

Carlos Navarro y Ricardo Grau

Instituto de Ecología Regional (IER) UNT-Conicet

Salomón Hocsman

Instituto Superior de Estudios Sociales (ISES) UNT-Conicet

Las vegas

Hidrosocioecosistemas esenciales de las regiones andinas

Muchas características del paisaje sorprenden y maravillan a quien tiene la suerte de visitar la puna argentina. Volcanes, salares, coladas de lava, rocas desnudas, llanuras arenosas, lagunas azules o turquesa impactan por su belleza inhóspita. En contraste, las vegas nos conmueven por tratarse de una explosión de vida. Estos ambientes ocupan menos del 1% del territorio puneño, pero son esenciales tanto para la vida silvestre como para los pobladores de la región. Rodeadas de una matriz desértica, las vegas son humedales en los que la dinámica hídrica genera una productividad primaria semejante a la de las pasturas de la pampa húmeda. El anegamiento y las bajas temperaturas provocan que la tasa de descomposición de la materia orgánica sea muy lenta y, sumado a su alta productividad, generan reservorios de biomasa que pueden

tener profundidades superiores a ocho metros, con materia orgánica acumulada por mucho tiempo, en algunos casos, por más de diez mil años.

Ambientes similares a las vegas se distribuyen a lo largo de los Andes. Desde Venezuela hasta el norte de la Argentina y Chile, estos ecosistemas se encuentran por encima de los 3000 metros sobre el nivel del mar y reciben el nombre de *bofedales*, *onconales* o *ciénagas*, términos que, aunque a veces se utilizan indistintamente, pueden reflejar diferencias funcionales. En Bolivia y Perú hay un desarrollo agrícola-ganadero fuertemente ligado a estos ambientes y se reserva el nombre de *bofedal* a los situados por encima de los 4000msnm con plantas en cojín y con gran acumulación de materia orgánica. En la Patagonia, por otro lado, ecosistemas similares se conocen como *mallines*. En inglés, el término utilizado para estos ecosistemas en sentido amplio es *peatlands* por su capaci-

¿DE QUÉ SE TRATA?

Las vegas, humedales de altura de gran biodiversidad, se mantienen y desarrollan en forma conjunta con las sociedades puneñas

dad de almacenar materia orgánica (turba o peat). Otro factor considerado en la clasificación de estos humedales es su nivel de salinidad. Las vegas salinas, también llamadas *collpares*, suelen tener menor productividad vegetal,

menor riqueza de especies, y la napa freática es más profunda que en las de agua dulce. Independientemente de sus distintas formas, las vegas son *hotspots*, los ecosistemas con mayor biodiversidad regional.



Vega Botijuela, a 3407msnm en Catamarca, que se conecta al salar de Antofalla y lo alimenta.



Vega Matadero, a 4316msnm, en las cumbres calchaquíes, Tucumán. Se caracteriza por su fuerte pendiente y se observa gran desarrollo de cojines y pozas de agua.

La biodiversidad de las vegas

De las más de 100 especies de aves conocidas para la puna, aproximadamente 45 habitan específicamente en las vegas. Flamencos, varias especies de patos y guayatas (*Chloephaga melanoptera*) son grandes aves emblemáticas de lagunas y vegas. Estos ambientes también concentran a los herbívoros y, en consecuencia, son el ‘coto de caza’ de los principales carnívoros como el puma y los zorros. Los variados microambientes de las vegas albergan alta diversidad de macroinvertebrados acuáticos, como insectos, moluscos y crustáceos, incluyendo entre estos últimos a especies del género *Hyalella* que suelen tener poblaciones muy densas. Esta comunidad de macroinvertebrados es crucial para mover la energía entre diferentes niveles tróficos, por ejemplo, comiendo algas y transmitiendo esa energía hacia los consumidores superiores de la cadena trófica, como las aves.

