

Introducción a los bofedales de la región Altoandina Peruana

M.S. Maldonado Fonkén

Grupo Internacional de Conservación de Turbales, Lima, Perú

RESUMEN

En Perú, el término "bofedales" se usa para describir zonas con vegetación de humedales que pueden tener capas de turba subyacentes. Estas áreas son un recurso clave para el manejo tradicional de la tierra en la zona altoandina. Retienen agua en las partes altas de las cuencas, son fuentes importantes de forraje y agua para el ganado domesticado, así como centros de biodiversidad. Este artículo se basa en la experiencia de más de seis años de trabajo en bofedales en varias regiones del Perú. Se presenta el concepto de bofedal, se identifican las comunidades vegetales típicas y se mencionan los mamíferos silvestres, aves y anfibios asociados a estos ecosistemas. Además, se hace una revisión de los estudios más recientes de almacenamiento de turba y carbono en bofedales. El uso tradicional de estos espacios desde la época prehispánica ha involucrado el manejo del agua y el ganado, los cuales son esenciales para el mantenimiento de estos ecosistemas. También se describe el estado de los bofedales en la legislación peruana y su representación en áreas naturales protegidas y sitios Ramsar. Finalmente, se identifican las principales amenazas para su conservación (sobrepastoreo, extracción de turba, minería y desarrollo de infraestructura).

PALABRAS CLAVES: humedal, manejo de tierras, pantanos con cojines, Perú, turba de altura, turberas tropicales

INTRODUCCIÓN

La Cordillera de los Andes Tropicales tiene una geografía compleja y condiciones climáticas variadas, lo que da origen a una enorme heterogeneidad de ecosistemas y alta biodiversidad (Josse *et al.* 2009, Sagástegui *et al.* 1999). La humedad es una de las principales características que diferencian a los biomas del páramo, jalca y puna de los Andes peruanos. El páramo tiene la humedad más alta y está ubicado hacia el norte, cerca de Ecuador, por encima de 3000 m de elevación. La jalca, desde 3100 m de elevación en el noreste, es la transición entre el páramo y la puna. De los tres biomas, la puna ocupa el área más grande dentro del país, entre 3200 y 6000 m de elevación. Tiene una precipitación anual más baja que el páramo y la jalca y, por lo tanto, una mayor diferenciación entre las estaciones seca y húmeda. Esto es más pronunciado en el sur, donde podemos encontrar la puna xerofítica, que es mucho más seca que la puna húmeda en el resto del país (Josse *et al.* 2009, Maldonado Fonkén & Maldonado 2010, Anderson *et al.* 2011).

Bofedal ("bofedales" en plural) es el nombre local que se utiliza para describir varios tipos de comunidades vegetales de humedal en los Andes peruanos. Una de las principales características de los bofedales es la humedad edáfica constante durante todo el año. Por lo general se desarrollan en

áreas planas alrededor de pequeños estanques, a lo largo de pequeños arroyos y manantiales. Los bofedales pueden ser estacionales o permanentes, así como naturales o artificiales (con intervención antrópica). También son características la presencia de suelo orgánico o turba, y un color verdoso durante todo el año que contrasta con el amarillo de las zonas aledañas. Este contraste es especialmente marcado en la puna xerofítica. Los bofedales también se llaman "oconales" en varias partes del Perú, un nombre derivado de la palabra "ocko" (que significa húmedo) en el idioma quechua. Cerrate de Ferreyra (1979) señala que este tipo de humedal se presenta desde los 3100 m de elevación, pero la mayoría de los autores indican que esto ocurre por encima de 3800 m (Rivas-Martínez & Tovar 1982, Flórez Martínez 1992, Maldonado Fonkén 2010). La clasificación de tipos de humedal de la Convención de Ramsar de 1999 identifica a los bofedales como turberas sin bosques (Blanco & de la Balze 2004).

La extensión de los bofedales en el Perú se estima actualmente en 549 360 hectáreas (alrededor del 0,4 % del país) (MINAM 2012), pero las referencias anteriores (por ejemplo, INRENA 2002) indicaban solo 91 700 ha. En vista de las amenazas que pueden afectar a estos ecosistemas, se recomienda revisar periódicamente su extensión.

Según Lumbreras (2006), la proximidad a los bofedales fue uno de los factores que determinó la ubicación de las aldeas y caseríos en la puna durante

el proceso de asentamiento hace más de 5000 años. La mayoría de los hábitats andinos en el Perú han sido fuertemente influenciados por actividades antrópicas. En algunos casos se han convertido en paisajes culturales, es decir, ecosistemas que se mantienen gracias a la incesante actividad del hombre y cuya biota consiste en especies fuertes y adaptables. En consecuencia, las especies sensibles y especializadas ahora están restringidas a los fragmentos restantes de paisaje natural no

perturbado. En este contexto, los bofedales se han convertido en centros de biodiversidad y un recurso importante para las personas.

En este contexto, los bofedales se han convertido en centros de biodiversidad y un recurso importante para las personas. Este artículo surge como resultado de más de seis años de trabajo en bofedales peruanos en las regiones de Cajamarca, Cuzco, Ayacucho, Huancavelica, Apurímac y Moquegua (Figura 1, Tabla 1). Ofrece una revisión exhaustiva

