupación de diferentes casas en zonas altas, medias y bajas, de acuerdo a sus actividades de subsistencia y de complementariedad (Fig. 3b). Las zonas altoandinas, que se encuentran a más de

4.200-4.300 m de elevación (Anthelme *et al.* 2015), son espacios de vocación pastoril de ganado camélido y ovino. Las zonas menores a esta altitud, altiplánicas, (3.700-4.000 m) son además utilizadas para los cultivos (papa, oca, papaliza, quinua y otros) y forraje (cebada y avena).

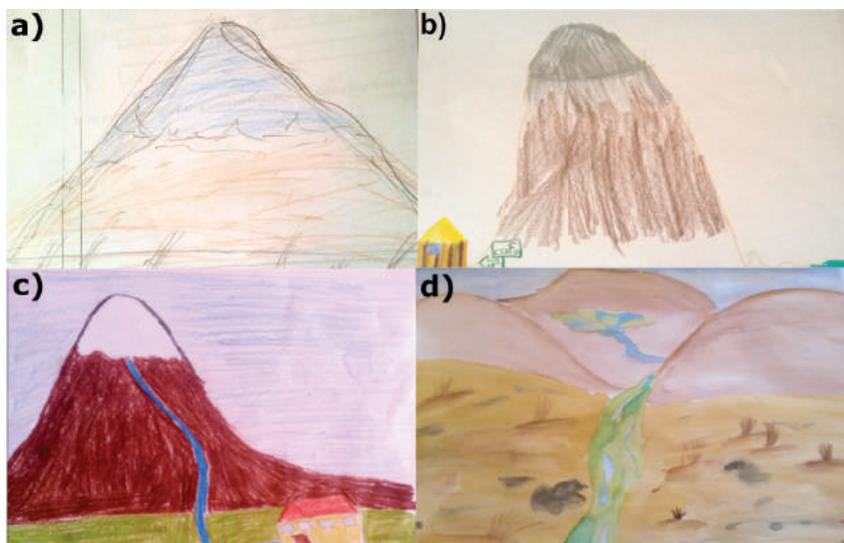


Figura 3. Elementos característicos de la Cordillera de los Andes. a) Ganado camélido; b) asentamientos de poblaciones humanas; c) apacheta; d) albergue turístico en Palcoco, donde conversan dos comunarios parte del emprendimiento.

Recuadro 1. El paisaje de los ecosistemas altoandinos antes del ser humano

Al final de la última época glacial existieron cambios fundamentales en los Andes, pasó de estar cubierto totalmente de hielo a partir de los 2.600 m a tener solo pequeños relictos de glaciar en la actualidad. Un análisis de polen antiguo en la zona de los andes venezolanos sugiere grandes contrastes entre el Tardiglacial (calentamiento del clima en el hemisferio norte causando un proceso de desglaciación acelerado) y el Holoceno (período interglacial en el que la temperatura se hizo más suave y la capa de hielo se derritió; esto provocó un ascenso en el nivel del mar). De este modo, se pasó de la dominancia de pólenes de gramíneas a la de compuestas como plantas similares a los juncos (que reservan gran cantidad de agua). En lo referente a especies arbóreas, en el Tardiglacial predominaron algunas plantas arbóreas como *Quercus* (o roble), mientras que en el Holoceno fue más abundante *Podocarpus* (o pino de cerros, quedando hoy en día relictos en los bosques de yungas). El clima antiguo en el periodo Tardiglacial resultó generalmente frío y seco, caracterizado por elevadas temperaturas, erosión eólica, condiciones que impidieron la formación de turba, hecho que posteriormente cambió para el Holoceno superior donde el clima se tornó más húmedo (Graf 1996).

2. Un ecosistema altoandino clave para el ser humano: el bofedal

El bofedal es un humedal altoandino dominado por plantas en forma de cojines. Se pueden incluir dentro de las turberas de montaña porque acumulan metros de materia orgánica durante siglos (Squeo *et al.* 2006). En la parte altiplánica de Bolivia y Chile, es también conocido como vega, aunque una vega se define como un bofedal alterado por las actividades humanas, con dominancia de gramíneas y a una altitud generalmente más baja (Ostria 1987). Otras denominaciones son “cushion bog” (en inglés) o pastizal húmedo de altura (Squeo *et al.* 2006). Las poblaciones que viven en los alrededores conocen a estos ambientes como hok’o (en quechua significa mojado, húmedo o fresco, que no se seca) (Villagrán & Castro 1999). Estas turberas son únicas en el mundo porque a diferencia de las verdaderas turberas del hemisferio Norte, no están dominadas por musgos del género *Sphagnum* y tampoco son exclusivamente ombrogenas (alimentadas solo por precipitaciones). Aunque, estas turberas se parecen a las tradicionales en los patrones microtopográficos de pozas, céspedes y abombamientos (Ruthsatz 2012).

