Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

Humedales del altiplano de Sudamérica: características y amenazas

Diego Frau

Biólogo, trabajo como investigador en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) en Argentina. Me especializo en el estudio de las comunidades del fitoplancton de aguas continentales y su respuesta a diferentes factores de origen antrópico que afectan estos ecosistemas. Todo esto con la finalidad de contribuir al planteamiento de estrategias de gestión ambiental y uso sustentable de los sistemas acuáticos.

Flamencos alimentándose en laguna Grande. Parte del sitio RAMSAR "Lagunas Altoandinas y Puneñas de Catamarca", Argentina. / Imagen: Diego Frau

Luego de los incendios forestales que ocurrieron durante el año 2020, y en forma masiva en Argentina y la región Amazónica de Brasil, Bolivia y Perú, palabras como "humedal", "conservación", "uso sostenible" e "inventario de humedales" se volvieron frecuentes de escuchar. Como suele ocurrir con este tipo de fenómenos, el tema se volvió viral en redes sociales y un tópico de conversación frecuente; pero ¿tenemos realmente claro qué es un humedal?, y ¿sabías que existen muchos tipos de humedales, además de los que sufrieron incendios masivos como lo son aquellos vinculados a las zonas de alta montaña?

En la actualidad, existe un creciente interés por perfeccionar el conocimiento sobre los paisajes de humedales y su conservación, por lo que el objetivo de la mayoría de las acciones de rehabilitación de estos sistemas se centra en garantizar los servicios ambientales que ellos ofrecen. Por ejemplo, es importante mencionar que alrededor de un 5% de la superficie terrestre se encuentra cubierta por humedales, y pueden encontrarse en

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

todos los continentes, excepto en la Antártida. Sin embargo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (OCDE/UICN) estiman que alrededor del 64% de los humedales del mundo se han perdido desde 1900, aunque las pérdidas en los países altamente desarrollados y/o regiones densamente pobladas podría superar el 70 o el 90%.

Con la tendencia de crecimiento actual de la población mundial, la creciente presión sobre los recursos hídricos, y las amenazas que plantea el cambio climático, nunca ha sido más importante establecer estrategias que prioricen la conservación de estos ecosistemas y maximicen los beneficios que estos nos proveen. No obstante, no podemos conservar y valorar aquello que no conocemos; siendo el objetivo de este artículo profundizar en el conocimiento de los humedales, y particularmente, de los humedales de altura.

¿Qué es un humedal?

A grandes rasgos, un humedal es un área que está inundada de forma temporal o permanente, que puede ser dulce, salada o salobre y que se constituye como un ecosistema de transición, de baja profundidad y que se encuentra frecuentemente asociado a vegetación adaptada a condiciones de anoxia y estrés hídrico, conocida como **vegetación hidrófila**.

Laguna Alumbrera. Catamarca (Argentina) con vegetación hidrófila típica que forma parte del humedal. / Imagen: Diego Frau

Existen más de 50 definiciones de humedal, siendo quizás la más conocida, aquella propuesta por la Convención de Humedales de Importancia Internacional conocida como Convención **RAMSAR** que agrupa en la actualidad a 171 países firmantes (enlace de consulta: https://www.ramsar.org/es). Esta definición, establece que toda área terrestre que está saturada o inundada de agua de manera estacional o permanente es un humedal. Entre los humedales continentales se incluyen

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

acuíferos, lagos, ríos, arroyos, marismas, turberas, lagunas, llanuras de inundación y pantanos. Entre los humedales costeros se incluyen todo el litoral, manglares, marismas de agua salada, estuarios, albuferas o lagunas litorales, praderas de pastos marinos y arrecifes de coral. Sin embargo, esta definición propuesta por RAMSAR, al ser tan amplia, resulta en ocasiones confusa y poco práctica al momento de decidir si un cuerpo de agua puede ser considerado o no un humedal. Es por esto por lo que algunos países que adhieren a la convención RAMSAR han generado definiciones propias, basadas en la definición original. Solo por citar algunos ejemplos:

Chile: ecosistemas asociados a sustratos saturados de agua en forma temporal o permanente en los que existe y se desarrolla biota acuática, y que han sido declarados sitios RAMSAR. Para efectos de delimitación, se considera la presencia y extensión de la vegetación hidrófila o la presencia de otras expresiones de biota acuática (Ley N° 20.283, dictado por Decreto N° 82 de 2010 del Ministerio de Agricultura, Chile).

Argentina: Un humedal es un ambiente en el cual la presencia temporaria o permanente de agua superficial o subsuperficial causa flujos biogeoquímicos propios y diferentes de los ambientes terrestres y acuáticos. Rasgos distintivos son la presencia de biota adaptada a estas condiciones, comúnmente plantas hidrófilas y/o suelo hídricos o sustratos con rasgos de hidromorfismo. (COFEMA 2016 Res. 329, Argentina).