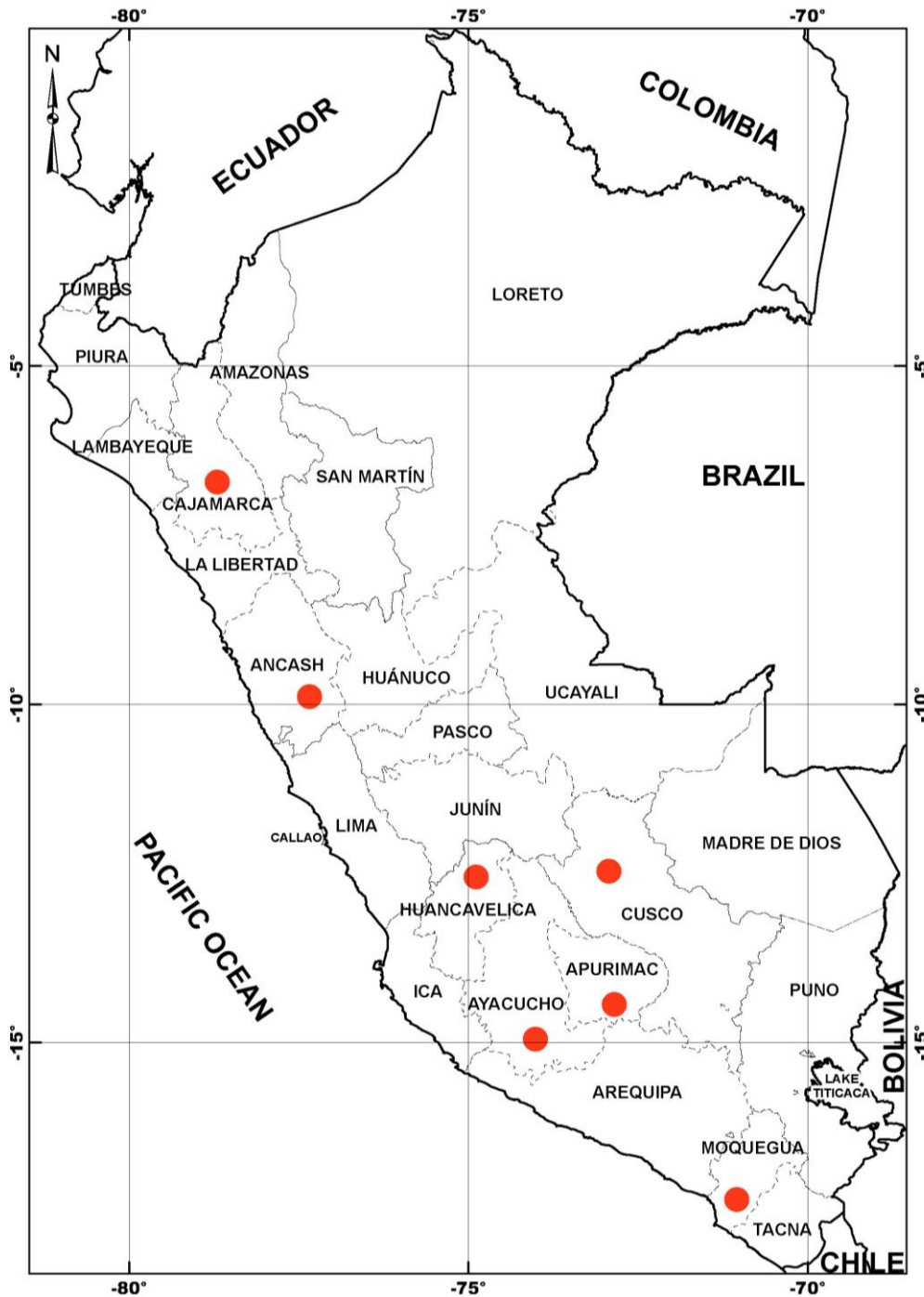


Figura 1. Mapa de Perú que muestra las regiones administrativas. Las regiones mencionadas en este artículo se identifican con puntos rojos (●).

Tabla 1. Ubicación y características de los bofedales que se estudiaron durante este trabajo.

Region	Provincia	Distrito	Número de sitios de estudio	Rango altitudinal (m s.n.m.)	Principales comunidades vegetales registradas	Ganado	Extracción de turba
Apurímac	Cotabambas	Coyllurqui	1	4027–4081	Turbera de <i>Distichia</i> , Césped de arroyo	vacunos, ovinos, caballos	no
		Tambobamba	1	4104–4366	Turbera de <i>Distichia</i> , Césped de arroyo	ovinos, caballos, llamas	no
Ayacucho	Cangallo	Paras	1	4460–4473	Turbera de <i>Distichia</i>	alpacas, llamas, ovinos, vacunos	no
	Huamanga	Chiara	1	4071–4113	Césped de arroyo	ovinos	no
		Vinchos	4	4305–4709	Turbera de <i>Distichia</i> , Turbera de <i>Distichia</i> y <i>Plantago rigida</i>	alpacas, llamas, ovinos, vacunos	sí ¹
	La Mar	Anco	1	3910–3913	Césped de arroyo	ovinos, caballos	no
Cajamarca	Cajamarca	La Encañada	4	3719–3890	Prado turboso, Césped de arroyo, Turbera con musgos y arbustos	vacunos, ovinos, caballos	no
	Celendin	Sucre	1	3790–3799	Turbera con musgos y arbustos	vacunos, ovinos, caballos	no
Cuzco	Chumbivilcas	Chamaca	2	4566–4678	Turbera de <i>Distichia</i> , Césped de arroyo	vacunos, ovinos, caballos	no
		Velille	1	4308–4319	Turbera de <i>Distichia</i> , Césped de arroyo	alpacas, llamas, ovinos, vacunos, caballos	no
	Espinar	Espinar	12	4054–4713	Prado turboso, Césped de arroyo, Turbera de <i>Distichia</i>	alpacas, llamas, ovinos, vacunos	no
Huancavelica	Huaytará	Pilpichaca	3	4090–4770	Prado turboso, Césped de arroyo, Turbera de <i>Distichia</i>	alpacas, llamas, ovinos, caballos, vacunos ²	no
Moquegua	Mariscal Nieto	Carumas	6	4329–4424	Turbera de <i>Distichia</i> , Césped de arroyo	alpacas, llamas, ovinos, vacunos	no

¹ sólo en un sitio; ² en el rango altitudinal menor, entre 4200 y 4300 m de elevación.

de la información disponible sobre aspectos biológicos (flora y fauna), físicos (agua, turba, carbono) y socioculturales (importancia para las personas, manejo tradicional). Asimismo, describe la normatividad para su conservación e identifica las principales amenazas para estos ecosistemas.

FLORA Y VEGETATION

La composición botánica y la diversidad de bofedales exhiben una variación considerable en función de la ubicación, altitud, topografía, humedad, exposición, latitud, influencia del ganado, etc. Además, la mayoría de los bofedales son complejos de diferentes comunidades de plantas (Ruthsatz 2012). Weberbauer (1945) describe cuatro comunidades de plantas hidrófilas que pueden asociarse con humedales (denominados bofedales

por la población local en diferentes partes del país, Figura 2): turberas de *Distichia*, turberas con musgos y arbustos, praderas turbosas y césped de arroyo.

Turberas de *Distichia* (*Distichia* peatland)

Esta comunidad de plantas de la puna se caracteriza por los cojines duros típicamente formados por especies del género *Distichia* (Figuras 2a, 3a), la ausencia de arbustos, una baja frecuencia de musgos y hierbas, y, generalmente, la ausencia de *Sphagnum*. Se presentan principalmente en el centro y sur del Perú (Weberbauer 1945). La mayoría de los autores locales (Tovar 1973, Canales & Tapia 1987, Flórez Martínez 1992, Salvador 2002, Salvador & Cano 2002, Flores *et al.* 2005, Flórez Martínez 2005) identifican a esta comunidad como bofedal, particularmente entre los 4000–4200 m de elevación (Maldonado Fonkén y Maldonado 2010).

(a)



(b)



(c)



(d)



Figura 2. a. Turbera de *Distichia* en Huancavelica (4756 m s.n.m.), abril 2012; b. Turbera con musgos y arbustos en Cajamarca; c. Prado turboso en Cuzco (4000 m s.n.m.), enero 2010; d. Césped de arroyo en Cuzco (4200 m s.n.m.), enero 2010.