Estos ecosistemas cumplen importantes funciones ecológicas: tienen alta capacidad para almacenar agua, funcionando como esponjas que liberan el agua cuando las precipitaciones se reducen drásticamente en época seca (Squeo *et al.* 2006, Benavides *et al.* 2013, Zeballos 2013). Este recurso en agua durante época seca asegura la disponibilidad de forraje para la ganadería todo el año.

La ganadería, una actividad tradicional en los bofedales

Muchos de los bofedales naturales fueron utilizados por las sociedades andinas a través de cientos de años, donde los pastores transformaron y expandieron estos humedales para la producción de ganado (Tapia *et al.* 1984, Verzijil & Guerrero 2013). De hecho, muchas regiones ubicadas a grandes altitudes de los Andes, encima de los 4.000 m, serían totalmente inhabitables si no fuera por los bofedales y las técnicas de manejo del ganado y de riego que realizan las comunidades locales, actividades claves para la sostenibilidad de estos ecosistemas altoandinos (Alzérreca *et al.* 2001, Verzijil & Guerrero 2013, Villarroel *et al.* 2014).

A pesar del importante efecto positivo que realizan las comunidades locales a través del riego de bofedales, son muy pocos los trabajos que corroboran y tratan de entender la lógica de esta actividad (algunos ejemplos se pueden ver en Verzijil & Guerrero 2013 y Villarroel *et al.* 2014). Esto probablemente se debe a que con el tiempo es difícil distinguir entre un canal de riego y un arroyo natural, originado por procesos naturales (Verzijil & Guerrero 2013).

Por otro lado, el manejo tradicional de camélidos y otros (ovinos y bovinos) (Recuadro 2) es rotativo entre el bofedal y el cerro o planicies adyacentes a estos sitios (Villagrán & Castro 1999). Sin embargo, la dinámica del manejo de bofedales es compleja y parece variar en función del contexto espacial y el tipo de ganado. En la Cordillera Real, (valle glaciar

Taypichaca) en bofedales a más de 4.500 m de elevación, el ganado camélido y ovino forrajea en estos sitios principalmente en la época seca. Allí, en época húmeda o de lluvias se traslada el ganado hacia los pastizales ubicados en la parte baja del valle, sobre todo por la disponibilidad de forraje y para evitar que las crías recién nacidas se ahoguen (C. Machaca 2015, *com. pers.*). En la misma Cordillera Real (parte baja del valle de Hichu Khota – comunidad Tuquia) en áreas con elevación promedio entre 4.100-4.200 m, el ganado usa los bofedales exclusivamente en la época seca, pero a partir del medio día hasta el final del atardecer, de acuerdo a los habitantes locales, para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades propias del ganado como: la fasciolosis y el carbunco (E. Flores 2015, *com. pers.*). Esta percepción podría ser perjudicial a futuro; por ejemplo, este criterio llevo a pobladores del valle de Tuni a drenar su bofedal, lo cual incidió en su deterioro (R. I. Meneses 2014, *com. pers.*). Por lo tanto sería necesario investigar la

percepción de estas poblaciones con lo que verdaderamente sucede, para así dar respuestas adecuadas con la conservación de los bofedales.

En los bofedales de la Cordillera Real, en algunas comunidades, se puede distinguir la presencia de barreras físicas (cercas), las mismas son de reciente incorporación, fueron levantadas para evitar el ingreso de ganado ajeno a la propiedad familiar. Los pobladores de estas zonas, expresan que el bofedal es de propiedad comunal, aunque cada familia tiene sectores designados para pastorear, este manejo tradicional sólo tenía límites invisibles y subjetivos, pero ahora ya se tienen barreras físicas como las cercas de alambre. (C. Machaca 2015, *com. pers.*). Es así que, en la actualidad, se generaron cambios en la forma de manejo de propiedad de comunal a privado. Reflejan la necesidad de entender los sistemas locales del uso de estos ecosistemas altoandinos al momento de planificar programas de conservación en estas zonas.