Humedal en Catamarca, Argentina. / Imagen: Diego Frau

Brasil: ecosistemas de transición entre los ambientes acuáticos y terrestres; pueden ser continentales o costeros, naturales o artificiales, permanentes o periódicamente inundados por aguas poco profundas o bien consisten en suelos anegados. Sus aguas pueden ser dulces, salobres o saladas. Los humedales albergan comunidades vegetales y animales

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

adaptadas a su dinámica hidrológica (Junk et al. 2014).

Estados Unidos: áreas que se inundan o están saturadas por aguas superficiales o subterráneas con una frecuencia y duración suficientes para sustentar vegetación típicamente adaptada para la vida en condiciones de suelo saturado de agua. Los humedales generalmente incluyen pantanos, marismas, pantanos y áreas similares (EPA, https://www.epa.gov/).

Todas estas definiciones tienen la finalidad principal de permitir, a los tomadores de decisiones, decidir sobre la delimitación espacial y temporal de los humedales que existen dentro de las diferentes jurisdicciones del estado, los usos permitidos; así como también, poder sentar las bases para su monitoreo y control ambiental. Particularmente en este artículo pretendemos centrarnos en un grupo de humedales muy particulares, frecuentemente poco conocidos y que dentro del imaginario colectivo no suelen estar incluidos, éstos son los humedales de altura.

Los humedales en el altiplano andino

De particular importancia son los humedales del altiplano andino que no conocen de fronteras políticas y se distribuyen en una extensa planicie ubicada a más de 3600 m.s.n.m que ocupa parte del noroeste de Argentina, el occidente de Bolivia, parte del norte de Chile y parte del sur del Perú.

https://youtu.be/IwKjLle5-rE La importancia de los humedales para el agua, la reducción del riesgo de desastres, la mitigación del cambio climático, el apoyo a la biodiversidad y la provisión de medios de vida. / Video: The Ramsar Convention on Wetlands

Área conocida generalmente como **región Puna**. La importancia de los humedales de altura radica en el hecho de que se constituye como el lugar donde surgieron diversas civilizaciones y donde se realizó la domesticación de plantas como la papa y animales como la llama y la alpaca. Sus características ambientales y ecológicas la hacen una región natural única en el continente. En este artículo, nos enfocaremos en

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

entender las características principales de estos humedales de altura, quizá menos conocidos, pero actualmente severamente amenazados por la actividad humana y el cambio climático.

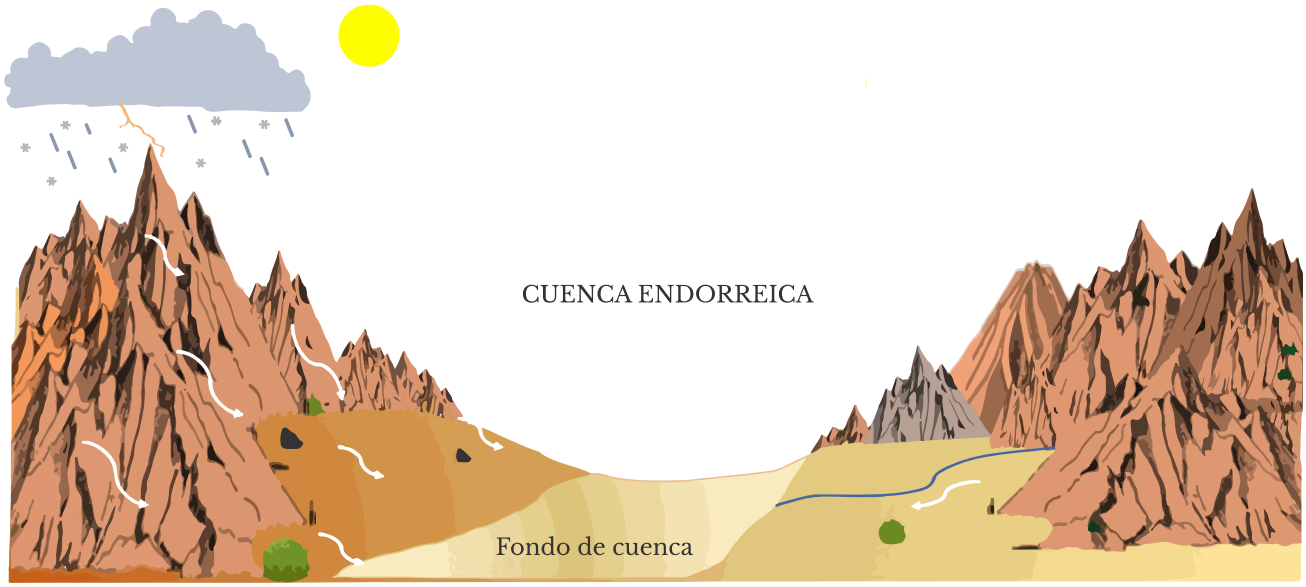
Cuando hablamos de humedales del altiplano nos estamos refiriendo a una amplia gama de ecosistemas que albergan una diversidad de vegetación que les es propia. Estos ecosistemas se constituyen además como el lugar de alimentación, descanso y reproducción de numerosas aves acuáticas, pero también de otros vertebrados, muchos de ellos **endémicos**, es decir que solo pueden ser encontrados en estos lugares. Una característica común a todos los humedales del altiplano es que el origen del agua es mayoritariamente subterráneo, originado por efecto del deshielo en las altas cumbres, o en la mayoría de los casos, proviniendo de agua acumulada en acuíferos subterráneos hace cientos o miles de años. De hecho, el agua fósil más antigua que se conoce a la fecha data de 2 millones de años atrás y fue encontrada bajo un yacimiento minero en Canadá. En el altiplano, sin embargo, cuando hablamos de agua fósil, nos referimos a agua que se acumuló bajo la superficie hace miles o pocos cientos de años cuando el clima en la zona era más húmedo. Es, sin embargo, en cualquier caso, un recurso no renovable siendo que la tasa de recuperación de agua en los acuíferos de altura en regiones áridas puede llevar cientos de años.