La estructura y el funcionamiento de las vegas están definidos por su vegetación. En un grupo de 50 vegas de la puna argentina nuestro equipo de trabajo ha registrado más de 140 especies de plantas de 33 familias, que varían a lo largo de los gradientes altitudinales y de los gradientes locales de microclima, hidrología, salinidad y fertilidad del suelo. La vegetación típica es un tapiz denso y continuo, con predominio de céspedes y plantas tipo almohadilla o cojín. Predominan juncáceas, como *Oxychloe andina* (puko), *Distichia muscoides* (wari-puko) y *Patosia clandestina* (cojín del agua), ciperáceas (*Carex* spp., *Zameoscirpus* spp.) y poáceas como *Deyeuxia hackelli*. En las vegas salinas hay predominio de especies adaptadas a estas particulares condiciones edáfi-

cas, como *Distichlis humilis* (gramilla brama), *Lycium humile* (uvilla) y *Sarcocornia pulvinata*. Muchas especies vegetales de las vegas poseen reproducción vegetativa, donde prolongaciones del tallo principal generan raíces y se independizan en una nueva planta. Las semillas suelen ser dispersadas por aves o mamíferos herbívoros provocando que las vegas tengan muchas especies de plantas en común, a pesar de ser sistemas aislados en una matriz árida.

Los humanos y las vegas

La vida humana en la puna, a lo largo de su historia, no podría concebirse sin una íntima asociación con las vegas. La utilización humana de estas se remonta a las primeras ocupaciones hace unos once mil años. Esto no es sorprendente, ya que son lugares con abundante agua, recurso escaso en el desierto puneño, y muy atractivos por las especies de animales y de plantas que sustentan. Los primeros habitantes vivían de la caza y de la recolección y se asentaban en la proximidad de vegas asociadas a manantiales, ríos o lagunas. Los registros arqueológicos indican que allí cazaban vicuñas, guanacos y aves, y recolectaban rizomas dulces (chorizos) de plantas como la totora (*Schoenoplectus americanus*) y tallos frescos del unquillo (*Juncus balticus*). Es incluso posible que estas plantas se hayan expandido en las vegas como consecuencia de su uso por parte de los humanos.

Las vegas también proveyeron otros elementos de importancia para la vida cotidiana y ritual. La paja brava (*Cortaderia speciosa*) era utilizada para la cestería y para



Izquierda. Vicuña buscando alimento en una vega desarrollada en el borde de la laguna Grande, a 4250msnm, Catamarca. **Derecha.** Primeros centímetros de suelo en una vega, donde se destaca el entramado de raíces y la abundante cantidad de materia orgánica. La fotografía corresponde a la vega Real Grande, a 4222msnm, Catamarca.

confeccionar techumbres. La chacha o tola de río (*Parastrephia quadrangularis*) era particularmente requerida por sus propiedades combustibles y por ser una sahumadora frecuentemente empleada en diversos rituales.

Alrededor de 4500 años antes del presente, los cazadores-recolectores de la puna árida desarrollaron o adoptaron prácticas de pastoreo de camélidos, domesticando las llamas mediante selección artificial a partir del guanaco. También hubo un desarrollo de la horticultura con tubérculos andinos como papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), ulluco (*Ullucus tuberosum*), granos como la quinoa (*Chenopodium quinoa*) y ciertas variedades de maíz (*Zea mays*). La vida agropastoril implicó nuevas formas de utilizar la vega, donde se concentraron tropas de llamas y se desarrolló una incipiente agricultura de vega basada en el manejo del agua que posibilitó extender en forma artificial la superficie de las pasturas y acelerar su renovación en la primavera. Así, las vegas se constituyeron en verdaderos paisajes antrópicos que persisten hasta nuestros días. Un patrón que se repite en la puna es que, salvo aquellos originados en el desarrollo minero o de vías de comunicación, los centros poblados se asocian a vegas.