Recuadro 2. La introducción del ganado

El origen de los camélidos sudamericanos se remonta a las Montañas Rocallosas de Norteamérica, hace aproximadamente 16 millones de años, al final del Pleistoceno. Un grupo emigró por el Estrecho de Bering hacia el Oriente Medio y el África evolucionando a las formas actuales de camello bactriano y el dromedario. Otro grupo pasó al Sur por el Istmo de Panamá, llegando hasta casi la zona Austral. Desarrollándose cuatro especies de camélidos: alpaca (*Lama pacos*), llama (*Lama glama*), vicuña (*Vicugna vicugna*) y guanaco (*Lama guanacoe*), por análisis de microsatélite ADN se sugiere que la alpaca descende de la vicuña y que debiera ser reclasificada como *Vicugna pacos* (Merin *et al.* 2007). Entre estas especies, la llama y la alpaca son domesticadas, lo cual se realizó en las punas de los Andes entre los 2.800-5.000 m, abarcando aproximadamente el 80% del territorio de la zona altiplánica (Comité Consultivo Nacional 2004). El período colonial marca un cambio fundamental en el uso de los recursos naturales de las tierras altas, indujo al abandono del estricto sistema de manejo comunitario. Se introdujo nuevos cultivos (cebada, avena, centeno y otras gramíneas) y animales (ungulados de pezuñas duras y cortantes como la oveja y vaca) que se adaptaron a las condiciones extremas de baja temperatura, escasez de humedad y precipitación (Genin & Alzerreca 1995). Como resultado, junto a nuevas tecnologías de agricultura, se ampliaron las tierras de cultivo.

En cuanto a la existencia de la vicuña en la Cordillera Real un comunario del sector Tuni- Condoriri que hoy cuenta con 75 años de edad indica “Cuando era niño por el sector se podía ver hatos de vicuñas, es por eso que aquel sector al frente del bofedal en la rinconada junto al cerro se llama wari jipiña (dormidero de vicuñas en aymara), como este sector era minero fueron cazados por la demanda de alimentos, llegando a acabar con este animal.” (F. Luna 2015, *com. pers.*).

3. Otros usos de los ecosistemas altoandinos

Uso sagrado: cosmovisión andina

En el mundo andino, las montañas son algo más que formaciones rocosas, por su proximidad al cielo tienen connotación mística de gran importancia. Se consideran guardianes tutelares (achachilas en aymara), nombrados al momento de realizar la ofrenda ritual a la “Pachamama”. En caminos próximos a las montañas, las abras y los lugares más elevados son considerados sitios especiales, denominados “Apachetas”, en las cuales se apilan piedras, apuntando al cielo (Fig. 3c). Allí, los viajeros depositan una piedra del camino, como señal de respeto a las fuerzas misteriosas que enlazan lo natural con lo espiritual (Valdivia 2006). Práctica corroborada por los andinistas “*Las piedras en las apachetas son dejadas como signo del cansancio o fatiga que uno tiene durante la caminata o viaje, para luego continuar con mayor fuerza y psicológicamente uno se siente más liviano para continuar con el viaje*” (J. Apata 2015, *com. pers.*). Los viajeros aymaras consideran que la falta de respeto a los achachilas repercute en la salud, la muerte del ganado o pérdida de cultivos (Van & Enríquez 2002).

Dentro de la cosmovisión relacionada al ganado, los pastores aymaras expresan: “*el día en que se acaben las alpacas,*

desaparecerá el mundo”. Las alpacas han sido dadas por los apus (deidades en aymara) a los jaques (humanos en aymara) para que estos los críen. Si el aymara no cría las alpacas, ellas se van por donde han venido los puqyos (manantiales en aymara) (Vásquez 2000).

Sobre los nevados que forman parte de la Cordillera Real de los Andes, se han narrado y escrito muchos cuentos y leyendas. El más común es la batalla que protagonizaron el Illimani y el Mururata, pelea que duró días y noches, hasta que el Illimani le cortó la cabeza a su contrincante. Desde entonces, al cerro perdedor se llamó Mururata (descabezado). También se dice que lo que hoy conocemos como el Sajama sería la cabeza del decapitado Mururata. Otra versión indica que el Sajama era soberbio y ambicionaba el dominio de la Cordillera Real y ante esta amenaza el Illampu y el Illimani lo desterraron diciéndole sarjam (“ándate” en aymara; Tintaya 2013).

Por otro lado, las aguas estancadas (lagunas, lagos y pozos) estarían ligadas a la muerte (Soldi 1988, Greslou 1992, Gomel 1997, Pachaguayá 2008). Asimismo, las lagunas también son consideradas como espíritus protectores (Soldi 1988, Pachaguayá 2008). En contraposición, las aguas que corren son considerados como caminos y fertilizadores de cultivos

(Greslou 1992, Pachaguaya 2008). El modo en que la gente comprende su entorno se deriva en la forma en que lo usan o viven inmersos en él (Chuquimia y Pachaguaya 2012). Las personas hacen referencia al uso de los bofedales para el forrajeo del ganado en especial durante la época seca y fuente de agua (“jalsuri uma” en aymara) tanto para el ser humano y animal, expresado en la siguiente frase “taqueni sarnaqta umampi” (todos caminamos con agua, en aymara).