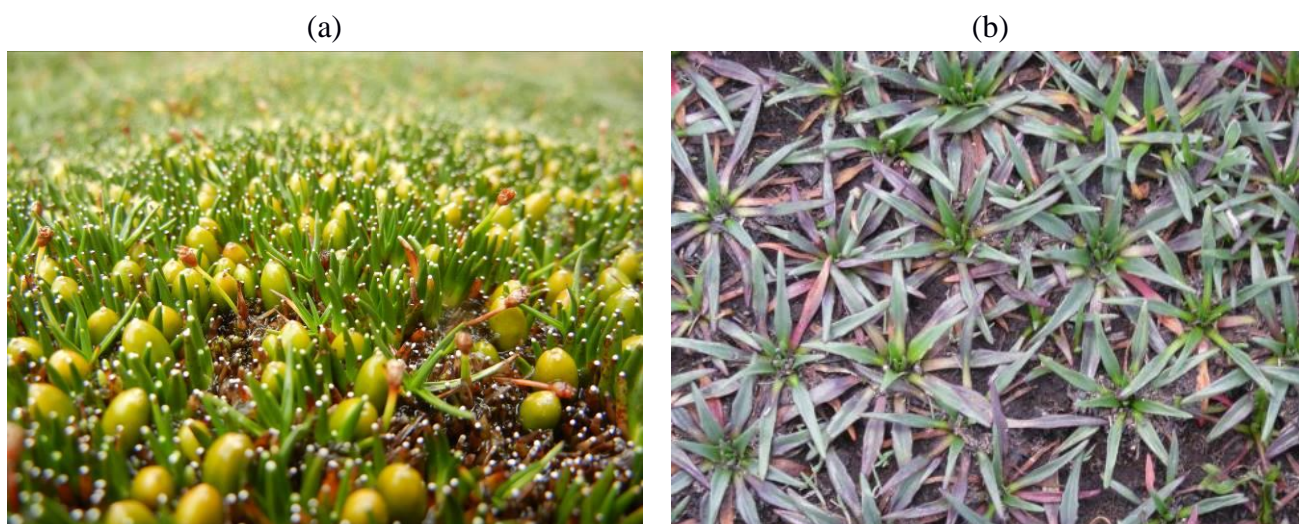


Figura 3. a. *Distichia muscoides* Nees & Meyen, b. *Plantago tubulosa* Decne.

Distichia también es prominente en turberas altoandinas del páramo en Ecuador y Colombia; el término “bofedales” no se usa en Colombia.

En Perú, las especies dominantes suelen ser *Distichia muscoides* Nees & Meyen (Juncaceae, Figura 3a) (común en todo el Perú) o *Distichia acicularis* Balslev & Lægaard (generalmente registrada en el norte del país). Cabe mencionar que, según Ramírez (2011), es posible encontrar una tercera especie: *Distichia filamentosa* Buchenau, en bofedales peruanos (Ancash). *D. filamentosa* también se ha registrado en bofedales bolivianos y chilenos (Ruthsatz 2012), lo que significa que es muy probable que también esté presente en el sur de Perú.

Las observaciones de campo confirman que los musgos están presentes con una cobertura muy pequeña en comparación con las especies de *Distichia*. Y el resto de plantas acompañantes son generalmente comunes a más de una de las comunidades de bofedales. *Distichia muscoides* es una especie considerada deseable para alpacas, ovejas y llamas (Maldonado Fonkén 2010), y también es muy apetecible para los caballos. Por lo tanto, la turbera de *Distichia* a menudo está sujeta a una fuerte presión de pastoreo.

Turberas con musgos y arbustos (peatland with mosses and shrubs)

Este tipo de bofedal se caracteriza por la abundancia de musgos, especialmente especies del género *Sphagnum*, y arbustos ericáceos dispersos. Es poco común en Perú, presentándose en el este y el norte del país (Weberbauer 1945) asociado con áreas de páramo y jalca. Es muy similar a las comunidades de plantas que se pueden encontrar en Ecuador y Colombia y se asemeja a las turberas de *Sphagnum*

de páramo descritas por ejemplo por Cleef (1981), Cuello & Cleef (2009) y Cooper *et al.* (2010).

Los arbustos típicos de esta comunidad de plantas incluyen *Vaccinium floribundum* Kunth (Ericaceae) y *Loricaria ferruginea* (Ruiz & Pav.) Wedd. (Asteraceae). También se pueden encontrar algunas especies del género *Puya* (Bromeliaceae). Aunque la presión de pastoreo depende de la composición específica de la vegetación del sitio, estos bofedales son generalmente peligrosos para el ganado porque el suelo es tan suave que los animales pueden hundirse fácilmente en él.

Prados turbosos (peaty meadow)

Los prados turbosos se caracterizan por la presencia de muchas especies de la familia Poaceae y la ausencia de *Sphagnum*. Se presentan en parajes interandinos y vertientes occidentales en todo el Perú (Weberbauer 1945). Las plantas vasculares dominantes típicas son Cyperaceae (especies de los géneros *Carex*, *Eleocharis*, *Phylloscirpus* y *Scirpus*), Juncaceae (especies de *Juncus* y *Luzula*) o gramíneas altas, generalmente especies de los géneros *Festuca* y *Calamagrostis*. En este último caso, a esta comunidad de plantas se le puede denominar como pastizales inundados. La abundancia de Cyperaceae y Juncaceae generalmente ofrece un buen alimento para el pastoreo, aunque la calidad del forraje varía con la composición específica de la vegetación en cada sitio.

Césped de arroyo (stream grassland)

El césped de arroyo se caracteriza por la presencia de plantas muy pequeñas que forman una alfombra. Por lo general, se encuentra en las riberas de los ríos (Weberbauer 1945) y alrededor de otras fuentes de

agua, o en áreas con alta humedad. Al igual que los prados turbosos, el césped de arroyo no se registra *Sphagnum* y se presenta en parajes interandinos y vertientes occidentales en todo el país (Weberbauer 1945). Entre las especies características están: *Plantago tubulosa* Decne. (Figura 3b) y *Werneria pygmaea* Gillies ex Hook. Y Arn., junto con otras varias especies de Asteraceae, Cyperaceae y Juncaceae. *Plantago tubulosa* es una especie indeseable para alpacas, llamas y ovejas (Maldonado Fonkén 2010), por lo que cuando *P. tubulosa* es dominante, el valor para el ganado de esta comunidad de plantas es menor que el de otros tipos de bofedal.

Es importante mencionar que las comunidades vegetales generalmente se presentan en asociaciones mixtas. Así por ejemplo, las áreas cubiertas por las comunidades de turberas a menudo están rodeadas por césped de arroyo o prados turbosos. Esto podría ser el resultado de una combinación de factores tales como: variaciones en la disponibilidad de agua, la sucesión o la presión del ganado.

