



Flora altoandina de HUACA HUASI

GUÍA VISUAL

STEPHAN HALLOY · SOLEDAD CUELLO
JULIETA CARILLA · SOFÍA LIZÁRRAGA
JULIETA CARRIZO · ALFREDO GRAU



Huaca Huasi, la casa de los espíritus en quechua, es un lugar mágico como lo sugiere su nombre. Una altiplanicie suspendida en las alturas inundada de sol y aire puro, con cielos diáfanos y lagos multicolores. Rodeada a menudo de enormes nubes blancas que protegen sus bordes, y la distinguen de los empinados contrafuertes que la separan y aíslan de los profundos valles vecinos.

Allí, en un día de enero, el sol de mediodía puede permitir una camisa arremangada y exigir un sombrero, pero la tarde convidar nieve y garrotillo helado. La mañana siguiente puede fácilmente empezar a -5°C . Una mañana de julio en cambio, puede empezar a -15°C ...

En ese lugar existe una flora caracterfstica, compartida por buena parte de las altas montañas del Noroeste Argentino, y más al norte, los Andes y Puna de Bolivia. Es libro es una guía de bolsillo para empezar a conocer esa flora, dominada por pastizales, arbustos y hierbas minúsculas.



BOSQUES ANDINOS ES UN PROGRAMA DE:



Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE

FACILITADO Y ASESORADO POR:



Ediciones del
SUBTRÓPICO



Flora altoandina de **HUACA HUASI**

GUÍA VISUAL

STEPHAN HALLOY - SOLEDAD CUELLO

JULIETA CARILLA - SOFÍA LIZÁRRAGA

JULIETA CARRIZO - ALFREDO GRAU



BOSQUES ANDINOS ES UN PROGRAMA DE:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE**

FACILITADO Y ASESORADO POR:



HELVETAS
Swiss Intercooperation



CONDESAN
Consortio para el Desarrollo Sostenible
de la Ecorregión Andina



Ediciones del
SUBTRÓPICO



© 2020, Instituto de Ecología Regional –
CONICET – UNT – Tucumán, Argentina.

ISBN:

Impreso en Argentina
Artes Gráficas Crivelli

Diseño Editorial y portada

Tapirus – Ceci Estrella

Ediciones del
SUBTRÓPICO



WWW.PROYUNGAS.ORG - WWW.PRODUCTOYUNGAS.ORG.AR

Tucumán

Tel/Fax: 54-381-4253728
administracion@proyungas.org.ar

Jujuy

Tel: 54-388-4261522
proyungasjujuy@proyungas.org.ar

Salta

Tel: 54-387-4219326
proyungassalta@proyungas.org.ar

Buenos Aires

Tel: + 54-11-152739104
avelina@productoyungas.org.ar

Prensa

Tel: +54 381 3865261
prensa@proyungas.org.ar

CONTENIDO

pág

- 5 Agradecimientos
- 7 Prologo
- 8 Introducción
- 10 Ambiente
- 13 Vegetación y fauna
- 26 Desapariciones y apariciones (recambio)
- 26 Curiosidades biogeográficas
- 29 La ocupación humana
- 31 ¿Por qué es especial?
- 33 Flora de las Cumbres Calchaquías
- 243 Referencias
- 248 Indice alfabético

AGRADECIMIENTOS

A Mario Reyes, participante infatigable, infatigable y arriero en todas las campañas GLORIA en las Cumbres Calchaquíes.



Esta guía pudo ser elaborada gracias a la contribución de muchas personas que desde el 2006 participaron en el proyecto de monitoreo a largo plazo GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine environments). En especial queremos agradecer al Dr. Harald Pauli (Austrian Academy of Sciences, Austria) representante de la Red internacional Gloria (www.gloria.ac.at) y al Dr. Francisco Cuesta (Universidad de Las Américas, Ecuador) representante de la Red GLORIA Andes (www.condesan.org/gloria). Las actividades tuvieron también **apoyo financiero de:** Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), Assessing Large-scale environmental Risks with tested Methods (ALARM), National Geographic Society, Proyecto EcoAndes conducido por el Consorcio para el Desarrollo sostenible de la Ecoregión Andina (CONDESAN) y ONU-Medio Ambiente, financiado por the Global Environmental Fund (GEF). La Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) a través del proyecto CIMA, implementado por CONDESAN y el Programa Bosques Andinos, implementado por el consorcio CONDESAN - Helvetas Swiss Intercooperation. Las campañas tuvieron el apoyo y autorización de la Dirección de Flora, Fauna y Suelos de la Provincia de Tucumán.

El **material fotográfico** fue obtenido en su mayor parte durante las campañas de muestreo del proyecto GLORIA a partir de 2006, y complementado con el inestimable aporte de la base de datos del Instituto Darwinion (WWW.DARWIN.EDU.AR), a cuyas autoridades agradecemos expresamente.