Uso turístico

La Cordillera Real se encuentra en el cuarto puesto de los 12 destinos a nivel nacional con mayor afluencia turística, después del Lago Titicaca, Salar de Uyuni y Madidi (VMT 2011). En la Cordillera Real los nevados que se destacan por su altura son el Ancohumá (6.427 m) Illampu (6.368 m), Huayna Potosí (6.088 m), el Mururata (5.569 m) y el Illimani (6.438 m) (Wagnon & Francou 1998). Presentan nieves perpetuas aptas para el andinismo y forman un complejo paisajístico espectacular que se vislumbra incluso desde gran distancia ya sea observando desde el altiplano o desde las zonas orientales de los yungas. Como producto de los deshielos, en las faldas de los nevados se encuentran lagunas y bofedales, que participan del encanto del paisaje altoandino, como atestiguan las numerosas fotos en las agencias de turismo.

Desde el punto de vista turístico, los nevados que reciben mayor flujo de turistas para actividades de andinismo son el Huayna Potosí, Illimani, Mururata y Charquini. Estos nevados son también empleados para prácticas de deportes

de aventura como el senderismo en los caminos prehispánicos (Qhapaq Ñan), brindando al turista la posibilidad de caminar por diferentes ecosistemas en pocos kilómetros desde las cumbres nevadas hacia los Yungas paceños. Según los operadores de turismo de la ciudad de La Paz, las rutas prehispánicas de mayor interés por los turistas (flujo turístico interno en feriados de semana santa; ordenados por popularidad) son: el Takesi, atravesando la Cumbre a 4.640 m para luego descender a 2.200 m (Choquecota - Yanacachi). Le sigue el Choro, alcanzando su altura máxima a 4.800 m en la Apacheta Chukura y 1.300 m en la comunidad el Chairo. Finalmente Yunga Cruz, iniciando en la comunidad Chuñavi 4.100 m y terminando en Chullumani 2.000 m (Calla & Rechberger 2007).

En la última década, varias comunidades se han organizado bajo la figura de emprendimientos turísticos comunitarios (Fig. 3d), apoyados por instituciones públicas y privadas. Estas ofertan productos como senderismo y ascenso a los nevados, por ejemplo en los sectores Pampalarama, Zongo, Hichu Khota, Qhala Uta y Chuñavi. No obstante, estas actividades aún están en proceso de consolidarse en el mercado turístico.

En cuanto a recreación, por la fácil accesibilidad y distancia a estos espacios de altura y con nieve, se genera la visita masiva de personas de las ciudades de La Paz y El Alto hacia la Cumbre (carretera La Paz-Yungas) en temporada de nevadas ocasionales (Anthelme *et al.* 2015).

4. Cambios globales

El caso de los bofedales: estado y escenarios

Los bofedales tienen características propias que los hacen vulnerables a las perturbaciones, porque se encuentran dentro de una matriz seca (insularidad continental) y son sensibles a cambios en el clima (Anthelme *et al.* 2014). Por ejemplo, los fenómenos irregulares llamados “El Niño” (Oscilación del Sur, ENSO) controlan la disponibilidad de agua y la duración de la estación de crecimiento. Ambos factores de vulnerabilidad tienen efecto sobre la productividad de los bofedales (Squeo *et al.* 2006). Al mismo tiempo, los bofedales enfrentan varias amenazas como la extracción de turba (Estenssoro 1991), la actividad minera (Meneses 2012), la canalización y desvío del agua (Pacheco 1998), o la sobrecarga de camélidos (Alzérreca *et al.* 2001, Squeo *et al.* 2006). En la zona de la Cordillera Real, además de estos factores también se presenta el impacto del pastoreo de vacas, ovejas, caballos y burros que pueden dañar los bofedales al no dejar regenerar a las plantas, por el tipo de pezuña y labios que tienen estos animales (Alzérreca & Luna 2001, Meneses 2012).

El calentamiento global es otra amenaza para el mantenimiento de los bofedales, principalmente por el acelerado retroceso glacial. Los glaciares tropicales andinos (que alimentan de agua a los bofedales) han perdido más del 40% de la masa glacial en los últimos 40 años (Rabatel *et al.* 2013; capítulo 1 de ese libro). El modelo conceptual sugiere que el volumen y

masa de hielo en glaciares tropicales de alta montaña, inicialmente se derretirá aceleradamente solo durante pocos años, sin embargo luego la cantidad de agua derretida descenderá hasta el final del aporte del glacial al caudal de salida (Milner *et al.* 2009, Baraer *et al.* 2012).