El flujo del agua y el funcionamiento de las vegas

El desarrollo de las vegas depende de su funcionamiento hidrológico, que requiere una vegetación adap-

tada a la acumulación y el flujo lento de agua. A mayor altitud, es común la formación de pozas intercaladas con cojines, una especie de domos de vegetación. La profundidad a la que se encuentra la napa freática es en general de unos pocos centímetros y raramente excede un metro. Nuestras investigaciones en la puna argentina muestran que la napa es más profunda en el verano (diciembre-marzo) que, si bien es la estación más lluviosa, constituye el período de mayor evapotranspiración, lo que explicaría en parte un balance hídrico más negativo en los meses más lluviosos.

Aunque con fluctuaciones estacionales, el agua en las vegas se mantiene cerca de la superficie durante todo el año, probablemente porque el principal aporte de agua es subterráneo y relativamente constante. Se trata de agua incorporada al subsuelo tiempo atrás a partir de la precipitación (lluvia, nieve y granizo) que se infiltra a través de sedimentos y rocas permeables. Estimaciones basadas en isótopos estables del agua indican que desde que precipita el agua en la cuenca hasta que emerge en las vegas pueden pasar desde días hasta cientos o miles de años. La edad del agua de las vegas es poco conocida y disponer de esa información es clave para entender la estabilidad y resiliencia de estos sistemas en el tiempo, así como su vulnerabilidad ante el cambio climático que, en el caso de la puna, se manifiesta como una tendencia hacia una mayor aridez.

La vegetación de las vegas hace que en el sitio donde aflora el agua esta circule lentamente. El flujo horizontal se estima entre 0,0001 a 1,1 metros por año. Este flujo

LA NECESIDAD E IMPORTANCIA PARA LAS VEGAS ALTOANDINAS DE UNA LEY DE PRESUPUESTOS MÍNIMOS PARA LOS HUMEDALES

Como se describe en el artículo, las vegas son sistemas esenciales para la vida en la puna y resultan potencialmente sensibles a procesos de cambio climático y uso del suelo. Las leyes de presupuestos mínimos (LPM) tienen por objetivo regular el uso de recursos esenciales para la sociedad para garantizar su conservación y el desarrollo productivo basado en ellos. Estas leyes no proponen prohibir las actividades de extracción o producción, sino regular la manera de hacerlo y generar la información necesaria para lograrlo, respetando las autonomías provinciales de ordenamiento territorial y el aprovechamiento sostenible de sus recursos. Argentina cuenta con diez LPM, entre las cuales se destacan la Ley de Bosques y la de Glaciares; mientras que diferentes proyectos de ley de humedales son discutidos desde 2013. En el caso de la puna, los humedales clave que quedarían incluidos en esta ley son lagunas, salares y vegas. Para que esta ley sea eficaz debe asegurar el mantenimiento de la diversidad e integridad ecológica de los humedales. Para ello debe garantizar el conocimiento de los recursos a través del Inventario Nacional de Humedales y regular su uso integrando a todos los actores

involucrados, respetando intereses y valores. La gran heterogeneidad y sensibilidad de las vegas, los diversos intereses y actores incluidos en su uso y la complejidad jurisdiccional que impone la distribución regional de estos ecosistemas naturales hacen que el objetivo de las LPM de humedales sea un gran desafío. Sin embargo, es esta misma complejidad la que pone en evidencia la necesidad de conservación de las vegas altoandinas y, con ello, garantizar la continuidad de la vida silvestre y doméstica, los derechos de las poblaciones locales y el desarrollo productivo de la región.