También se presentan otras comunidades vegetales consideradas como bofedales, pero son mucho menos comunes que las enumeradas por Weberbauer (1945), cuya clasificación sigue siendo la más útil a nivel nacional. Por ejemplo, Tovar (1973) y Smith (1988) describen bofedales de *Distichia muscoides* y *Plantago rigida* Kunth, donde esta última especie también forma cojines. Aunque es raro, las turberas de este tipo, incluyendo algunas dominadas sólo por *P. rigida*, se han encontrado en diferentes partes de las regiones de Ancash y Ayacucho (Maldonado Fonkén & Maldonado 2010, Maldonado Fonkén 2010). En otras comunidades vegetales de bofedal que se presentan al sur de Perú (Moquegua), la especie dominante es *Oxychloe andina* Phil. (Juncaceae).

FAUNA

Los bofedales son un recurso importante para los animales silvestres, ya que les proporcionan agua, alimentos, refugio y sitios de anidamiento (Maldonado Fonkén & Maldonado 2010). En estos hábitats se pueden observar alimentándose o bebiendo agua a la “vicuña” *Vicugna vicugna* y al “guanaco” *Lama guanicoe* (camélidos silvestres). Lo mismo ocurre con el “venado cola blanca” *Odocoileus virginianus* y la “taruca” *Hippocamelus antisensis*, siendo esta última la única especie de venado cuyo rango se extiende hasta la línea de nieve. Roedores tales como “vizcacha” *Lagidium peruanum* (Figura 4a) y varios ratones (*Akodon*

boliviensis, *Auliscomys pictus*, *Calomys lepidus*, *Necromys amoenus*, *Phyllotis osilae*, *Phyllotis xanthopygus*, etc.) también se alimentan en estos hábitats. De otro lado, atraídos por la presencia de herbívoros, así como por el agua, los carnívoros como el “puma” *Puma concolor*, el “zorro andino” *Lycalopex culpaeus* y el gato del pajonal” *Leopardus colocolo* también pueden visitar bofedales.

De acuerdo con Tellería *et al.* (2006), los bofedales operan como *hotspots* locales para aves, manteniendo a las especies que están primariamente asociadas con una variedad de otros hábitats como río y lagos (i.e. patos, incluyendo *Anas flavirostris* y *Anas specularoides*; Figura 4b), praderas húmedas (Avefria andina *Vanellus resplendens*, huallata *Chloephaga melanoptera*; Figura 4c; Churrete de ala barrada *Cinclodes fuscus*, Negrito andino *Lessonia oreas*, etc.) y estepas de gramíneas (palomita dorada *Metriopelia aymara*, agachona mediana *Thinocorus orbignyianus*, etc.). La riqueza de la fauna de aves se correlaciona positivamente con el tamaño del bofedal y la proximidad a los cuerpos de agua abiertos permanentemente. Maldonado Fonkén & Maldonado (2010) enumeran otras aves registradas en bofedales en la región de Ancash. Y al sur de los Andes peruanos, el “suri” *Rhea pennata*, es otra especie característica que también se ha observado en bofedales de la puna xerofítica (Moquegua).

Los bofedales también son importantes para los animales que viven en praderas húmedas y estanques, como los anfibios (Tellería *et al.* 2006). Estos incluyen el sapo *Rhinella spinulosa* (Figura 4c) y las ranas *Gastrotheca marsupiata*, *Pleurodema marmorata* y *Telmatobius jelskii*. Las tres primeras de estas especies se reproducen en arroyos de flujo lento (Angulo *et al.* 2004, 2010; Cortez *et al.* 2010).

AGUA, TURBA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

Los bofedales ocupan áreas que reciben agua del derretimiento de glaciares, ríos, lagos y acuíferos subterráneos (agua subterránea) además de la precipitación, almacenándola en las partes altas de las cuencas. La escorrentía de bofedales es lenta y, en muchos casos, el agua se filtra a través del suelo antes de reanudar el flujo en un nivel inferior. De esta manera, los ecosistemas bofedal regulan el flujo de agua y aseguran la estabilidad del suelo. Aunque no reemplacen la función de almacenamiento de agua de los glaciares, los bofedales también almacenan cantidades considerables de agua, lo cual

es importante en el contexto del cambio climático (Leyva 2008, Gobierno Regional de Ayacucho 2007, CDC 2005, Salvador & Cano 2002; en Maldonado Fonkén 2010).

En cualquier estudio de humedales con fines de conservación o manejo, es muy importante determinar el origen del suministro de agua y si existen conexiones hidrológicas con otros humedales o cuerpos de agua. Las asociaciones de los bofedales con los cuerpos de agua son variables. Algunos están vinculados a cursos de agua como ríos, arroyos, lagos o estanques; y otros a "ojos de agua" (estanques pequeños generalmente alimentados por aguas subterráneas). En el caso de bofedales estacionales, el agua suele ser visible solo durante la estación húmeda.

Como se mencionó anteriormente, la presencia de turba o suelo orgánico debería ser un rasgo

característico de los bofedales. Sin embargo, hay pocos estudios sobre la profundidad o características de la turba en bofedales peruanos. Cooper *et al.* (2010) estudiaron cuatro tipos de comunidades vegetales (plantas de cojín, pastizales húmedos, briofitas y líquenes, juncos y ciperáceas) en Cajamarca (norte de Perú). La primera de estas (comunidades de plantas de cojín que incluyen *Distichia* spp., *Plantago tubulosa* y/o *Oreobolus obtusangulus* Gaudich) registró el mayor contenido de carbono orgánico (30–40 %) y la capa de turba más gruesa (>7 m). En Arequipa y Junín, Salvador *et al.* (2014) investigaron sitios con al menos 30 cm de turba (contenido de materia orgánica > 30 %). El mayor contenido de materia orgánica se registró en las turberas de *Oxychloe* (78 %), seguido de las de *Distichia* (69 % ± 14 %), *Plantago tubulosa* (63 %) y una mezcla de *Distichia* y *Plantago tubulosa* (56 ±