Las poblaciones asociadas a bofedales indican efectos contradictorios del calentamiento global. Por ejemplo, en el sur del Perú, se indica que los bofedales en ciertas zonas se expanden mientras que en otras se contraen. De forma similar, algunos manantiales (puquiales u ojos de agua) se secaron mientras que otros reaparecieron. Así mismo, campesinos en Canchis (Cuzco) han notado la disminución del flujo de agua con el que solían regar los bofedales por inundación. Así también reportaron que los niveles de los lagos han bajado y que la escorrentía de los manantiales es menor (Postigo *et al.* 2012). El retroceso de los glaciares en la Cordillera Real (Zeballos 2013), también ha influido sobre el turismo y las prácticas de esquí y andinismo. Por ejemplo, en el Chacaltaya (5.300m), la práctica de estos deportes se inició durante la presidencia de Raúl Posnansky en 1942, pero en la actualidad se suspendió porque ya no existe un glaciar en la zona (Vilela 2011).

Estos resultados reflejan la alta variabilidad de percepciones sobre el cambio climático y los cambios en bofedales, reflejando que estos procesos no son simples y

que en estos ambientes traen múltiples consecuencias. Es evidente que los glaciares se están derritiendo y sus efectos podrían repercutir en los niveles ecológico, sociocultural y económico.

Migración urbana y percepción de los bofedales para las poblaciones locales.

La migración campo-ciudad no es un fenómeno reciente. *“la emigración es una respuesta al desequilibrio estructural entre población y recursos productivos, entre hombre y tierra”* (Urioste, 1977). Entonces, la migración es altamente dinámica y varía en función al contexto ambiental, económico y social. La cercanía de la Cordillera Real a los centros urbanos como las ciudades de El Alto y La Paz favoreció la migración de la población joven en busca de mayores oportunidades de ingresos económicos. De este modo, sólo las personas de la tercera edad permanecen en el lugar de nacimiento, las cuáles quedan a cargo del ganado familiar y los cultivos de subsistencia. Los hombres encuentran oportunidades laborales en sectores de transporte, construcción y comercio. Las mujeres se dedican a las labores del hogar y en algunos casos al comercio. Los jóvenes aspiran a ingresos mensuales e inmediatos en contraste con las actividades ganaderas cuyos resultados pueden ver luego de 4 o 5 años, cuando el animal puede ser vendido (C. Layme, 2015. *com. pers.*). Así cambian sus actividades económicas, socio-culturales y su relación con el medio donde nacieron (ver también capítulo 6 en ese libro). En contraste, la percepción de los habitantes permanentes de los ecosistemas altoandinos refleja una estrecha relación y concepción de un todo

interrelacionado entre sí. Por ejemplo se puede mencionar el manejo de los hatos ganaderos de un lugar a otro en diferentes épocas del año, con el fin de evitar el sobrepastoreo de los bofedales. También se reconoce la importancia de conservar estos ecosistemas que ofrecen forraje fresco y verde para favorecer el aumento de la masa muscular, la reproducción y producción de leche del ganado en la época seca, periodo ideal donde pueden lograr mejores precios por su ganado. Estas actividades están relacionadas con la presencia de agua y al no existir este recurso *“Taqueni Jiwapa”* (todo moriría, en aymara).

Conclusión

El estado de los ecosistemas altoandinos de la Cordillera Real está estrechamente relacionado con la presencia del ser humano, quien al mismo tiempo depende e influye en sus dinámicas. Esas relaciones son complejas y resultan de siglos de interacciones. Los ecosistemas altoandinos han permitido la subsistencia del ser humano en el transcurso de su historia desde su llegada a la América, tanto en los espacios altoandinos como tierras abajo. De este modo se permitió la regulación del agua (que proviene del deshielo glaciar, precipitaciones pluviales, lagunas, bofedales y napas freáticas) función fundamental para el riego de cultivos, sustento de ganadería y subsistencia de las personas. Sin embargo, la modernidad involucra que muchos centros urbanos se encuentren con los rurales, esto pudo ocasionar la introducción de nuevas prácticas ganaderas (animales exóticos que no permiten la regeneración de nuevas pasturas naturales) y también se

vio la delimitación física de la propiedad de los bofedales.

Por otro lado, la explotación de minerales en las zonas altoandinas tiene como consecuencia la contaminación de las aguas que son empleadas en los cultivos de las zonas de tierras altiplánicas (3.700 a 4.000 m). Otro fuerte impacto en la zona, es la canalización de las aguas por la demanda de agua potable hacia los principales centros urbanos de las ciudades de La Paz y El Alto. Cada vez que aumenta la demanda en estas ciudades tratan de realizar nuevas captaciones cerca a los glaciares, probablemente generando

efectos en la dinámica de las personas que viven en los ecosistemas altoandinos. A esto se suman los cambios climáticos globales, que a futuro posiblemente pongan en peligro la estabilidad y equilibrio de estos ecosistemas naturales y su relación con el ser humano, los cuales tardaron cientos de años en establecerse.