Participantes de las campañas: Eva Pérez, Griselda Podaza, Ezequiel Araoz, Leandro Macchi, Diego Delgado, María José Barrionuevo, Soledad Bustos, Elvira Casagrande, Cecilia Sosa, Sofía Nanni, Sofía Marinero, Carolina Somonte, Lucia Krapovikas, Romina Díaz Gómez, Paula Presti, Eugenia Moyano, Ana Cuellar, Sebastián Barrionuevo, Santiago Catalano, Sofía Olea, Lucia Zarbá, Gonzalo Ávila, Marisol Mata, Silvina Adris, Erlend Grindrud, Dante Loto, Ariel Salvatierra, Federico Zannier, Lucía Zamora, Edgardo Pero, Martín Zannier, Mariano Guzmán, Sofía Lizárraga, Melisa Cordero, Carlos Navarro, Oriana Osinaga Acosta, Juan E. Cañas y José Tisone son o fueron integrantes de equipos de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. Soledad Jiménez (Instituto de Botanica del Nordeste, CONICET), Mariana Musicante (Universidad de Chilecito, La Rioja), Carolina García y Víctor Hugo Castellanos (Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia), José Monteiro (Universität Basel, Suiza), Aaron Wunnicke (Wisconsin, EEUU), Anton Seimon (University of Maine, EEUU).



PROLOGO

Esta guía es el resultado de muchos años de trabajo en la meseta de Huaca Huasi en las Cumbres Calchaquíes, provincia de Tucumán. La zona es representativa de la Ecoregión Altoandina de Tucumán y buena parte de Catamarca y Salta, por lo que pensamos que su utilidad puede extenderse bastante más allá del área de estudio. Incluye las especies que pueden encontrarse por arriba de 4000 m sobre el nivel del mar.

Los trabajos en la zona por parte del primer autor comenzaron allá por 1972 y se han mantenido hasta la actualidad, incluyéndose en el marco del proyecto global GLORIA a partir de 2006.

INTRODUCCIÓN

Los Andes y la Puna del Noroeste argentino se encuentran flanqueadas en su parte oriental por una serie de macizos montañosos que pertenecen a una geología diferente, las llamadas Sierras Pampeanas. Estas forman como un archipiélago de islas al lado de un continente (los Andes), separados entre sí y de los Andes por profundos valles, y con la inmensa llanura Chaco-pampeana al oriente. Una de estas islas la constituyen las Cumbres Calchaquíes, un macizo montañoso de unos 4700 m de altura, cuyas cimas ocasionalmente nevadas se distinguen desde la ciudad de San Miguel de Tucumán.

Como otras sierras Pampeanas, las Cumbres Calchaquíes culminan en amplias altiplanicies: la altiplanicie de Huaca Huasi con 15,000 ha a más de 4000 m de altura, y la altiplanicie del Isabel con 10 ha a más de 4500 m (Halloy 1998b). A diferencia de la clásica montaña 'cónica' esto significa que luego de subir por contrafuertes empinados, uno se encuentra de pronto con amplios paisajes apenas levemente ondulados y rodeados de lomas redondeadas.

La naturaleza de las Cumbres Calchaquíes está condicionada por muchos factores, siendo algunos de los principales:

- Historia geológica y glaciar
- Aislamiento
- Topografía y posición geográfica casi subtropical

Huaca Huasi, la casa de los espíritus en quechua, es un lugar mágico como lo sugiere su nombre. Una altiplanicie suspendida en las alturas inundada de sol y aire puro, con cielos diáfanos y lagos multicolores. Rodeada a menudo de enormes nubes blancas que protegen sus bordes, y la distinguen de los empinados contrafuertes que la separan y aíslan de los profundos valles vecinos.

La fascinación y asombro que produce un sitio depende en gran parte de lo que puede contar. Huaca Huasi está lleno de leyendas y narraciones, contadas a través de las puntas de flechas de sus primeros visitantes humanos, y por los arrieros trashumantes que cruzaban entre Amaicha y Ancajuli hasta hace poco, acampando a menudo entre las ruinas de un pucará incaico. Pero los cuentos empiezan aún mucho más atrás, con la épica del levantamiento geológico de sedimentos marinos, los cataclismos de la formación de batolitos graníticos, el poderoso avance de mantos de hielo durante las glaciaciones, para seguir con los manojos de antenas retransmisoras insertas en la cumbre del Negrito, y el clima cambiante con las consecuencias sobre la flora y fauna.

Y como en otras altas montañas el viajero puede sentirse desconcertado ante extrañas paradojas: está a 4300 m, pero no es un pico, sino una ancha planicie recorrida por cientos de guanacos, asemejándose a antílopes en una sabana africana. El aire que respira es menos denso, y su corazón late más fuerte, tanto por la altura como por la emoción. Y como si fuera otro universo, las reglas que le enseñaron a nivel del mar cambiaron: el agua ya no hierve a 100°C sino mucho menos; el sonido viaja más rápido en la neblina (Suits 2017), y un avioncito de papel cae más rápido.