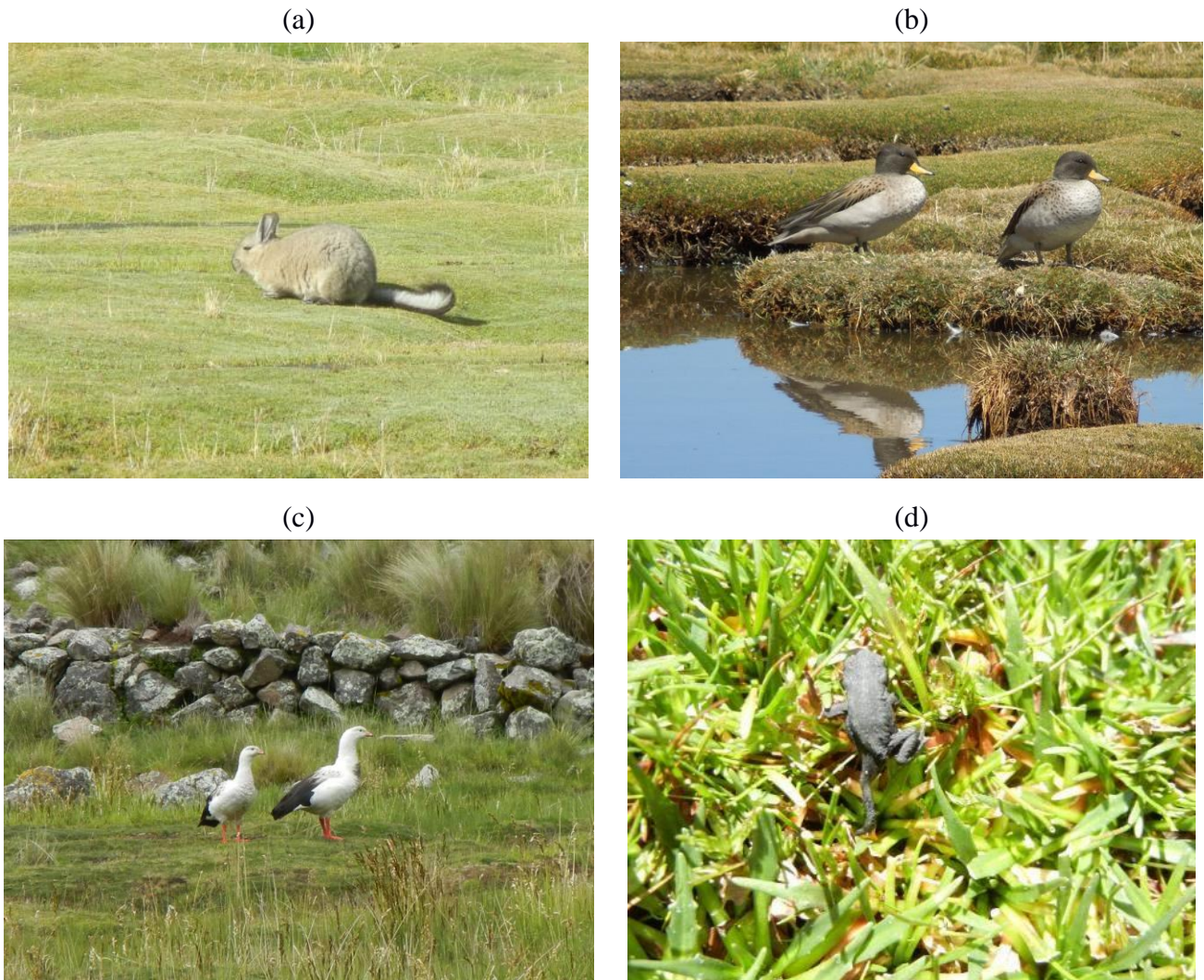


Figura 4. Parte de la fauna silvestre de los bofedales peruanos: (a) *Lagidium peruanum* "vizcacha" en las turberas de *Distichia* (Moquegua 2013); (b) patos en las turberas de *Distichia* (Moquegua 2014); (c) "huallatas" (ganso andino *Chloephaga melanoptera*) en prados turbosos (Cusco 2012); y (d) el sapo *Rhinella spinulosa* en prado turboso (Ayacucho 2012).

26 %). Se necesitan más estudios para aclarar la relación de las comunidades vegetales de bofedales con la profundidad de la turba y el contenido de carbono orgánico.

En Puno (al sur del Perú), Segnini *et al* (2010) encontraron que el contenido de carbono en los primeros 30 cm del suelo de los bofedales evaluados varió entre 121.7 a 215.6 g C kg⁻¹. El mayor contenido fue registrado en la capa superficial del suelo (0–2.5 cm) en bofedales permanentes, los cuales contenían 64 % más de carbono en esta porción del suelo que los bofedales estacionales. Esto indica una mayor acumulación de materia orgánica en la primera capa de los sistemas de suelo más húmedos. En contraste, la cantidad total de carbono almacenada en los primeros 30 cm de suelo fue mayor en los bofedales estacionales (301.7 t C ha⁻¹) en comparación con los permanentes (228.9 t C ha⁻¹).

MANEJO TRADICIONAL PARA PASTOREO

Las condiciones ambientales por encima de los 3800 m de elevación generalmente hacen que la agricultura sea difícil o inviable, por lo que la ganadería se convierte en la actividad económica principal de las personas que viven a esta altitud (Maldonado Fonkén 2010). Los bofedales son fuentes importantes de alimento y agua para el ganado (Figura 5), especialmente en las áreas más secas del país (i.e. puna xerófitica) con una fuerte estacionalidad. Además son elementos clave del manejo ganadero.

La práctica tradicional de la crianza de camélidos (alpacas y llamas) se originó en tiempos prehispánicos, junto con el desarrollo de técnicas para utilizar bofedales con el fin de mejorar el éxito de la cría de animales. Una de estas técnicas fue el riego de pastos, que se ha registrado desde tiempos prehispánicos en Canchis (Cuzco) y Puno. Algunos autores creen que esta actividad creó muchos bofedales en la puna central y del sur del Perú. Existen varias técnicas de riego de acuerdo con las características de cada sitio, como la disponibilidad de agua y las especies de plantas. Sin embargo, el objetivo general es siempre proporcionar un acceso constante al agua, teniendo en cuenta la alternancia de estaciones (seca y húmeda), así como las interrupciones del suministro durante la congelación. El agua puede derivarse de una variedad de fuentes (precipitación, ríos, manantiales, etc.) al hacer canales y pozos (Palacios 1977, Canales & Tapia 1987, Moya *et al.* 1994, Tapia 1997, Maldonado Fonkén 2010).

En Ancash, hay evidencia de que la crianza de camélidos en la puna fue una de las principales motivaciones para la construcción de sistemas de riego y manejo de cuencas en el valle de Nepeña (Herrera & Lane 2004). Lane (2006) describe la creación de un bofedal prehispánico de 53.125 m² en la Cordillera Negra (distrito de Pamparomas, provincia de Huaylas). También se han encontrado estructuras aisladas asociadas con bofedales prehispánicos en el sitio arqueológico “Pampa de Chonta Alta” de la comunidad de Lacabamba (distrito del mismo nombre, provincia de Pallasca) (Lovera *et al.* 2007).



Figura 5. Los animales de pastoreo nativos (camélidos) de los Altos Andes peruanos (a) alpacas, (b) llamas.

Cuando llegaron los españoles, los vacunos y (especialmente) las ovejas se integraron con el ganado nativo en la zona altoandina. Hoy en día, los ganaderos aún consideran a los bofedales como elementos centrales de los sistemas de irrigación que se requieren para garantizar un buen suministro de alimentos para alpacas reproductoras. La humedad del subsuelo se traduce en forraje de mayor calidad, animales más sanos y, en última instancia, una mayor producción de carne y fibra de alpacas y ovejas (Flórez Martínez 1992, 2005; Maldonado Fonkén 2010). Verzijl & Guerrero (2013) describen métodos para el manejo del agua bofedal que actualmente se emplean en la comunidad altoandina de Ccarhuanco (Huancavelica) en el centro de Perú. Estos incluyen la construcción de diferentes tipos de canales para suministrar agua al bofedal y un sistema de control de riego. Otra técnica identificada, aunque no ampliamente practicada, es la fertilización de bofedales con estiércol de ganado transportado utilizando agua de lluvia.