Entre los humedales del altiplano destacan tres grandes tipos: los de tipo evaporítico como son los salares, los de afloramiento subterráneo como son las vegas y los bofedales y los de escorrentía superficial como son las lagunas.

Los salares

Los salares más grandes del mundo se encuentran ubicados en el altiplano de Sudamérica. Se forman en el fondo de **cuencas endorreicas** la tasa de evaporación supera ampliamente a la de precipitación en un proceso que ocurre a escalas de tiempo geológico.

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

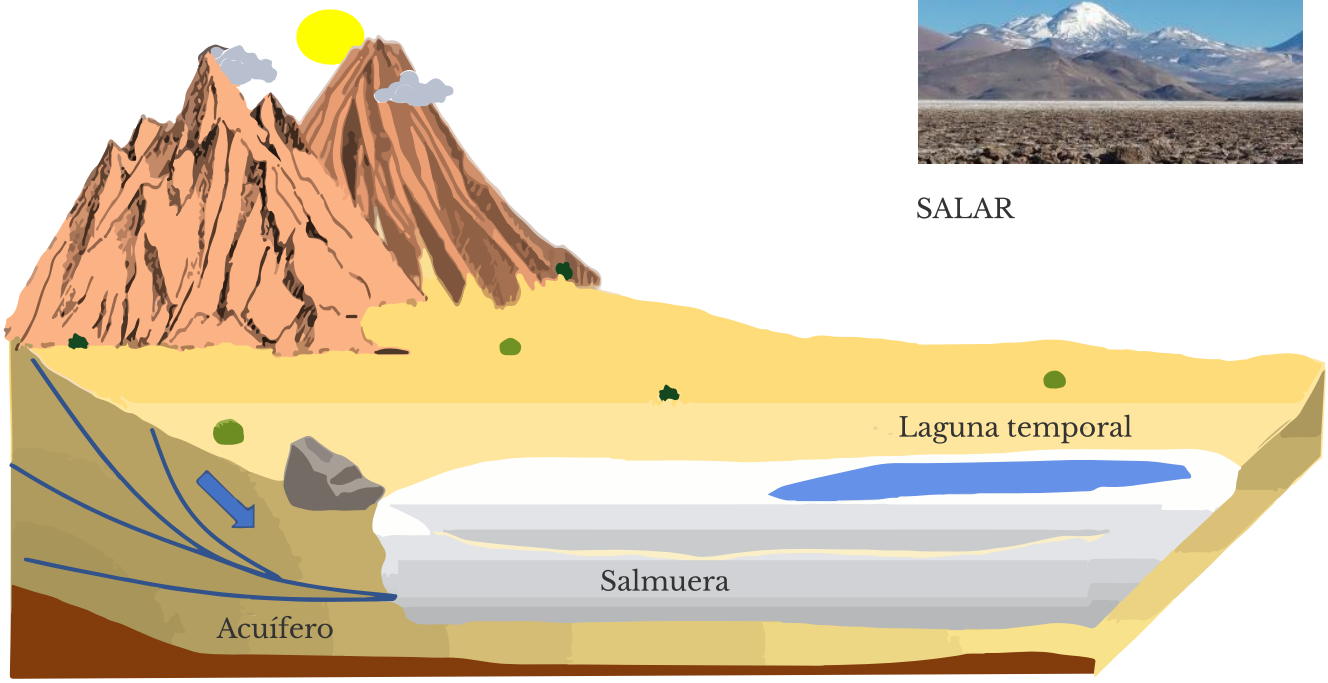


Esquema de una cuenca endorreica. El agua que precipita en forma de nieve, granizo o lluvia fluye hacia el centro de la cuenca por escorrentía superficial, subterránea o partir de cursos de agua permanentes o intermitentes. / Imagen: Diego Frau