AMBIENTE

Con más de 4600 m de altura, el clima periglacial de las Cumbres Calchaquíes contrasta drásticamente con el clima subtropical de los llanos de Tucumán a apenas unos 50 km al Este. En la altiplanicie de Huaca Huasi, a 4300 m, la temperatura media anual se encuentra alrededor de 1 a 2°C, con una precipitación media cercana a 350 mm (correspondiente a solo tres años de mediciones de 1977 a 1980). Las fluctuaciones de niveles de los lagos (ver más adelante), y nuevas medidas en 2015-2016 demuestran que estas medias varían bastante con el tiempo. La variación térmica estacional es relativamente baja, con una media de 4.5°C de octubre a marzo, y -1.6°C de abril a septiembre. La amplitud diurna media también es baja, con 11.3°C. Dada la cercanía de la media a 0°C, hay heladas frecuentes todo el año, todos los días en invierno, y en el mes más cálido (enero) la mitad de los días presentan heladas atmosféricas.

A nivel del suelo (donde viven la mayoría de las plantas, apretadas contra la superficie), la cosa es distinta. Con alta radiación solar diurna, y re-irradiación nocturna dada la atmósfera más limpia, menos densa, y con menor humedad absoluta, el suelo se recalienta hasta máximas de más de 50°C, y mínimas de menos de -20°C. Más profundamente, la masa del suelo atempera las fluctuaciones y ocurre lo contrario, con un ambiente equable que varía apenas unos pocos grados en el año. A un metro y medio debajo de la superficie la temperatura puede variar menos de un grado por día, y unos 7°C entre invierno y verano. Esto lo hace un ambiente muy apropiado para raíces, tubérculos y animales que hacen sus cuevas en él.

Los vientos predominan del Oeste en invierno, y del Este en verano.

Entre largos períodos relativamente calmos los vientos rafagosos e irregulares acompañan las frecuentes tormentas eléctricas de verano. En invierno pueden haber muchos días estables, seguidos por varios días de vientos fuertes del oeste acompañados de ionización positiva del aire (que produce entre otros sensaciones de irritabilidad y malestar que muchos identifican como “puna” o mal de altura).

Temperaturas frías, alta radiación, precipitaciones fluctuantes, y vientos los hay en muchas regiones. Pero lo peculiar de la alta montaña es la baja densidad del aire. En el altiplano de Huaca Huasi la presión atmosférica es poco más que la mitad de la que se registra a nivel del mar. El agua hierve a solo 83°C. Esta baja densidad tiene una serie de consecuencias interesantes para la flora y fauna. El aire menos denso tiene menos moléculas por unidad de volumen de cada uno de sus componentes. Hay menos oxígeno, menos CO², menos agua. Y al ser más ‘vacío’ es menos conductor de calor.

Un aire menos denso también tiene menos capacidad de porte. Las partículas de polvo, polen, o semillas caen más rápidamente. Las aves e insectos voladores deben gastar más energía para volar. El anhídrido carbónico (CO²), esencial para el crecimiento de las plantas, se vuelve más difícil de obtener, llevando a un conflicto adaptativo interesante. Facilitar el intercambio de CO² requiere adaptaciones como por ejemplo un incremento del número de estomas en las hojas, o abrir esos estomas por más tiempo. Pero tener más estomas abiertos durante más tiempo implica perder más agua, sobre todo en condiciones de alta radiación solar y bajas temperaturas (menor humedad absoluta). Algo semejante ocurre con el oxígeno para los animales. La necesidad de procesar un volumen mayor de aire para obtener la misma cantidad de oxígeno (o CO² para las plantas) implica mayor pérdida de

agua que en condiciones equivalentes a nivel del mar y por lo tanto adaptaciones compensatorias. Los huevos de las aves, por ejemplo, tienen mayor número de poros, mientras que algunos de los animales típicos en la zona (guancos, tenebriónidos) pertenecen a grupos preadaptados a condiciones desérticas a pesar que el balance hídrico es mayormente positivo.

La inyección de grandes cantidades de CO_2 en la atmósfera por la sociedad industrial está cambiando estas condiciones esenciales, a la vez que aumenta la temperatura media y cambia el régimen de precipitaciones. Esto facilita la invasión de plantas y animales de zonas más bajas hacia mayores alturas, lo que pone en riesgo el mantenimiento de las comunidades exclusivas que habitan allí.



VEGETACIÓN Y FAUNA

A nivel regional, las sierras del Anconquiya y Cumbres Calchaquíes muestran una asombrosa diversidad de ambientes concentrada por la topografía en un área relativamente pequeña (Halloy 1997). Se encuentran desde selva pedemontana subtropical y bosques montanos dominados por alisos en los faldeos inferiores, pastizales de páramo en los faldeos orientales y prepuna en el occidente transicionando a altoandino (~4150 m de altura) y al límite zonal de vegetación continua (~4600 m) (Halloy 1981). Las plantas vasculares terrestres más altas de la región se han encontrado en el vecino macizo montañoso de las Sierras del Anconquiya, a ~5060 m (Halloy 1983), al igual que el registro más alto del mundo para plantas vasculares acuáticas (Seimon et al. 2007).

Gracias al aislamiento han evolucionado en las Cumbres Calchaquíes diversas especies particulares, endémicas, que no se encuentran en ninguna otra parte del mundo. Algunos ejemplos incluyen varias lagartijas del género *Liolaemus*, crustáceos como *Leptestheria tucumanaensis*, plantas acuáticas como *Isoetes alcalophila* e *I. escondidensis*, y plantas terrestres de diversos géneros característicos como *Nototriche*, *Stangea*, *Barneoudia* o *Azorella*.