Andrea E. Izquierdo

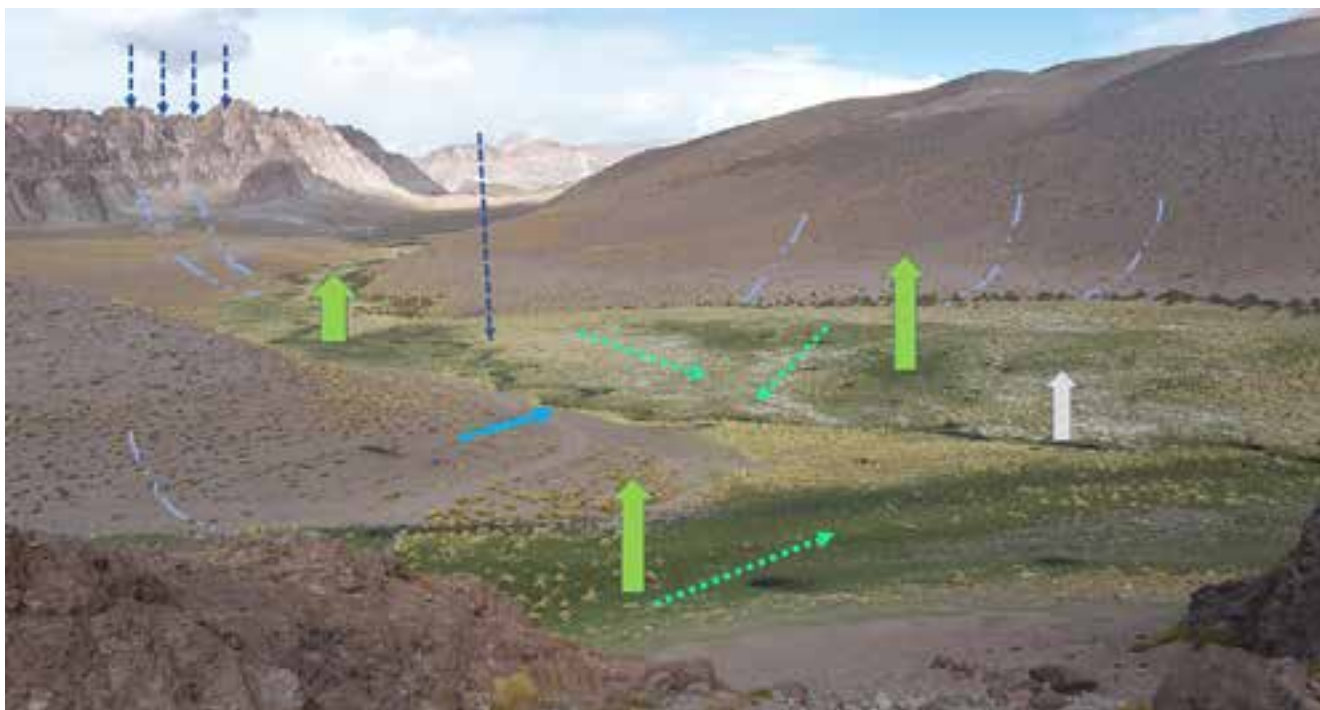
Doctora en biología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC.
Investigadora adjunta del Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV), UNC-Conicet.
Auxiliar docente, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT.
aeizquierdo@gmail.com

lento, aun en topografías montañosas, resulta de la elevada proporción de materia orgánica presente en el suelo de las vegas y, en particular, de la estructura compacta de raíces, tallos y hojas en descomposición. La vegetación favorece esta acumulación de agua, a la vez que es una de las principales consumidoras de este recurso.

En el contexto desértico donde se desarrollan, las vegas aseguran disponibilidad de agua dulce durante gran parte del año, lo que las convierte en un elemento esencial de la ecología regional. Sin embargo, existen algunas vegas con elevada concentración salina, determinada principalmente por la presencia de cloruro de sodio (NaCl).



Vega completamente inundada, con la napa freática en superficie la mayor parte del año. La fotografía muestra la vega San Guillermo, a 3480msnm en el Parque Nacional San Guillermo, San Juan.



Principales flujos del agua en las vegas. Las flechas cortadas azules indican precipitación (lluvia, nieve o granizo), las flechas verdes indican evapotranspiración, la flecha blanca indica la evaporación directa, las líneas cortadas celestes representan las recargas de agua a la vega desde las laderas, las flechas cortadas verdes indican los flujos dentro de la vega, la flecha celeste está indicando el lugar del cauce principal de la vega. La fotografía muestra la vega Real Grande, a 4222msnm, Catamarca.