En estas cuencas, el agua no fluye hacia el mar (como si ocurre en las **cuencas exorreicas** como son la del río Amazonas o el río Paraná), sino que el agua tiende a concentrarse en depresiones formadas entre las cadenas montañosas. Estas depresiones suelen tener forma de fuente o cubeta. Durante el proceso de formación del salar, las sales son arrastradas por escorrentía superficial, por efecto del viento, o a partir del transporte por agua subterránea. Ocasionalmente también puede haber flujos de agua permanentes o intermitentes como son arroyos, ríos y torrentes que vierten sus aguas ricas en sales hacia el centro del salar. De este modo, las sales que pueden tener diferentes orígenes; algunas provienen de la erosión de rocas, otras de la actividad volcánica y otras son movilizadas desde grandes profundidades a través de flujos magnéticos, tienden a irse depositando y rellenan, poco a poco, el fondo de la cubeta. En un salar maduro lo más frecuente es que las sales menos densas (típicamente cloruro de sodio o sales de yeso) se depositen en superficies mezcladas con una capa de arcilla y sedimentos. En ocasiones, dentro de los salares pueden formarse lagunas mas o menos profundas o incluso ojos de agua de reducida superficie pero de gran profundidad.

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

SALAR



Esquema de un salar. Se forman en el fondo de las cuencas endorreicas. Su profundidad puede ser de pocos metros a cientos de kilómetros y se encuentran alimentados por flujos de agua subterránea que se mezcla con las sales depositadas para formar salmueras. En la superficie del salar es frecuente que se formen costras de sal y barro. / Imagen: Diego Frau

Los salares tienen una elevada importancia cultural al ser utilizados por comunidades aborígenes para la extracción artesanal de sal, pero también adquieren un valor comercial siendo que en muchos de ellos se produce la extracción a nivel industrial de sales, como la sal de mesa que usamos todos los días (cloruro de sodio), u otras sales como el boro, el potasio, y particularmente, el litio. Los teléfonos móviles, las computadoras portátiles y las cámaras digitales, entre otros muchos dispositivos electrónicos que usamos a diario, dependen hoy en día de baterías de litio. Siendo por su parte, la actual tendencia a producir automotores híbridos o completamente eléctricos, una nueva, creciente y preocupante demanda mundial de litio.

En los salares ubicados en Argentina, Chile y Bolivia se encuentran actualmente el 85% de las reservas mundiales de litio en salmuera. En otros lugares como Australia y África, también se realiza la extracción de litio en **rocas pegmatíticas (de origen volcánico)**, concentrando alrededor del 15% del litio disponible a nivel mundial. En este caso,

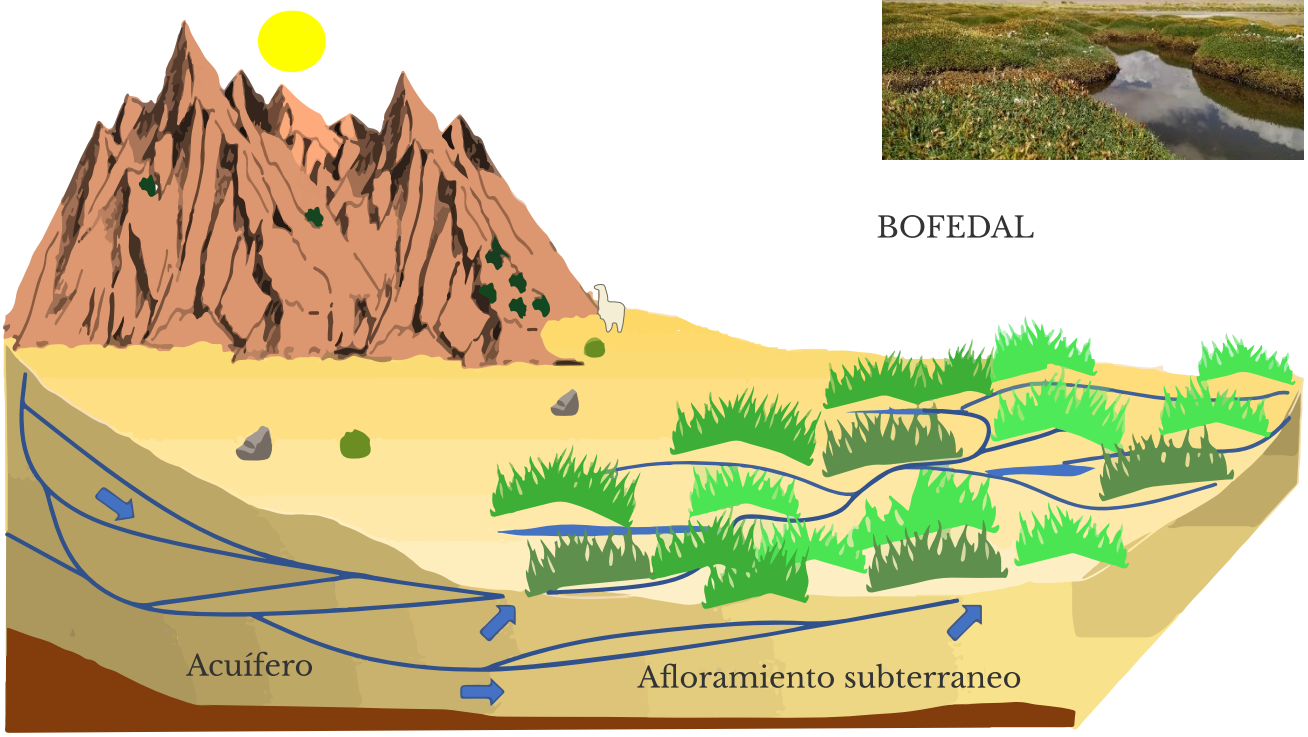
Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