Los bofedales deben manejarse como sitios especiales de alimentación y provisión de agua, ya que son un recurso importante para el ganado local (alpacas, llamas, ovejas y, eventualmente vacunos y caballos) en la época seca cuando el forraje es escaso en otros lugares. Por lo tanto, el tipo y la cantidad de ganado, así como los tiempos de pastoreo, deben controlarse cuidadosamente para no dañar el ecosistema teniendo en cuenta las necesidades (alimentos, agua, refugio, sitios de anidación, etc.) de la fauna silvestre. La ordenación de pastizales involucra técnicas como el cercado para proteger los bofedales y el pastoreo rotativo para conservarlos (Moya *et al.* 1994, Pinedo 2000, Maldonado Fonkén 2010).

Las comunidades andinas son propietarias colectivas (propiedad comunal) de sus áreas de pastoreo en pastizales naturales (incluidos los bofedales), pero el ganado pertenece a familias individuales (Flórez Martínez 1992). Según muchos autores, esta situación puede limitar o favorecer la posibilidad de sobrepastoreo (Pinedo 2000).

El conocimiento local sobre el manejo de los bofedales no siempre es utilizado por las comunidades de la zona altoandina del Perú, tal vez porque se ha perdido o porque los recursos (como los ingresos o la tierra para el pastoreo) son limitados; o debido al cambio en las fuentes de sustento para granjas o agricultores individuales, disputas locales sobre el uso de áreas comunales, etc. A veces se lleva a cabo la gestión del agua, pero no el control del pastoreo. Para un manejo exitoso del bofedal, es necesario armonizar tanto la gestión del agua como la del pastoreo.

NORMATIVIDAD Y CONSERVACIÓN

Los bofedales son considerados como ecosistemas frágiles en la Ley General del Ambiente del Perú (Ley N° 28611, Artículo 99) (Maldonado Fonkén 2010), sobre todo porque de ellos dependen varias especies de flora y fauna amenazadas o endémicas (Birdlife International 2003, León *et al.* 2006, MINAG 2004, 2006). De acuerdo con el Reglamento de Zonificación EcológicoEconómica peruana (DS N° 087-2004-PCM, artículo 9) (PCM 2004), los bofedales son áreas de conservación o protección. Además, de acuerdo con el Reglamento Ambiental Peruano para Actividades de Exploración Minera (DS 20-2008-EM, Artículo 11): “ninguna actividad de exploración o caminos pueden cruzar bofedales o humedales, o causar la colocación de materiales, desechos o cualquier otra materia o sustancia en ellos”. Si se pierden o afectan durante la explotación, se deben implementar medidas de compensación y gestión para permitir la reposición (o sustitución) de sus servicios ambientales (RM N° 092-2014-MEM / DM) (MEM 2014).

No existe información específica sobre la extensión de bofedales protegidos en Perú, probablemente porque ninguna de las Áreas Naturales Protegidas ha sido creada específicamente para su conservación. Algunas de las designaciones tienen en cuenta los humedales andinos asociados con lagos y estanques como los de las Reservas Nacionales de Junín (Junín y Pasco), Titicaca (Puno) y Salinas y Aguada Blanca (Arequipa), las tres áreas naturales protegidas incluyen bofedales. En otros casos, las comunidades vegetales de bofedales están protegidas junto con las praderas andinas, como en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Conchas (Junín, Lima), el Parque Nacional Huascarán (Ancash) y la Reserva Nacional Pampa Galeras (Ayacucho).

Dentro de cada área natural protegida, los bofedales están presentes en áreas que se usan directa o indirectamente, como el Área de Vida Silvestre, Área Turística y Recreativa, Zona de Recuperación, Área de Utilización Directa y Áreas de Uso Especial (Maldonado Fonkén 2010). Además, al menos seis de los trece humedales peruanos de importancia internacional (sitios Ramsar) incluyen bofedales, a saber: Bofedales y Lagunas de Salinas (Arequipa), Laguna del Indio - Dique de los Españoles (Arequipa), Lago Titicaca (Puno), Humedal Lucre - Huacarpay (Cusco), Laguna Las Arreviatadas (Cajamarca) y Reserva Nacional Junín (Junín y Pasco).

La Estrategia Nacional para la Conservación de los Humedales en Perú (INRENA 1996) no hace referencia específica a los bofedales, sino que

enfatisa los lagos y estanques de los Altos Andes. Esta estrategia se actualizará en 2014. A nivel regional, Perú participa en la Iniciativa Regional para la Conservación y el Uso Racional de los Humedales Altoandinos (Ramsar 2014), parte de la cual se centrará en la Estrategia Regional para la Conservación y el Uso Sostenible de Humedales Altoandinos (2005–2015).

AMENAZAS

Varios autores se han referido al problema del sobrepastoreo en bofedales (Flórez Martínez 2005, Maldonado Fonkén 2010, Ramírez 2011, Salvador *et al.* 2014). Todos los bofedales en el Perú probablemente son o han sido pastoreados en el pasado, y por lo tanto están continuamente sujetos a presión externa. El grado de impacto variará en función al tipo y la cantidad de ganado. Los vacunos y los caballos pueden generar un mayor impacto que las alpacas y las ovejas porque necesitan más ingestión de forraje por animal y porque sus cuerpos pesados pueden dañar la vegetación.

La extracción de turba (champa) para su uso como combustible para cocinar (Salvador *et al.* 2014) o en la fabricación de medios de cultivo para horticultura (Flores *et al.* 2005) crea un gran impacto en un corto período de tiempo. La regeneración natural de los bofedales donde ha habido extracción de turba es lenta y difícil bajo las condiciones climáticas predominantes, especialmente porque su vegetación ha sido removida. La extracción de turba solo se practica en algunos lugares del Perú, y se necesitan más estudios para establecer el alcance de su impacto.

La minería también es una actividad de alto impacto porque puede destruir directamente varias hectáreas de un bofedal o indirectamente afectarlos al introducir contaminación, alterar el régimen hídrico, etc. Según la normatividad peruana, deben implementarse medidas para reducir, mitigar o compensar tales impactos. Cabe indicar que regulaciones similares aplican a las actividades de otras industrias extractivas. Por ejemplo, ya se han establecido varios programas de rehabilitación y monitoreo en relación con los gasoductos de Camisea que cruzan los Andes.

A veces, las represas construidas para crear depósitos de suministro de agua en la región altoandina (por ejemplo, Pasto Grande en Moquegua) también generan altos impactos en varias hectáreas de bofedales al inundarlos por completo. Otros tipos de infraestructura, como las carreteras, pueden afectar los bofedales al

atravesarlos o afectar su suministro de agua.