Vega pastoreada por ovejas. En el fondo se observa una tropa de burros, habitantes comunes de la puna.

El ion cloruro (Cl^{-1}), presente en las rocas y transportado por el agua, es muy estable y no es incorporado significativamente por los procesos biogeoquímicos de las plantas, por lo que se acumula en las zonas bajas de la cuenca. El flujo horizontal lento y la evapotranspiración relativamente elevada favorecen la acumulación de sales en las vegas, sobre todo en aquellas ubicadas en los sectores más deprimidos como bordes de lagunas o salares.

El pastoreo y su efecto sobre las vegas

Como ya se mencionó, antes de la colonización europea las vegas de la puna argentina eran pastoreadas por camélidos nativos: vicuñas y guanacos silvestres y llamas domésticas. Con la colonización europea la diversidad de grandes herbívoros aumentó con la incorporación de ovejas, vacas, cabras, burros, mulas y caballos. Actualmente, el herbívoro más abundante de la puna es la oveja, pero sus poblaciones decrecen debido a la emigración rural y el abandono de la vida pastoril. Asociado a esto y a políticas de protección activas, las poblaciones de vicuñas crecieron rápidamente. Estos cambios en la comunidad de herbívoros no parecen afectar de manera significativa la productividad y la biodiversidad de las vegas de la puna.

Los pastores de la puna han desarrollado prácticas de manejo para reducir o evitar el sobrepastoreo, utilizando

estacionalmente otros recursos forrajeros. Algunas prácticas ganaderas pueden alterar la dinámica hídrica. El sobrepastoreo y el mal manejo de canalizaciones pueden llevar a la formación de cárcavas que aumentan la velocidad de flujo hídrico y, en casos extremos, deprimir la napa, desencadenando procesos de descomposición de la materia orgánica y, por lo tanto, desestabilizar el sistema. Más frecuentemente, sin embargo, el buen manejo del agua tiende a contribuir con su estabilidad.

El sobrepastoreo puede cambiar la composición vegetal, favoreciendo especies tóxicas o no palatables. Es esperable que tenga un efecto sobre la productividad primaria al consumir una proporción de la vegetación y alterar la dinámica hídrica. Las vegas cercanas a las poblaciones humanas son las más intensamente usadas para la ganadería, mientras que en aquellas más remotas predomina el pastoreo por camélidos silvestres. Sin embargo, nuestras observaciones no muestran evidencia de que las vegas asociadas a asentamientos humanos y ganadería sean menos productivas o tengan menor biodiversidad; por el contrario, parecen ser más estables y resilientes, e incluir una mayor riqueza de especies vegetales y de macroinvertebrados acuáticos. El control de la densidad del ganado, las canalizaciones para optimización del recurso hídrico, la trashumancia (movimiento del ganado entre vegas a veces distantes y a distintos niveles altitudinales) y los mecanismos de retroalimentación entre los sistemas biológicos e hídricos seguramente contribuyen a su sustentabilidad.

Las vegas como sistema socioecológico: una síntesis

La vida del habitante de la puna está vinculada con las vegas y hablar de sistemas 'naturales' versus 'antrópicos' como una dicotomía estricta podría conducir a errores, especialmente en lo referente a las vegas situadas por debajo de los 4000msnm que, en su enorme mayoría, se asocian a asentamientos humanos temporales o permanentes, pasados y presentes. Las sociedades puneñas no existirían como las conocemos sin las vegas y estas últimas serían muy diferentes y quizá menos estables y diversas sin la influencia de aquellas.

Antes del Holoceno, el clima de la puna era entre cinco y diez grados más frío. Es decir, los ecosistemas puneños que conocemos tienen aproximadamente diez mil años de antigüedad. El establecimiento de condiciones climáticas relativamente cálidas y estables coincide con la llegada de los humanos a la región, quienes tomaron las vegas como centro de su actividad. Puede argumentarse que, desde entonces, vegas, humanos y grandes herbívoros como intermediarios evolucionaron en forma conjunta, generando condiciones en los distintos componentes que se retroalimentan.