la extracción es un proceso costoso y altamente contaminante que requiriere el uso de explosivos, grandes volúmenes de agua, lixiviado en ácido sulfúrico, calcinación con sales de sulfato y liberación de gases de combustión. En lo que respecta a la extracción de litio en salares, el método más utilizado se denomina de tipo evaporítico y consiste en el bombeo de salmuera (agua subterránea mezclada con sal) a profundidades entre 40 y 400 metros. Esta salmuera, rica en agua y sales es luego depositada en enormes piletas evaporíticas de baja profundidad, excavadas y recubiertas de plástico PVC que se encuentran expuestas a la luz solar. El proceso de evaporación del agua puede durar entre 6 y 24 meses dependiendo de las condiciones climáticas (presión, radiación incidente y temperatura). Luego, la costra de sal obtenida, que contiene una mezcla de sales rica en litio, es transportada hacia las plantas de procesamiento donde se elimina en primer lugar el magnesio que pueda contener la mezcla utilizando cal viva y luego precipitando el carbonato de litio utilizando carbonato de sodio. El proceso puede requerir procesos de purificación previos y posteriores para aumentar la pureza del carbonato de litio, materia prima que es utilizada luego para producción de las baterías de litio y otros productos.

El proceso de extracción y procesamiento del litio produce severos impactos ambientales, principalmente locales. Los campamentos mineros, los caminos que se abren atravesando ecosistemas prístinos de alta montaña y las piletas evaporíticas producen alteraciones en el paisaje que son irremediables. El PVC de las piletas evaporíticas puede liberar sustancias nocivas al medio como lo son los colorantes, estabilizantes o retardantes propios del plástico. Por su parte, la producción del carbonato de litio requiere enormes cantidades de agua dulce, escasa en estos ecosistemas áridos de alta montaña. Para ponerlo en números concretos, se estima que para la producción de una tonelada de litio se requiere de dos millones de litros de agua dulce, evaporándose además alrededor de diez millones de litros de agua en las piletas evaporíticas. Agua que retorna al ciclo del agua pero que no necesariamente vuelve al sistema altoandino, sino que es transportada por las corrientes de aire hacia otras latitudes.