Esta guía se ocupa de las plantas por encima del nivel del bosque, las cuales se agrupan en cuatro formaciones principales y numerosos microhábitats diferenciados.



En los faldeos orientales y sur-orientales expuestos a mayor precipitación y neblinas, se desarrolla encima del nivel del bosque un páramo-pastizal o pastizal andino dominado por grandes pastos en macolla o matas (tussocks en inglés) junto con arbustos de hojas pequeñas y hierbas de flores vistosas (Halloy et al. 2008). Esta vegetación constituye una extensión austral de los páramos ecuatoriales. Las laderas más bajas y soleadas, a menudo quemadas, pueden presentar un arbustal mesofítico intercalado con pastizal (Halloy 1997).



En las laderas más secas y bajas del oeste domina un arbustal prepuneño con arbustos duros, resinosos, varios de ellos espinosos y diversas cactáceas incluyendo el majestuoso cardón (*Trichocereus atacamensis*), un cactus en forma de candelabro que puede superar los 15 m de altura y 150 años de edad (Halloy 2008). Se encuentran elementos de la región biogeográfica denominada prepuna, con alta riqueza específica (Cabrera and Willink 1973, Cabrera 1976, López and Beck 2002).



Más allá de 4000 m de altura, el páramo pastizal cede paulatinamente el lugar a la vegetación altoandina (Cabrera and Willink 1973, Cabrera 1976), perteneciente a un distrito particular, el altoandino calchaquí (Halloy 1985b). Cuatro tipos principales de vegetación cubren las planicies, lomadas y valles encima de 4100 m (Halloy 1985a, 1997).

Un pastizal ralo, dominado por un pasto de hojas duras y afiladas casi como espinas, el iro duro o *Festuca orthophylla*. Aunque con pocas especies a nivel micro, algunas como el iro mismo se destacan por una longevidad potencial de miles de años.



El cryptofruticetum es una vegetación aplanada que cubre los valles y lomadas suaves de suelos limo-arcillosos y pedregosos. Aquí se registra una elevada diversidad de especies de plantas vasculares que no suelen elevarse más de 1 o 2 cm del suelo, hasta 20-27 especies por metro cuadrado. Presentan un aspecto colorido en verano con una profusión de flores diversas, aunque miniaturas, de colores amarillos, anaranjados, celeste, blanco, lila.



Los misteriosos bosques subterráneos de Huaca Huasi

Cual gigante caminando por encima de bosques encantados, la persona que pasea por las planicies de Huaca Huasi puede no ser consciente del bosque lilliputiano debajo de sus pies. Lo que desde la altura de un hombre parece un simple césped es en realidad el dosel de un bosque escondido y maravillosamente diverso. Con más de 20 especies de plantas vasculares por m², y flores multicolores, su dosel protege y nutre a decenas de especies de insectos, arañas, musgos, algas, hongos, ácaros, nemátodos, lombrices y caracoles. Mientras en las galerías del “sotobosque” pasean crípticos tucos, ratones y quirquinchos; y anidan lagartijas aprovechando las condiciones equables del suelo. Esas mismas lagartijas se asolean de día en el dosel de los añosos árboles, merendando de las flores e insectos, mientras una diversidad de aves picotean por semillas, lombrices e insectos.

El nombre *cryptofruticetum* (arbustal escondido) refleja esta realidad. Algunas de las especies dominantes (ej. *Adesmia*, *Tetraglochin*) son propiamente leñosas, alcanzando edades de más de 50-70 años, pero con sus troncos retorcidos íntegramente debajo del suelo y sus nudosas ramas extendidas por la superficie, mostrando solamente las hojas y las flores a la vista y al sol. Las condiciones que facilitan esta formación peculiar incluyen alta irradiación (sin competición por luz de plantas más altas), suelos húmedos (que permiten una cobertura casi completa del suelo), y suelos bien oxigenados con temperaturas medias que permiten un crecimiento ideal de raíces.

Conservando las proporciones, el *cryptofruticetum* podría visualizarse como una maqueta 1:100 de un bosque, con árboles de 20 m cuyos troncos están enterrados, y hojas de más de 10 cm reducidas a 1 mm.

Las ciénagas o vegas, llamadas bofedales en Bolivia y Perú, son suelos influenciados por agua de surgente, subterránea o arroyos que desarrollan una densa vegetación de ciperáceas y juncáceas en cojín, la cual llega a formar turberas fanerogámicas con alta acumulación de carbono orgánico.



Los lagos y lagunas dejados por los glaciares forman archipiélagos, cada uno con una flora y fauna propia y distintiva, que cambia de año en año según las variaciones climáticas. De la veintena de lagunas existentes antes de 1970, muchas se fueron secando en las últimas décadas, llenándose solo parcialmente y esporádicamente.