En el contexto actual del cambio climático, es urgente y necesario desarrollar y establecer formalmente medidas o protocolos apropiados a nivel nacional para la gestión y recuperación de los bofedales, en el contexto no solo de las actividades de pastoreo, sino también en relación con el espectro completo de las necesidades de suministro de agua.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Environmental Resource Management y, especialmente, a Knight Piésold Consulting por hacer posible el trabajo de campo. Un agradecimiento especial a Hans Joosten, Antoine Cleef, Piet-Louis Grundling y todos los participantes del IMCG Andes Field Symposium (2012), quienes me animaron a escribir este artículo. Y finalmente a Kevin Vergaray por su colaboración en la traducción de este artículo.

REFERENCIAS

- Anderson, E.P., Marengo, J., Villalba, R., Halloy, S., Young, B., Cordero, D., Gast, F., Jaimes, E. & Ruiz, D. (2011) Consequences of climate change for ecosystems and ecosystem services in the Tropical Andes. En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M. & Tiessen, H. (eds.) *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*, Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) (Brazil) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 pp. (en inglés).
- Angulo, A., De la Riva, I., Jungfer, K., Córdova-Santa Gadea, J. & Sinsch, U. (2004) *Gastrotheca marsupiata*. En: IUCN 2013 Lista Roja de Especies Amenazadas, Versión 2013.2. Disponible en: www.iucnredlist.org, acceso el 20 de mayo de 2014.
- Angulo, A., De la Riva, I., Córdova-Santa Gadea, J., Veloso, A., Núñez, H., Úbeda, C., Lavilla, E. & Blotto, B. (2010) *Rhinella spinulosa*. En: IUCN 2013 Lista Roja de Especies Amenazadas, Versión 2013.2. Disponible en: www.iucnredlist.org, acceso el 20 de mayo de 2014.
- Birdlife International (2003) *Peruvian High Andes (Región Altoandina Peruana)*. Birdlife IBA Factsheet 051, BirdLife International World Bird Database, Version 2.0, Cambridge, UK (en inglés). Disponible en: <http://www.birdlife.org/datazone/ebas/index.html?action=EbaHTMDetails.asp&sid=52&m=0>, acceso el 20 de mayo de

- 2014.
- Blanco, D.E. & de la Balze, V.M. (2004) *Los Turbales de la Patagonia: Bases para su Inventario y la Conservación de su Biodiversidad*. Publicación N° 19, Wetlands International, Buenos Aires, Argentina, 149 pp.
- Canales, C. & Tapia M. (1987) *Producción y Manejo de Forrajes en los Andes del Perú*. Proyecto Investigación de los Sistemas Agropecuarios Andinos, PISA (INIPA, CIID, ACIDI), Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Lima, 304 pp.
- Cerrate de Ferreyra, E. (1979) *Vegetación del Valle de Chiquian, Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash (Vegetation of Chiquian Valley, Bolognesi Province, Ancash Department)*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Editorial Los Pinos, Lima, 65 pp.
- Cleef, A.M. (1981) *The Vegetation of the Páramos of the Colombian Cordillera Oriental (La Vegetación de los Páramos de la Cordillera Oriental Colombiana)*. Dissertationes Botanicae, 61, J. Cramer, Vaduz, Principado de Liechtenstein, 321 pp. (en inglés).
- Cooper, D.J., Wolf, E.C., Colson, C., Vering, W., Granda, A. & Meyer, M. (2010) Alpine peatlands of the Andes, Cajamarca, Peru (Turberas Alpinas de los Andes, Cajamarca, Perú). *Artic, Antarctic, and Alpine Research (Investigaciones Articas, Antarticas y Alpinas)*, 42(1), 19–33 (en inglés).
- Cortez, C., Reichle, S., Sinsch, U., Köhler, J., Arizabal, W., Veloso, A., Núñez, H., & Lavilla E. (2010) *Pleurodema marmoratum*. En: IUCN 2013 Lista Roja de Especies Amenazadas, Versión 2013.2. Disponible en: www.iucnredlist.org, acceso el 20 de mayo de 2014.
- Cuello, N. & Cleef, A.M. (2009) The páramo vegetation of Ramal de Guaramacal, Trujillo state, Venezuela. 2. Azonal vegetation (La vegetación de páramo del Ramal de Guaramacal, Trujillo state, Venezuela. 2. Vegetación azonal). *Phytocoenologia*, 39(4), 389–409 (en inglés).
- Flores, M., Alegria, J. & Granda A. (2005) Diversidad florística asociada a las lagunas andinas Pomacocha y Habascocha, Junín, Perú. *Revista Peruana de Biología*, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, 12(1), 125–134.
- Flórez Martínez, A. (1992) Las praderas nativas del Perú. In: Flórez Martínez, A., Inouye, E.M. & San Martín Howard, F. (eds.) *Manual de Forrajes para Zonas Áridas y Semiaridas Andinas*. Red de Rumiantes Menores, Lima, 55–124.
- Flórez Martínez, A. (2005) *Manual de Pastos y Forrajes Altoandinos*. ITDG AL, OIKOS, Lima, 53 pp.
- Herrera, A. & Lane, K. (2004) Issues in Andean highland archaeology: The Cambridge round table on Ancash Sierra archaeology (Problemas en la arqueología de la tierra en zonas altoandinas: la mesa redonda de Cambridge en la arqueología de la sierra de Ancash). *Antiquity*, 78(301), septiembre 2004 (en inglés). Disponible en: <http://antiquity.ac.uk/ProjGall/herrera/index.html> acceso el 04 de noviembre de 2014.
- INRENA (1996) *Estrategia Nacional para la Conservación de los Humedales en el Perú*. Programa De Conservación Y Desarrollo Sostenido De Humedales, Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), Lima.
- INRENA (2002) *Mapa Forestal*. Mapas del Perú Ambiental, Ministerio de Agricultura (MINAG), Lima.
- Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Cabrera, E., Chacón-Moreno, E., Ferreira, W., Peralvo, M., Saito, J. & Tovar, A. (2009) *Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela*. Documento Técnico, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, Secretaría General de la Comunidad Andina, Lima, 96 pp.
- Lane, K. (2006) Through the looking glass: re-assessing the role of agro-pastoralism in the north-central Andean highlands (A través del espejo: re-evaluando el rol del agro-pastoralismo en la zona altoandina del nor-centro). *World Archaeology (Arqueología Mundial)*, 38(3), 493–510 (en inglés).
- León, B. *et al.* (2006) El Libro Rojo de las plantas endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, 13(2).
- Lovera, D., Quipuzco, L., Becerra C., Valentin, L., Valencia, D., Noriega, A., Nuñez, D., Valdivia, H., Montoro, J., Ipanaque, O. & Inciso, D. (2007) Asimilación y transferencias de conocimientos y tecnologías en la vinculación universidad - gobierno local - población: caso Lacabamba. *Revista del Instituto de Investigaciones*, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica (FIGMMG), Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, 10(20), 31–44.
- Lumbreras, L. (2006). Un formativo sin cerámica y cerámica preformativa. *Estudios Atacameños. Arqueología y Antropología Surandinas*, 32, 1–34.