Conocer las relaciones entre sistemas ecológicos – principalmente a través de la plantas – y sistemas sociales es indispensable para establecer procesos de gestión adecuados para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos asociados.

Tabla 1. Algunos tipos de formaciones vegetales en la Cordillera Real y sus nombres comunes (Alzarreca 1990, Mamani 2009)

Formación vegetal	Nombres comunes	Origen del nombre común
Bofedales: <i>Oxychloe andina</i> , <i>Distichia</i> spp., <i>Plantago tubulosa</i> , <i>Phylloscirpus deserticola</i>	J'hokos, hok'ó, Hocco	Aymara y Quechua
Praderas abiertas con cojines de <i>Pycnophyllum</i> spp.	chiqui chiqui	Aymara
Cinturones de vegetación acuática: <i>Juncus</i> spp. y <i>Schoenoplectus californicus</i>	Totorales	Aymara
Praderas de gramíneas <i>Festuca dolichophylla</i>	Chillihuare	Aymara
Bosques de <i>Polylepis</i> spp.	Queñual, lampayar	Aymara
Formaciones de <i>Baccharis tola</i>	Tholares	Aymara
Pajonales de <i>Deyeuxia</i> spp.	Pajonal	Aymara
Pajonales de <i>Jarava leptostachya</i>	Sicuya Iru ichu, paja brava	Aymara Aymara

Recuadro 3. Nombres comunes

En la zona altoandina existen varios tipos de ecosistemas, que se diferencian en función de diferentes características como tipo de uso o tipo de vegetación. En base a esas características, las poblaciones que viven en el entorno les otorgan diferentes nombres. La Tabla 1 muestra algunas comunidades vegetales importantes que se encuentran en la Cordillera Real y sus nombres comunes. La noción de importancia aquí es probablemente relacionada con economía (valor de producción para el ganado, por ejemplo), así que comunidades vegetales de gran importancia ecológica pero sin vínculo directo con las actividades humanas no son mencionadas.

Referencias

- Alzérreca, H. 1990. Descripción y análisis de los ecosistemas altiplano y altoandinos de Bolivia, En: Puignau, J. P. (1990). Introducción, conservación y evaluación de germoplasma forrajero en el Cono Sur, Lima. 372 p.
- Alzérreca, H. & D. Luna. 2001. Manual del ganadero para el manejo de bofedales. Asociación Integral de Ganaderos de Camélidos de los Andes Altos (AIGACAA). 40 p.
- Alzérreca, H., G. Prieto, J. Laura, D. Luna & S. Laguna. 2001. Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano. Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), La Paz. 190 p.
- Anthelme, F., D. Jacobsen, P. Macek, R. I. Meneses, P. Moret, S. Beck & O. Dangles. 2014. Biodiversity patterns and continental insularity in the high tropical Andes. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 46: 811-830.
- Anthelme, F., L. Perrier-Bruslé, S. Loza, J. Gardon, A. Zimmer & R. Meneses 2015. Aportes a la sociedad y vulnerabilidad frente a los cambios globales. En: Ecosistemas altoandinos del valle de La Paz.
- Baraer, M., B. Mark, J. Mckenzie, T. Condom, T. Bury, J. Huh, K. Portocarrero, C. Gómez & S. Rathay. 2012. Glacier recession and water resources in Peru, Cordillera Blanca. *Journal of Glaciology* 58: 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.
- Calla, S. & J. Rechberger. 2007. El camino precolombino de Yunga Cruz: un patrimonio del departamento de La Paz. *Habitat* 72:12-21.
- Comité Consultivo Nacional 2004. Situación de los recursos zoogenéticos en Bolivia. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, La Paz. 69 p.
- Chuquimia, R. & P. Pachaguay, 2012. Medio ambiente, cultura, género, poder y conflicto en la gestión del agua en las ciudades intermedias Coroico y Copacabana. La Paz, 199p.
- Estenssoro, S. 1991. Los bofedales de la cuenca alta del valle de La Paz. pp. 109-121. En: Forno, E. & M. Baudoin (eds.) *Historia Natural de un Valle en los Andes*: La Paz. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Imprenta Quipus, La Paz. 552 p.
- Genin, D. & H. Alzérreca 1995. Waira Pampa: Un sistema pastoril camélido-ovino del altiplano árido boliviano. ORSTOM: L'Institut Français de Reeliesche scientifique pour le Développement en Coopération CONPAC: Programa de Auto desarrollo Campesino, Fase de Consolidación, Oruro IB TA: Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria. La Paz. 308p
- Gomel, Z. 1997. Crianza del agua en la cultura Pucara contemporánea. pp.93 – 107. En: Van J. H. Larrain (eds.) *Manos sabias para criar la vida: Tecnologías Andina*. Quito.
- Graf, K. 1996. Algunos apuntes sobre el paleoclima en Los Andes Venezolanos hace 13.000 años. *Plantula* 1(1): 95-106.
- Greslou, F. 1992. Visión andina y usos campesinos del agua. pp. 9- 74. En: Greslou, F. (eds.) *Agua: Visión andina y usos campesinos*. Hisbol. La Paz.