Por encima de 4500 m la vegetación se va espaciando cada vez más, dando inicio a la zona eólica, llamada así por la idea de que muchos de los insumos energéticos para la fauna son transportados por el viento desde zonas más bajas (Swan 1963, Swan 1967, Swan 1992). Las cimas más altas de las Cumbres Calchaquíes no superan el límite de las plantas, y son colonizadas por varias decenas de especies de plantas vasculares y no-vasculares, mientras que en los Andes las plantas más altas reportadas se han encontrado un poco más al norte a 5800 m de altura en el Nevado del Cachi (Webster 1961).



Además existen diversos hábitats de menor envergadura pero no menos interesantes, como los roquedales y acarreo con plantas de adaptaciones particulares, los arenales, y el caso único a nivel global de comunidades de plantas fotosintéticas viviendo bajo rocas de cuarzo traslúcido.

Las plantas que viven bajo piedras

Habitualmente las plantas fotosintéticas no viven bajo piedras, les faltaría luz y aire. En Huaca Huasi existen afloramientos de cuarzos translúcidos debajo de los cuales se albergan comunidades complejas de plantas fotosintéticas que incluyen diversos musgos, líquenes, e incluso algunas fanerógamas. Algunos de los factores necesarios que se combinan aquí fortuitamente como en pocos lugares del planeta incluyen: afloramientos considerables de cuarzo semi-transparente, suelos bien aireados pero sin movimientos por períodos suficientemente largos para que la comunidad crezca y se diversifique, humedad gran parte del año, radiación solar intensa que logre atravesar los cuarzos. En otros lugares se encuentran a veces algo de algas debajo de cuarzos, pero no la diversidad de plantas que se encuentra en Huaca Huasi. Este mundo nuevo está a la espera de quien quiera estudiarlo y entender su ecología.



En los roquedales se encuentran yaretas (*Azorella compacta*), plantas en cojín extremadamente densas que pueden concentrar tanta biomasa como un bosque (Ralph 1978), mientras que gracias a un crecimiento extremadamente lento posiblemente lleguen a tener edades de varios miles de años (Ralph 1978, Halloy 1998a, 2002, Kleier and Rundel 2004, Scott 2006, Kleier and Stenzel 2013). Esto las coloca entre las plantas más emblemáticas de los Andes, comparables con las edades de las famosas secuoias de Norteamérica (Halloy 2002).



Peculiaridades de la Yareta (*Azorella compacta*)

- Longevidad: cada cojín vive cientos de años. Algunos datos sugieren que los más antiguos son tan viejos como las famosas Sequoias y nacieron cuando los egipcios estaban construyendo pirámides.
- Extremadamente densas: una planta sobre la cual uno puede sentarse o pisarla sin hacerle mella. Un explorador de comienzos de 1900 cuenta que un tiro de pistola rebotaba en la superficie.
- Medicinales: usado en medicinas tradicionales para la tos y como antimicrobiano.
- Energéticas: leña para ferrocarril y minas.
- Inmune a las estaciones: cuando casi todas las demás plantas de la zona se secan y entran en letargo, la yareta sigue realzando el paisaje con su intenso verdor. Esto implica la capacidad de tolerar temperaturas por debajo de 15°C bajo cero y varios meses de sequía, posiblemente gracias a sus profundas raíces.
- Camaleón: única entre las fanerógamas por la capacidad de cambiar de color en parte de su dosel al amanecer (tonos amarillo verdoso a verde intenso).
- Dosel contráctil: el crecimiento de la yareta se caracteriza por una fase de expansión en primavera-verano, y contracción de todo el cuerpo de la planta en otoño-invierno.
- Biomasa elevada: por su alta densidad, la yareta acumula biomasas considerables. Se ha estimado que la biomasa de colonias de yaretas llega a ser comparables a comunidades arbóreas.

La dinámica del cambio

La descripción de una flora o fauna es necesariamente una “fotografía” en el tiempo. En la realidad hay un recambio continuo en períodos relativamente largos (como las glaciaciones mencionadas arriba) como también en tiempos cortos (muchos cambios inducidos por el ser humano en las últimas décadas). Las Cumbres Calchaquíes en general, y Huaca Huasi en particular, por su naturaleza insular y de ambientes heterogéneos y fragmentados, son un laboratorio de evolución donde un observador cuidadoso encontrará continuamente novedades y sorpresas.



DESAPARICIONES Y APARICIONES (RECAMBIO)

La instalación de sitios permanentes de monitoreo ha permitido observar algunas de estas dinámicas en una transecta altitudinal. En cuatro cimas desde 4040 a 4740 m se han observado detalladamente las especies de plantas presentes y su abundancia, en 2007, 2012 y 2017 (Halloy et al. 2010, Carilla et al. 2012, Carilla et al. 2014, Carilla et al. 2018). A pesar de esos períodos relativamente cortos, la danza de las especies se ha manifestado con apariciones y desapariciones cuyos detalles están siendo analizados. Solo entre 2007 y 2012 se agregaron cerca del 17% de especies de plantas vasculares, mientras 6% no se encontraron más. Valga aclarar que parte de estos cambios pueden deberse a especies muy raras que no se vieron en una de las dos ocasiones, o a dificultades de identificación taxonómica. Pero otros son cambios de especies de corta vida que aparecen y desaparecen según fluctuaciones climáticas. Y otros cambios, como por ejemplo aumento de la cobertura vegetal (observados también en este periodo) pueden ser indicadores de tendencias a más largo plazo.