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

Vegas y bofedales



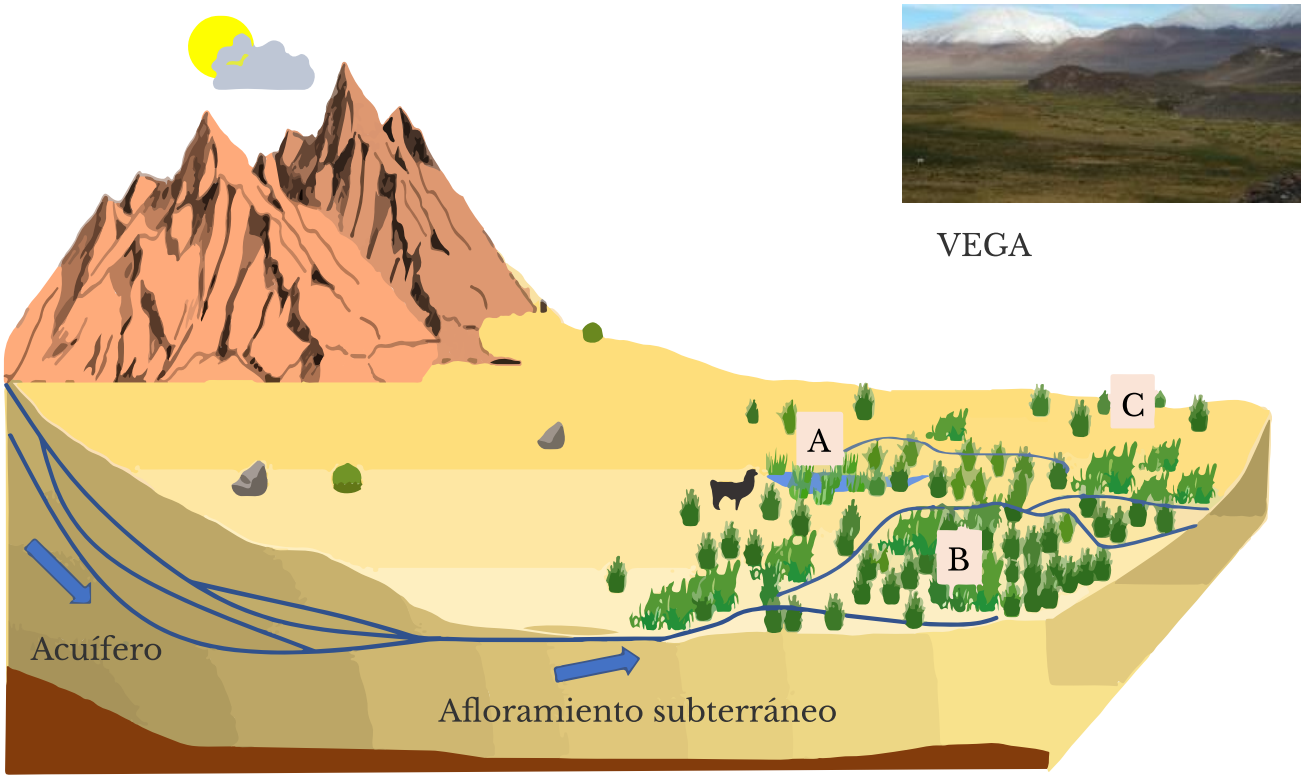
Esquema de un bofedal, caracterizado por el microrelieve fuertemente ondulado y la presencia de juncáceas de bajo porte. Es frecuente que el agua se acumule en pozas que pueden o no estar interconectadas. / Imagen: Diego Frau

Estos humedales también llamados «mallines» en otras regiones se forman por afloramientos de agua subterránea y se caracterizan por ser ecosistemas de tipo **azonales**. Esto quiere decir que presentan una vegetación característica, diferente al resto del ecosistema de desierto de altura que los rodea. En ambos casos el agua subterránea tiende a fluir hacia superficie; estando la vegetación adaptada a mayores niveles de humedad del suelo, o con la capacidad de soportar suelos permanentemente anegados de agua y con bajas concentraciones de oxígeno. La salinidad del agua en estos sistemas es muy variable, pudiendo ser agua dulce, salada o incluso salobre dependiendo del agua subterránea que las alimenta y de las condiciones climáticas y geológicas acompañantes.

Los bofedales de altura, a diferencia de los que pueden encontrarse en la Patagonia argentina, llamados comúnmente «Turberas», o los «Páramos» que son humedales frecuentes en otras regiones andinas de Colombia o Ecuador, se caracterizan por

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

su microrelieve fuertemente ondulado donde el agua fluye entre canales y pozas interconectadas entre sí o que también pueden estar aisladas.



Esquema de una vega. La vegetación asociada puede ser variable, pero predominan en general las gramíneas. El grado de saturación de agua del suelo determina el tipo de vegetación siendo frecuente encontrar tres tipos de vegas (A, B y C) según el nivel freático y la vegetación acompañante. / Imagen: Diego Frau

La vegetación dominante en los bofedales son especies de la familia de las juncáceas como *Distichia muscoides* conocida habitualmente como ampa, lacsa-lacsa, huaricha, ñajcha-ñajcha, palkash, kunkuna, o totorilla, *Oxychloe andina* (packo o paco macho) y *Patosia clandestina* (champón o cojín de vega). El microrelieve ondulado no es característico en las vegas siendo la vegetación asociada y la distribución del agua mucho más variada. En este sentido, cuando hablamos de vegas podemos encontrar aquellas en que el suelo se encuentra inundado de agua debido a que el **nivel freático (capa mas superficial de agua en un aquífero)** se encuentra al nivel del suelo (vegas tipo A). En otros casos, es posible encontrar vegas donde el agua fluye principalmente dentro de canales muy poco profundos (tipo B) o bien aquellas vegas donde el nivel freático se

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

encuentra bajo superficie y solo podemos identificar que estamos frente a una vega por el tipo de vegetación que aparece (tipo C). Lo más frecuente es que los tres tipos de vegas coexistan y podamos encontrar parches dispersos con uno u otro tipo. En el caso de las vegas, la vegetación asociada depende en gran parte de la disponibilidad de agua y la salinidad del suelo. Suelen dominar gramíneas como son *Deschampsia cespitosa* (coirón o mata de pasto), *Deyeuxia velutina* (champa) y varias especies de *Festuca* (paja brava). Tanto las vegas como bofedales pueden aparecer aislados dentro de la matriz desértica, en la base de conos aluviales, a la orilla de arroyos y ríos, o como vamos a ver a continuación, conectadas a lagunas de altura.