- Lémuz-Aguirre, C. 2005. Patrones de asentamiento arqueológico durante las fases Omasuyos en Santiago de Huata. *Revista Textos Antropológicos*. 15:77-89.
- Mamani, G. 2009. Caracterización y uso del suelo en la comunidad del Popo. Tesis de Licenciatura en Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 170 p.
- Marín, J., B. Zapata, B. González, C. Bonacic, J. Wheeler, C. Casey, M. Bruford, R. Eduardo Palma, E. Poulin, M. Alliende & Á. Spotorno 2007. Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromosómica y molecular. 80: 121-140.
- Meneses, R.I. 2012. Estado de arte de los bofedales en la Cordillera Real en el área que abarca la cuenca de Khara Khota hasta la cuenca de Choqueyapu. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), La Paz. 74 p.
- Michel López, M. R. 2008. Patrones de asentamiento precolombino del altiplano Boliviano. Lugares centrales de la región de Quillacas, departamento de Oruro, Bolivia. 225 p. Uppsala. ISBN 978-91-506-2019-1
- Milner, A. M., L. E. Brown & D. H. Hannah. 2009. Hydroecological response of river systems to shrinking glaciers. *Hydrological Processes* 23: 62-77.
- Morales, F. 2007. Sociedades precolombinas asociadas a la domesticación y cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en Sudamérica. *Revista Latinoamericana de la papa* 14(1): 1-9.
- Neme, G., & Gil, A. 2008. Biogeografía humana en los Andes meridionales: tendencias arqueológicas en el sur de Mendoza. *Chungará (Arica)* 40(1):5-18.
- Núñez, L., Varela J., Casamiquela R., Schiappacasse V., Niemeyer H. & Villagran C. 1994. Cuenca de Taguatagua en Chile: el ambiente del Pleistoceno superior y ocupaciones humanas *Revista Chilena de Historia Natural* 67: 503-519.
- 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.
- Pachaguay, P. 2008. La Poética de las vertientes: ecofeminismo y posdesarrollo en Santiago de Huari. La Paz. 139 p.
- Pacheco, M. 1998. Aprovechamiento de áreas hidromórficas en el altiplano peruano-boliviano. Manejo de bofedales. Cría de alpacas. Cooperación Andina de Fomento y Autoridad Binacional del Lago Titicaca, La Paz. 350 p.
- Postigo, J. C. P. Chacón, M. Geary, G. Blanco, M. Fuenzalida, A. Lampis, M. Malvares. G. Palacio, J. Torres & S. Castro. 2012. Cambio climático, movimientos sociales y políticas públicas: una vinculación necesaria. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Primera edición, Santiago. 302 p.
- Rabatel, A., B. Francou, A. Soruco, J. Gomez, B. Cáceres, 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. Ménégoz, 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. *Cryosphere* 7(1): 81-102.
- Rocha, R. & Solivia, P. R. O. S. U. K. O. 2004. La tecnología de Sukakollos en el manejo y producción de cultivos en el altiplano boliviano. 1. Saberes de vida: por el bienestar de las nuevas generaciones, 200
- Ruthsatz, B. 2012. Vegetación y ecología de los bofedales altoandinos de Bolivia. *Phytocoenologia* 42: 133-179.
- Soldi, A. 1988. El Agua En El Pensamiento Andino, *Boletín de Lima* 6: 325-329.
- Squeo, F., B. Warner, R. Aravena & D. Espinoza. 2006. Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 245-255.
- Tapia Núñez, M. E. & J. A. 1984. Flores Ochoa. Pastoreo y pastizales de los Andes del Sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. Lima. 323 p.
- Tintaya, P. 2013. Sajama y el conocimiento local. Una aproximación al mito desde la Epistemología Nómada. *Revista de Psicología* n.10 La Paz dic. 2013 UNESCO 2006. El Qhapaq Ñan, C. P. A. Plan de acción regional para un proceso de integración y cooperación, preparado por la Representación de la UNESCO en el Perú. Lima: BID.
- Urioste, M. 1977. La Economía del Campesino Altiplánico en 1976. La Paz, 105 p.
- Valdivia, M. P. 2006. Cosmovisión Aymara y su Aplicación Práctica en un Contexto Sanitario del