Las vegas atraen a los grupos humanos por sus valiosos recursos. Los humanos promueven la persistencia y estabilidad de las vegas, y estas, gracias a su estabilidad, facilitaron el sedentarismo asociado a la agricultura y, principal-

mente, a la ganadería. El ganado favorece una vegetación cespitosa resistente al pisoteo y el forrajeo, típicamente césped apretado y consistente que modula el hábitat desarrollando pequeños 'diques' o 'represas' que enlentecen el flujo hídrico. Los humanos, para mantener el ganado, construyen canales y manejan el agua para recrear esos flujos y ese tipo particular de vegetación. En general, estos sistemas en los que interactúan humanos, ganado, vegetación y flujos hídricos resultaron ser estables durante los últimos diez mil años. Procesos como las fluctuaciones climáticas y el dramático cambio socioecológico debido a la colonización europea, que introdujo un conjunto novedoso de herbívoros, no parecen haber alterado las cualidades esenciales y el funcionamiento de las vegas.

Sin embargo, los límites de esta estabilidad son poco conocidos. El cambio climático, el sobreconsumo de agua por minería o turismo, el sobrepastoreo, el desmanejo del ganado o del agua pueden amenazar la estabilidad de las vegas. Por ello, es importante profundizar las investigaciones; por ejemplo, analizar las respuestas a eventos climáticos extremos, explorar la edad del agua que llega a las vegas a través del subsuelo, y entender mejor las relaciones entre hidrología, herbivoría y ecofisiología vegetal. Estos estudios no solo requieren la utilización de técnicas sofisticadas (isótopos, sensores automatizados, etcétera), sino que también necesitan incorporar los saberes que los habitantes puneños han adquirido por miles de años y que han hecho que estos sistemas sean menos vulnerables. **CH**

LECTURAS SUGERIDAS

ASCHERO CA et al., 2020, *Miles de años de historia... Entre vegas, peñas y quebradas en Antofagasta de la Sierra*, ISES-Conicet-UNT, San Miguel de Tucumán.

GRAU HR et al., 2018, *La puna argentina: naturaleza y cultura*, Serie de Conservación de la Naturaleza 24. lillo.org.ar/publicaciones/serie-conservacion

IZQUIERDO AE et al., 2018, 'Highlands in transition: Urbanization, pastoralism, mining, tourism, and wildlife in the Argentinian Puna', *Mountain Research and Development*, 38 (4): 390-401. doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-17-00075.1

NAVARRO CJ et al., 2020, 'Rewilding of large herbivores communities in high elevation Puna: Geographic segregation and no evidence of positive effects on peatlands productivity', *Regional Environmental Change*, 20, 112. doi.org/10.1007/s10113-020-01704-8

TCHILINGUIRIAN P y OLIVERA DE, 2012, 'Degradación y formación de vegas puneñas (900-150 años AP): puna austral (26 s), respuesta del paisaje al clima o al hombre', *Acta Geológica Lilloana*, 24 (1): 41-61.



Carlos Navarro

Doctor en ciencias biológicas, Facultad de Ciencias Naturales-IML, UNT. Becario posdoctoral del Instituto de Ecología Regional (IER)-UNT-Conicet. Profesor en el ISFD Manuel Belgrano, Simoca. carlos-n@outlook.com



Ricardo Grau

Ph.D. en geografía, University of Colorado at Boulder, Estados Unidos. Director del IER, UNT-Conicet. Profesor titular de Ecología del Paisaje, UNT. Investigador principal del Conicet. chilograu@gmail.com



Salomón Hocsmán

Doctor en ciencias naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. Investigador independiente del Conicet. Profesor adjunto, Facultad de Ciencias Naturales-IML, UNT. shocsman@csnat.unt.edu.ar