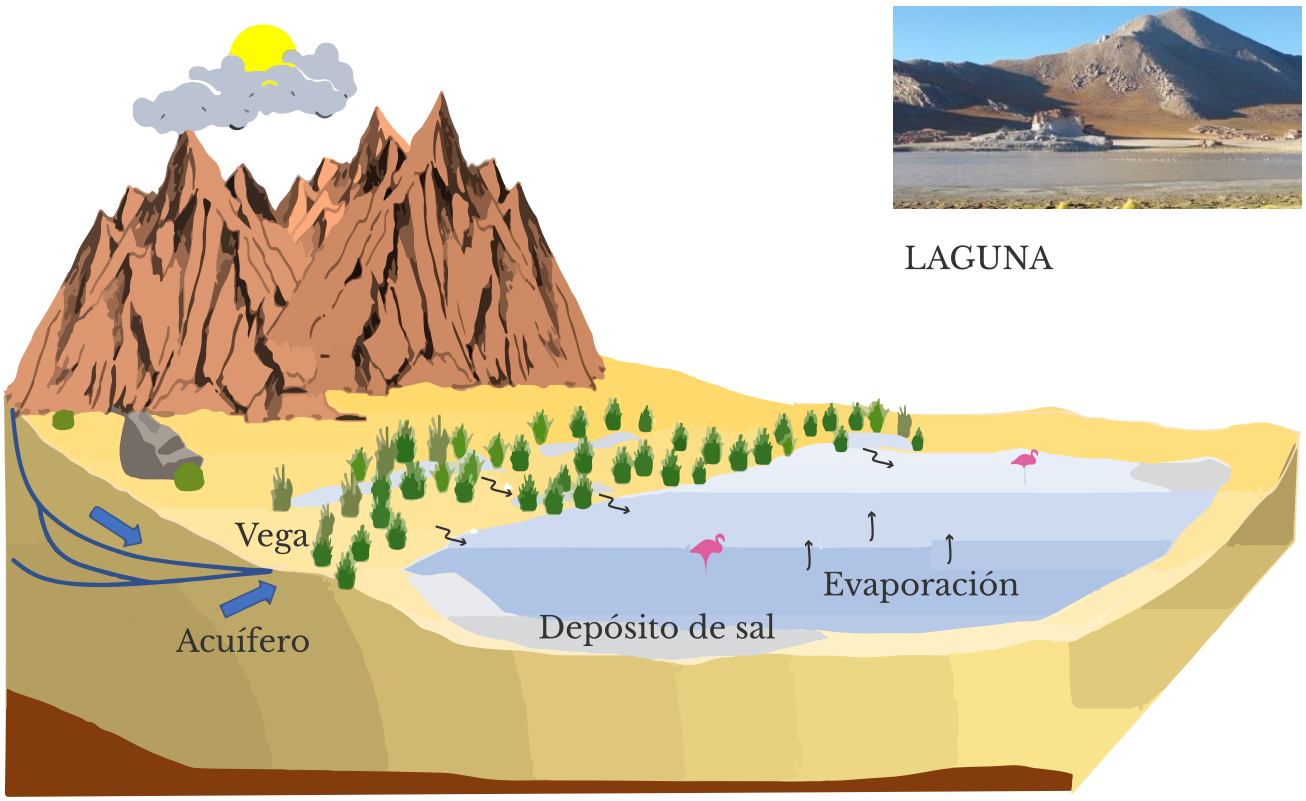
Los bofedales y las vegas se constituyen como ecosistemas fundamentales para la supervivencia de numerosas especies del desierto de altura como son vicuñas, guanacos, roedores y especies de depredadores como zorros y pumas que usan estos lugares para abastecerse de agua y obtener alimento. Para numerosas comunidades aborígenes, estos ambientes también se constituyen como lugares para la cría del ganado y la obtención de agua para el consumo; siendo también el lugar de asentamiento de numerosos pueblos y ciudades que hacen uso de estos ecosistemas con finalidades turísticas, para actividades agroganaderas, obtención de energía y obtención de agua potable.