En el altiplano existen además cuadrantes permanentes instalados desde 1977 y monitoreados ocasionalmente desde entonces, además de registros de temperatura, pluviometría, viento, radiación, evaporación y otros parámetros meteorológicos. Los registros de niveles de lagos, y el estado de la fauna y flora, se pueden extender aún varias décadas más atrás gracias a relatos y fotografías de exploradores de la región, siendo la más antigua una fotografía de Luis Brackebusch de la década de 1880 donde se observan las lagunas con abundante agua (Brackebusch 1981).

— Las notables fluctuaciones en las lagunas de Huaca Huasi durante las últimas décadas.



Las colecciones realizadas por biólogos y exploradores también proporcionan valiosa información. Así por ejemplo una especie de planta (*Azorella biloba*) coleccionada con cierta frecuencia por viajeros de principios del siglo XX, parece haber desaparecido completamente de la región. Las búsquedas de varios botánicos que han visitado la zona decenas de veces desde los 3000 m hasta las cimas desde los años 1970 hasta el presente han resultado infructuosas en cuanto a esta especie (Halloy 1985b).

Grandes vertebrados como la Taruca y Flamencos fueron registrados (y cazados) también a principios del siglo XX. No se han vuelto a ver en la segunda mitad de ese siglo y hasta el presente. Varias especies de aves acuáticas como *Fulica cornuta*, *Larus serranus* y *Podiceps occipitalis* no se han vuelto a registrar después de la gran sequía de la década de 1980, aunque dada su capacidad migratoria sería esperable su retorno si las condiciones volvieran a cambiar (aunque esto se complica ya que muchas poblaciones están en disminución a través de los Andes).

Inversamente, existen evidencias de especies avanzando, aprovechando los disturbios y/o las temperaturas más elevadas, menor humedad y mayor disponibilidad de CO². Un ejemplo es *Perezia multiflora*, especie ruderal que avanza en suelos removidos y al lado de senderos. En los relevamientos de 1970 a 1980 esta especie no apareció más allá de 3800m. Actualmente ha avanzado hasta la altiplanicie a más de 4300 m.

CURIOSIDADES BIOGEOGRÁFICAS

En el altiplano de Huaca Huasi se han registrado más de 200 especies de plantas vasculares con cerca de 20% de endemismos restringidos. Esto representa una riqueza de endemismos de 1.3 especies por km², casi 14 veces más que en Galápagos, y un nivel bastante notable dada su proximidad al límite altitudinal de vegetación (Halloy 1997).

A escala más pequeña Huaca Huasi también presenta una riqueza específica comparativamente elevada. De 10 sitios de monitoreo a largo plazo GLORIA (Pauli et al. 2015), Huaca Huasi fue el segundo sitio con mayor número de especies en los Andes, y junto con Pacaipampa (Perú) el sitio con mayor número de géneros (Cuesta et al. 2012). De 17 sitios GLORIA europeos, solo uno superó a Huaca Huasi en número de especies (Pauli et al. 2012).

Endemismos y especies raras

Más allá del número de especies (riqueza, diversidad) y su composición, un aspecto destacado de una determinada flora y fauna es la unicidad de sus componentes. Esto se refiere a cuán “especiales” son esos componentes. La rareza y amenaza, la distribución geográfica restringida (endemismo) y la profundidad taxonómica (antigüedad filogenética) constituyen algunos elementos de “unicidad”.

Otros aspectos destacados de las especies habitantes de áreas aisladas pueden incluir adaptaciones especiales e interacciones biológicas peculiares. Entre las distribuciones restringidas de endemismos se pueden citar varios ejemplos, como dos especies de Isoetes, plantas acuáticas endémicas de una laguna cada una (Halloy 1979a), *Geranium planum*, restringido a unas pocas hectáreas del altiplano del Isabel (Halloy 1998b), crustáceos como *Leptestheria tucumanensis* encontrados en unos pocos piletos y lagunas de Huaca Huasi (Ha-

lloy 1979b), e incluso vertebrados, como los lagartos *Liolaemus huaca-huasicus* (Laurent 1985, Halloy and Laurent 1988) y *Liolaemus griseus* (Laurent 1984), este último restringido solo a unas cuantas hectáreas en las cimas más altas de las Cumbres Calchaquíes. Estas distribuciones implican poblaciones pequeñas y por lo tanto susceptibles a disminuciones que pueden llevar a extinciones, siendo que no existen poblaciones en ninguna otra parte para reponer pérdidas accidentales (Stanley et al. 1998).

Existen otras especies que, aunque tienen una distribución geográfica total algo más amplia, se presentan en poblaciones extremadamente dispersas y de pocos individuos. Así por ejemplo la extraña *Barneoudia balliana*, una primitiva Ranunculaceae con grandes flores bordeaux, tiene poblaciones en varias partes de los Andes centrales. Sin embargo, esas poblaciones suelen ser concentraciones muy pequeñas (pocas decenas hasta cientos de individuos en menos de una hectárea). En la zona de Huaca Huasi, se han identificado apenas cuatro de estas poblaciones.