- Norte de Chile. Revista de bioética y derecho 7: 1-5.
- Vásquez, G. 2000. Diversidad y derechos de propiedad en los Andes pp17 – 33. En: Manos sabias para criar la vida. Van K. & H. Larin. Quito
- Van, J. & P. Enríquez 2002. Señas y señaleros de la santa tierra agronomía andina. Quito. 309p.
- Verzija, A. & S. Guerrero. 2013. The system nobody sees: Irrigated wetland management and alpaca herding in the Peruvian Andes. Mountain Research and Development 33 (3): 280-293.
- VMT. 2011. Vice Ministerio de Turismo: Plan Nacional de turismo 2011 - 2016. La Paz. 36 p.
- Vilela, M. 2011. Bolivia: Retroceso de glaciares tropicales en Bolivia. Problemática y desafíos. Glaciares Andinos. pp. 49-58. En: Paz & Montecinos (eds.). Recursos Hídricos y Cambio Climático. La Paz.
- Villagrán, M. C. & R. V. Castro. 1999. Etnobotánica y manejo ganadero de las vegas, bofedales y quebradas en el Loa superior, Andes de Antofagasta, Segunda Región, Chile. Chungara 29: 275-304.
- Villarroel, E. K., P. L. Pacheco Mollinedo, A. I. Domic, J. M. Capriles & C. Espinoza. 2014. Local Management of Andean Wetlands in Sajama National Park, Bolivia: Persistence of the Collective System in Increasingly Family-oriented Arrangements. Mountain Research and Development 34 (4): 356-368.
- Wagnon, P. & Francou B. 1998. Cordillères andines: sur les hauts sommets de Bolivie, du Pérou et d'Équateur. Glénat.
- Zeballos, G. 2013. Cuantificación de la variabilidad de la extensión de humedales, lagunas, y nevados, de la Cordillera Real (15°45' – 16°45' sur, 67°40' – 68°40' oeste), entre 1984 y 2009, empleando imágenes LANDSAT TM. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Geográfica Escuela Militar de Ingeniería Mcal. Antonio José de Sucre, La Paz. 79 p.

La Cordillera Real y sus plantas

EDITORES

Rosa Isela Meneses
Stephan G. Beck
Fabien Anthelme

La Paz, Bolivia



Herbario Nacional
de Bolivia (LPB)

instituto de
ecología



Direcciones de los editores

Rosa Isela Meneses

Herbario Nacional de Bolivia (LPB)
Museo Nacional de Historia Natural (MNHN)
Casilla 10077-Correo Central, La Paz, Bolivia
www.lpb-herbarionacional.org.bo

Stephan G. Beck

Herbario Nacional de Bolivia (LPB)
Instituto de Ecología
Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)
Casilla 10077-Correo Central, La Paz, Bolivia
www.lpb-herbarionacional.org.bo

Fabien Anthelme

Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD)
UMR AMAP
Boulevard de la Lironde, 34398 Montpellier Cedex 5, France
<http://www.biothaw.ird.fr/>

Publicación financiada por el Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD), le Fond Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) y la Fondation de Recherche pour la Biodiversité (FRB).

©IRD & Herbario Nacional de Bolivia

ISBN: 978-99974-54-19-5

Depósito Legal: N° 4-1-3376-15

Diagramación: Marta Tantani

Impresión: Team Graphics S.R.L. Diciembre 2015

Dibujos: Carlos Maldonado y Arely Palabral

Cantidad: 500 ejemplares

Cita del libro:

Meneses R.I., S. Beck & F. Anthelme. Eds. 2015. La Cordillera Real y sus plantas. IRD & Herbario Nacional de Bolivia. La Paz, Bolivia. 364 p.

Foto tapa:

El fondo del valle de Palcoco: glaciar y *Deyeuxia ovata* J.Presl var. *nivalis* (Wedd.) X.Villavicencio - Foto Fabien Anthelme

Fotos de plantas adjuntas a la tapa:

Izquierda: *Gentianella briquetiana* T.N. Ho & S.W. Liu - de Olivier Dangles

Centro: *Distichia muscoides* Nees & Meyen - de Olivier Dangles

Derecha: *Oreithales integrifolia* (DC.) Schlttdl. - de Ewald Beck

Foto contratapa:

Llamas en un bofedal de la Cordillera Real de Olivier Dangles

Reservados todos los derechos. Este libro no puede reproducirse total o parcialmente por ningún método gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo sistemas de fotocopias, registro magnetofónico o de alimentación de datos, sin expreso consentimiento de los editores.