Las vegas y bofedales de la región andina son sistemas altamente susceptibles que dependen fuertemente del balance hídrico. Entre las principales amenazas de estos estos ecosistemas se encuentran el sobrepastoreo y la extracción de agua para consumo humano, usos agroganaderos y usos industriales como es el uso de agua que requiere el procesamiento de carbonato de litio. Otros impactos lo constituyen; por ejemplo, la traza de carreteras y caminos y otros movimientos de suelo que alteran el relieve, y, por lo tanto, el movimiento del agua. Existen también impactos indirectos como son modificaciones de los torrentes y cursos de agua naturales, con inundación o desecamiento de sectores. Cuando una vega o un bofedal se seca se produce un proceso de degradación de todo el ecosistema que lleva a cambios como son la alteración en el sistema de

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

drenaje, la salinización y erosión del suelo por el agua o el viento y finalmente la pérdida de la cobertura vegetal. Estos cambios pueden ser irreversibles.

Las lagunas



Esquema de una laguna. Suelen estar acompañadas en general de una vega o un bofedal cercano que se conecta a la laguna de forma directa o a través de uno o más canales. El espejo de agua suele tener una superficie extensa, pero una muy baja profundidad. / Imagen: Diego Frau

Por último, las lagunas, que al igual que los salares se forman en el fondo de cuencas endorreicas, pueden secarse o incluso congelarse durante la temporada más seca o durante el invierno. Las altoandinas no constituyen verdaderas lagunas, no hay una región litoral y una región más profunda bien definidas. Esto hace que su denominación como "lagunas" sea algo confusa. A diferencia de las verdaderas lagunas, estos humedales se constituyen como charcas de gran extensión (frecuentemente con más de 30 o 50 ha de superficie), tienen formas irregulares y generalmente están alimentadas por escorrentía superficial de vegas y bofedales cercanos. Las lagunas también pueden ser alimentadas por lluvias ocasionales lo

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

que hacen que aumenten aún más su extensión.

Estos sistemas varían mucho en su concentración de sales, pudiendo tener algunas concentraciones de sales cercanas o superiores al agua de mar (promedio de 35 g/L) y otras tener concentraciones de sal muy bajas que hace puedan considerarse como agua dulce. Sin embargo, lo más frecuente es que tengan salinidades intermedias (entre 10 y 20 g/L).

Las lagunas de altura se constituyen como sitios de elevada relevancia para la supervivencia de numerosas especies de aves endémicas, como son los flamencos altoandinos, y varias especies de chorlos que migran desde el hemisferio norte durante el verano. Otras especies de aves como varias especies de patos y avocetas andinas son también usuarios frecuentes de estos humedales que son utilizados para reproducirse, descansar o alimentarse.

Los humedales de altura se constituyen como ecosistemas con numerosas funciones ecológicas entre las que destacan, la fijación de dióxido de carbono, la fijación de suelos, la regulación del microclima, ser el punto de recarga de acuíferos y constituirse como el hábitat de numerosas especies de animales y vegetales, muchos de ellos endémicos de estas zonas. Estos ecosistemas proveen además alimentos, agua y tienen un valor paisajístico único para las personas que viven en el altiplano, teniendo además un elevado valor turístico. Sin embargo, estos ecosistemas se encuentran en la actualidad fuertemente amenazados por la actividad humana. La sobreexplotación de los acuíferos, la contaminación, y principalmente la actividad minera, se constituyen como las principales amenazas que ponen en peligro la subsistencia de los humedales del altiplano. Por su parte, el cambio climático se cierne como una amenaza silenciosa. Al respecto, las predicciones para los patrones de precipitaciones y temperatura en las zonas de altura prevén un incremento de la temperatura media anual y una disminución en la tasa de precipitaciones; teniendo esto consecuencias directas en la distribución de la vegetación y la recarga de agua en estos humedales de altura. Conocer y entender el funcionamiento de estos ecosistemas de altura es solo el primer paso si queremos protegerlos para que

Edición 8 • Noviembre de 2021
ISSN: 2619-3191 (En línea)

puedan ser disfrutados por las generaciones futuras.

Artículos y enlaces de interés

- https://cienciahoy.org.ar/los-flamencos-altoandinos/
- Podcast. Humedales altoandinos: la importancia del agua. Wetlands International
- https://lac.wetlands.org/noticia/lanzamos-un-podcast-sobre-humedales-altoandinos/
- Nievez, A., Domínguez, S.F. & Tarifa, E. (2014). Análisis técnico-ambiental de la producción de carbonato de litio en el NOA. Revista Argentina de Ingeniería 2, 103-108.
- Junk, W.J., Piedade, M.T.F., Schoengart, J., Wittmann, F., & da Cunha, C. N. (2016). Brazilian Wetlands: Classification. The Wetland Book, 1–7.

Edición: Rosa Maria Dias

Colaboración: Gabriela Doria, Carolina Gutiérrez Cortés, Alexandrina Pujals, Rafael Franco Ferreira, Isabela Machado, David González, Ángela Gutiérrez Cortés.

Citación: Frau, Diego. 2021. *Humedales del altiplano de Sudamérica: características y amenazas.* Revista Bioika, 8 edición. Disponible en: https://revistabioika.org/es/palabra-de-especialista/post?id=126