Entre los vertebrados, el misterioso gato andino, posiblemente el más raro de todos los felinos, se ha encontrado desde Perú hasta Chile y Argentina. Sin embargo, en esa amplia comarca solo pocos individuos se han avistado, fotografiado o coleccionado. En Huaca Huasi, a pesar de numerosas visitas por muchos investigadores, su encuentro es extremadamente raro (Scrocchi and Halloy 1986).

En las Cumbres Calchaquíes, el nivel de endemismo refleja el aislamiento en el cual evolucionó la biota, separada de otras cumbres por amplios valles, como si fueran islas de un archipiélago. Otras grandes 'islas' de este archipiélago son los vecinos Nevados del Anconquiya, Ambato, y Famatina (Aagesen et al. 2012). Este aislamiento determina también que a nivel biogeográfico la biota de las Cumbres Calchaquíes merezca un distrito biogeográfico propio, el Altoandino Calchaquí (Halloy 1985b).

LA OCUPACIÓN HUMANA

Diversas evidencias indican una ocupación humana antigua en las Cumbres Calchaquíes. Caminando por Huaca Huasi y las cumbres vecinas, uno se encuentra ocasionalmente con evidencias de estas ocupaciones: puntas de flecha, leña en una alta cumbre, petroglifos, tozos de cerámica pintada.



No está muy claro de cuándo datan estas evidencias, ni las actividades de los que las dejaron, ni quiénes eran.

Existe un pucará en el margen occidental de la altiplanicie, con restos que indicaría tal vez una ocupación incaica tardía. Está estratégicamente ubicado sobre un camino que hasta recientemente sirvió de nexo entre los Valles Calchaquíes y el valle de Anfama-Ancajuli. Pareciera que luego de la ocupación incaica la zona fue solo un lugar de paso durante la colonia y hasta recientemente, con arrieros y lugareños transitando entre los valles, o llevando su ganado a pastar en las verdes vegas de altura cuando se secaban los pastos de los valles (transhumancia inversa)(Molinillo 1993).

La apertura de caminos automovilísticos a los Valles Calchaquíes facilitó la entrada de cazadores y la intensificación de la ganadería. El aumento de presión de caza probablemente significó la extinción local de la taruca y flamenco que se encontraban aún en la zona de las lagunas hasta mediados del siglo XX. La apertura de mercados y la población humana creciente de los valles impactó inicialmente en un desplazamiento del ganado desde los mejores pastos de los valles hacia las zonas más altas, llevando a sobrepastoreo e intensificación de frecuencia de fuegos. Esta tendencia se revirtió hacia fines del siglo XX con la creciente migración urbana, despoblación de la sierra, y reglamentación, limitando la caza y creando el parque provincial Cumbres Calchaquíes. Justo cuando la presión de pastoreo y caza disminuía, el cambio del clima, representado por eventos climáticos extremos de sequías prolongadas y aumento de temperatura, estableció un nuevo entorno dificultando la recuperación de muchas especies, en particular de ambientes húmedos.

¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

Bajo la percepción humana, un lugar puede ser especial por contener diversos “tesoros”. Algunos de ellos son parte de su identidad, originados en las contingencias únicas de su historia, su unicidad. Otros tienen un valor utilitario, la capacidad de producir algo, los llamados “servicios ecosistémicos”.

Las Cumbres Calchaquíes tienen un notable valor de identidad para Tucumán y los Valles Calchaquíes, constituyendo el telón de fondo para los paisajes de amplias regiones de estas áreas. El área se constituye en centro de atracción para turismo, caminatas, andinismo y excursionismo de todo tipo, incluyendo usos que entran en conflicto con los anteriores como formas dañinas de cross-country en moto y vehículos 4x4. Su posición y altura las ha señalado como lugar ideal para la instalación de antenas retransmisoras. Los faldeos, y ocasionalmente el altiplano y vegas, han sido utilizados hasta recientemente para pastoreo invernal transhumante de ganado (Molinillo 1993). Halloy (1997) registra cerca de 100 especies de plantas útiles para el conjunto Cumbres Calchaquíes-Sierra del Anconquiya. Seguramente hay muchas más. En las Cumbres Calchaquíes estas incluyen plantas medicinales apreciadas como *Clinopodium parvifolium* (Muña muña), *Senecio graveolens* (Chachacoma) o *Xenophyllum poposum* (Poposa). También se encuentran aquí varios parientes silvestres de plantas comestibles, como parientes de la papa, oca y maca.

Por su posición y altura, las Cumbres Calchaquíes interceptan grandes volúmenes de agua que alimenta las fuentes de muchos ríos importantes para los Valles Calchaquíes y Tucumán (Halloy 1984, Halloy 1997). El estado de la vegetación, suelos, vegas y lagunas determina el régimen y la calidad con la cual esa agua es exportada hacia los valles. Cuando están en buen estado, absorben los picos de precipitación de tormentas y del verano, liberando el agua limpia de manera regular en primavera cuando más falta hace en los valles (riego, agua potable). La degradación de la vegetación resulta en un mayor aporte de sedimento, aguas turbias, sedimentación de obras de represa y canales, y una creciente irregularidad de los caudales: crecientes abruptas en verano y desecación de vertientes y caudales en otoño-invierno y en años secos, con costos económicos sustanciales.