- Maldonado Fonkén, M.S. (2010) *Comportamiento De La Vegetación De Bofedales Influenciados Por Actividades Antropicas*. Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, 119 pp.
- Maldonado Fonkén, M.S. & Maldonado, L. (2010) Los Bofedales: "Un oasis en la puna". *Ancash, Anuario Cultural*, 70–77, Asociación Ancash, Antamina, Huaraz.
- MEM (2014) Aprueban disposiciones específicas para los estudios de impacto ambiental detallados del sector energía y minas. Resolución Ministerial N° 092-2014-MEM/DM, Ministerio de Energía y Minas (MEM), El Peruano, Lima, 517596–517597.
- MINAG (2004) Aprueban categorización de especies amenazadas de fauna silvestre. Decreto Supremo N° 034-2004-AG, Ministerio de Agricultura (MINAG), El Peruano, Lima, 323527–323539.
- MINAG (2006) Aprueban categorización de especies amenazadas de flora silvestre. Decreto Supremo N° 043-2006-AG, Ministerio de Agricultura (MINAG), El Peruano, Lima.
- MINAM (2012) *Memoria Descriptiva del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú*. Ministerio del Ambiente (MINAM), Lima, 76 pp.
- Moya, E., Chambi Pacoricona, N., Quiso Choque, V. & Tito Velazco, F. (1994) *Cosmovisión y Conocimiento de los Alpaqueros Aymaras*. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), Lima, 118 pp.
- Palacios, F. (1977) Pastizales de regadío para alpacas. *Pastores de Puna (Puna Herders)*, Instituto de Estudios Peruanos, Lima, 155–170.
- PCM (2004) Aprueban el Reglamento de Zonificación Ecológica Económica. Decreto Supremo No 087-2004-PCM, Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), Lima.
- Pinedo, D. (2000) Manejo comunal de pastos, equidad y sostenibilidad en una comunidad de la Cordillera Huayhuash. In: *Perú: El Problema Agrario en Debate*, Seminario Permanente de Investigación Agraria (SEPIA), José Faustino Sánchez Carrión, Lima, VIII, 277–326.
- Ramírez, D. (2011) *Flora Vascular Y Vegetación De Los Humedales De Conococha, Ancash, Perú*. Tesis para optar por el grado de Biólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 110 pp.
- Ramsar (2014) *Regional Initiatives in the Americas (Iniciativas Regionales en las Américas)* (en inglés). Disponible en: http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-activities-regional-initiatives-initiativesamericas/main/ramsar/1-63-478-543_4000_0, acceso el 18 de mayo de 2014.
- Rivas-Martínez, S. & Tovar, O. (1982) Vegetatio Andinae, I. Datos sobre las comunidades vegetales de los Andes Centrales del Perú. *Lazaroa*, 4, 167–187.
- Ruthsatz, B. (2012) Vegetación y ecología de los bofedales altoandinos de Bolivia. *Phytocoenologia*, 42(3–4), 113–179.
- Sagástegui, S., Dillon, M., Sánchez, I., Leiva, S. & Lezama P. (1999) *Diversidad Florística del Norte del Perú*. Editorial Graficart, Trujillo, Peru, 228 pp.
- Salvador, F. & Cano, A. (2002) *Lagunas y Oconales: los Humedales del Trópico Andino*. Cuadernos de Biodiversidad 11, Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO), Universidad de Alicante, España, 4–9.
- Salvador, F., Moneris, J. & Rochefort, L. (2014) Peatlands of the Peruvian Puna ecoregion: types, characteristics and disturbance (Turberas de la ecorregión peruana de Puna: tipos, características y perturbaciones). *Mires and Peat*, 15(3), 1–17 (en inglés). Disponible en: <http://www.mires-and-peat.net/pages/volumes/map15/map1503.php>.
- Salvador, M. (2002) *Manual de Pastos Nativos del Parque Nacional Huascarán*. Fondo de Promoción de las Áreas Naturales Protegidas del Perú (PROFONANPE), Huaraz, Perú, 199 pp.
- Segnini, A., Posadas, A., Quiroz, R., Milori, D.M.B.P., Saab, S.C., Martín Neto, L. & Vaz, C.M.P. (2010) Spectroscopic assessment of soil organic matter in wetlands from the High Andes (Evaluación espectroscópica de la materia orgánica del suelo en humedales de los Altos Andes). *Soil Science Society of America Journal*, 74, 2246–2253 (en inglés).
- Smith, D. (1988). *Flora and Vegetation of the Huascarán National Park, Ancash, Peru, with Preliminary Taxonomic Studies for a Manual of the Flora (Flora y vegetación del Parque Nacional Huascarán, Ancash, Perú con estudios taxonómicos preliminares para un manual de flora)*. Tesis para el Grado de Doctor en Filosofía, Universidad del Estado de Iowa, USA, 281 pp. (en inglés).
- Tapia, M. (1997) Desarrollo rural en el Perú: Los diferentes caminos hacia la sostenibilidad. En: Gonzales de Olarte, E., Revesz, B. & Tapia Lima, M. (eds.) *Perú: El Problema Agrario en Debate*, Seminario Permanente de Investigación Agraria (SEPIA), José Faustino Sánchez Carrión, Lima, VI, 425–464.
- Tellería, J., Venero, J. & Santos, T. (2006) Conservación de la avifauna de los bofedales peruanos: efectos del tamaño del bofedal y la calidad del hábitat en la riqueza de especies y en

su densidad. *Ardeola*, 53(2), 271–283.

Tovar, O. (1973) *Comunidades Vegetales de la Reserva Nacional de Vicuñas de Pampa Galeras, Ayacucho, Perú*. Publicaciones del Museo de Historia Natural “Javier Prado”, Botánica Serie B N° 27, Lima, 32 pp.

Verzijl, A. & Guerrero, S. (2013) The system nobody sees: irrigated wetland management and alpaca herding in the Peruvian Andes (El sistema que nadie ve: Manejo de humedales irrigados y pastoreo de alpacas en los Andes peruanos).

Mountain Research and Development (Investigación y Desarrollo de Montaña), 33(3), 280–293 (en inglés).

Weberbauer, A. (1945) *El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos*. Ministerio de Agricultura, Lima, Peru, 776 pp.

Presentado el 01 junio de 2014

Revisión el 02 noviembre de 2014

Editora: Olivia Bragg

Autora para la correspondencia:

Mg. Mónica Sofía Maldonado Fonkén, Av. Colombia 793 - Pueblo Libre, Lima, Perú.

Tel: +51 949-353-111; Email: monicasofia27@yahoo.es