FLORA DE LAS CUMBRES

CALCHAQUÍES

Alstroemeria pygmaea

ALSTROEMERÍACEAS

Hierba pigmea



Hierba de 3 a 15 cm de alto. Hojas al ras del suelo, sésiles, de 3 a 5 cm de longitud, lanceoladas a lineares. Flores solitarias, raramente 2, amarillas brillantes, con manchas purpúreas. Fruto cápsula protegido por las hojas de la roseta. Perú, Bolivia y Noroeste de Argentina, desde Jujuy hasta Catamarca. Crece entre los 3000 a 4400 m s.m., en suelos arenosos o con grava fina.

Gomphrena meyeniana

AMARANTÁCEAS

Hierba pigmea



Hierba arrossetada. Hojas obovadas, pilosas, largamente pecioladas. Flores blancas con anteras amarillas, reunidas en cabezuelas globosas. Perú, Chile y noroeste de Argentina, desde Jujuy hasta Catamarca. Crece entre los 2000 y 4500 m s.m.

Gomphrena umbellata

AMARANTÁCEAS

Hierba pigmea



Hierba rastrera anual, de 10 a 50 cm de diámetro, ramas marrones rojizas. Hojas basales lanceoladas, redondeadas en la punta, con pecíolo alado. Hojas caulinares rómbicas, agudas. Flores en grupos de 2 a 12, en glomérulos, blancas. Desde Perú hasta el noroeste de Argentina, desde Jujuy hasta Catamarca. Crece entre 3000 y 4000 m s. m.

Guilleminea densa

AMARANTÁCEAS

Hierba rastrera



DARWINEDUJAR



Hierba rastrera, rosetas de 10 a 80 cm de diámetro, ramas marrones rojizas. Hojas basales oblongo-elípticas a lanceoladas, con pecíolo alado. Hojas caulinares ovadas a rómbicas. Flores en grupos de 4 a 12, en glomérulos, sépalos translúcidos. Norte y Centro de Argentina. Crece entre 0 y 4000 m s.m.

Azorella biloba

APIÁCEAS

Hierba pigmea



Hierba o subarbusto, cespitoso, formando pequeñas rosetas de hojas en el extremo de las ramas. Hojas bilobadas, ovadas a elípticas. Umbelas 10 a 20 floras. Flores blancas. Costa Rica hasta Perú, Bolivia y el noroeste y centro de la Argentina. Crece entre los 2500 a 5000 m s. m. en ambientes húmedos altoandinos.

Azorella compacta

· Yareta ·

APIÁCEAS

Cojín



Cojines muy compactos, de hasta 1 m de alto. Hojas sésiles con lámina oblonga, decurrente hacia la base. Flores amarillentas en umbelas con 1 a 5 flores. Fruto pequeño, ovoide con costillas. Perú, Bolivia y noroeste de Argentina, desde Jujuy hasta La Rioja. Crece entre los 2500 y 5200 m s. m. en laderas y abras planas pedregosas o rocosas, en ambientes Altoandinos.

Azorella ulicina

APIÁCEAS
Subarbusto



Subarbusto de hasta 40 cm de alto. Hojas rómbicas, ápice dividido en lóbulos triangulares, punzantes. Flores amarillentas verdosas, en umbelas entre las hojas. Fruto pequeño, elíptico. Chile y oeste de Argentina, desde Jujuy hasta Mendoza. Crece en arenales de ambientes de Puna y Altoandino entre 1500 y 4700 m s. m.

Bowlesia tropaeolifolia

APIÁCEAS

Hierba



Hierba. Tallo postrado, con pelos estrellados. Hojas orbicular-reniformes, 5 a 8-lobadas, lóbulos mucronados. Umbela de pocas flores blancas, amarillentas. Desde los Andes de Perú hasta el estrecho de Magallanes. Crece entre los 100 y 4500 m s.m., en sitios con algo de humedad, al pie de arbustos o al abrigo de piedras.

Baccharis alpina

ASTERÁCEAS

Subarbusto pigmeo



Subarbusto pigmeo, dioico. Tallos rastreros y leñosos, muy ramificados, formando cojines de 1 a 2 cm de alto. Hojas obovado-espatuladas de 2 a 6 mm de longitud, resinosas y algo carnosas. Capitulos solitarios, sésiles y apicales, con numerosas flores blancas. Desde Colombia hasta el noroeste de Argentina. Vegeta en lugares húmedos de la puna, entre 4000 y 4500 m s. m.

Baccharis tola

ASTERÁCEAS

Arbusto



Arbusto dioico de hasta 75 cm de alto. Hojas sésiles, obovadas, de 5 a 12 mm de longitud, enteras o con 1-2 dientes gruesos a cada lado del margen. Capítulos sésiles, solitarios. Sur de Perú, Bolivia, norte de Chile y noroeste de la Argentina hasta San Juan y Mendoza. Crece en ambientes de Puna y Altoandino, entre los 2200 y 4500 m s.m.