

SISTEMAS INTERTROPICALES DE ALTURA: HUMEDALES ALTIPLANICOS

Irma Vila Pinto*. 2002. El agua en Iberoamérica; de la escasez a la desertificación. Edit. Alicia Fernández Cirelli y Elena Abraham. Publ. por CYTED XVII, CETA y Fac. Cs. Veterinarias UBA. 63-72. Depto. de Cs. Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Agua en el cono sur de América](#)

RESUMEN

La meseta de altura conocida como altiplano que se extiende entre los 17° y 27° S sobre los 3000 m de altura, se traza al Precámbrico aproximadamente 1.000 Ma. Geomorfológicamente, esta región se caracteriza por gran diversidad de cuencas endorreicas, generadas durante el Terciario y el Cuaternario, cuando la región experimentó intensa actividad volcánica y sedimentaria, la cual afectó a extensos sistemas lacustres que evolucionaron a cuencas evaporíticas de diverso tamaño, proceso que continúa hasta hoy y determina la existencia de lagos, lagunas salinas y salares en la región. El ambiente altiplánico posee clima semi-árido con promedios de entre 200 y 250 mm de agua caída durante un período breve de tiempo. El agua precipitada en la alta montaña sostiene las zonas bajas las cuales son de aridez extrema.

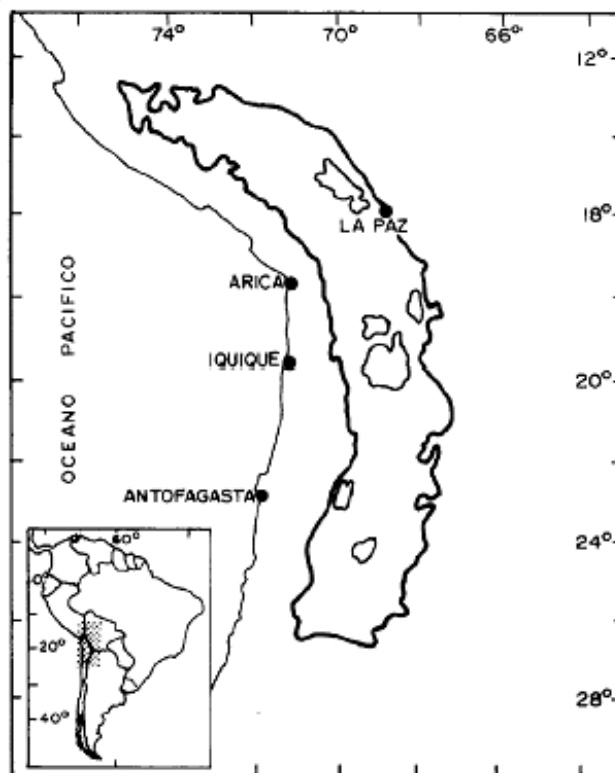
La demanda alta del agua, la cual es mayor que la disponibilidad en estos sistemas requiere en el presente del conocimiento adecuado para el manejo sostenible de ellos. El hombre está produciendo un impacto importante en los “bofedales”, principalmente por el uso consuntivo del agua, tanto superficial como subterránea a una tasa no precisada, disminuyendo los acuíferos lo cual pone en peligro la disponibilidad del agua superficial. El agua existente en los humedales altiplánicos corresponde al factor gravitante y fundamental que hace posible el desarrollo del hombre y la biota andina en esta planicie de altura. Este trabajo sugiere una metodología interdisciplinaria de trabajo para la gestión del recurso.

Palabras claves: Altiplano. Clima semi-árido. Humedales.

ANTECEDENTES

La cordillera de Los Andes alcanza entre los 14° y 27° S sobre los 3000 m de altura su anchura máxima con 700 Km y 1 500 km de largo, conformando una de las mesetas más elevadas de la tierra conocida como altiplano (Fig.1).

Figura 1. Ubicación de la meseta de altura o “ALTIPLANO”



La historia geológica del altiplano chileno se traza al Precámbrico aproximadamente 1.000 Ma (Charrier 1997). Geomorfológicamente, esta región se caracteriza por gran diversidad de cuencas endorreicas, generadas durante el Terciario y el Cuaternario, cuando la región experimentó intensa actividad volcánica y sedimentaria, la cual afectó a extensos sistemas lacustres que evolucionaron a cuencas evaporíticas de diverso tamaño, proceso que continúa hasta hoy y determina la existencia de lagos, lagunas salinas y salares en la región (Chong 1988). El ambiente altiplánico posee clima semi-árido con promedios de entre 200 y 250 mm de agua anuales. El agua precipitada en la alta montaña sostiene las zonas bajas las cuales son de aridez extrema y con déficit permanente de agua (Salazar 1998; Keller y Soto 1998). Para el altiplano chileno se han descrito 33 cuencas hidrográficas (Monti y Henríquez 1972), clasificadas como hidrológicamente cerradas y cuyo único mecanismo de descarga es la evaporación, deviniendo muchos de ellos en sistemas de salares, como testimonio de un clima pasado más húmedo, se citan más de cien sólo en la zona más sur del altiplano.

Entre los sistemas acuáticos altiplánicos más importantes cabe citar los humedales. Estos son llamados “bofedales” en la región y son formaciones vegetales que se establecen en un ambiente edáfico, principalmente orgánico, caracterizado por una condición hídrica de saturación permanente. Los “bofedales” sustentan diversidad biológica de flora y fauna de importancia. Poseen valor económico y cultural para el hombre andino porque han sido por siglos las zonas de abrevadero del ganado de altura, los auquénidos llamas, vicuñas y alpacas.

La demanda alta del agua, la cual es mayor que la disponibilidad en estos sistemas requiere en el presente del conocimiento adecuado para el manejo sostenible de ellos. El hombre está produciendo un impacto importante en los “bofedales”, principalmente por el uso consuntivo del agua, tanto superficial como subterránea a una tasa no precisada, disminuyendo los acuíferos lo cual pone en peligro la disponibilidad del agua superficial. El agua existente en los humedales altiplánicos corresponde al factor gravitante y fundamental que hace posible el desarrollo del hombre y la biota andina en esta planicie de altura.

El hombre también podría llegar a verse afectado directamente a través de una disminución de los caudales superficiales destinados a la agricultura, disminución del potencial de forraje de las praderas naturales, etc.

Durante los últimos años el estado de Chile se ha preocupado por complementar la normativa legal de administración de los recursos hídricos establecida en el Código de Aguas para la protección de los sistemas acuáticos altiplánicos mediante la prohibición de explotar los recursos subterráneos. De acuerdo con la legislación de Chile, la Dirección general de Aguas debe proteger las áreas que alimentan las zonas de humedales. Estas modificaciones se relacionan con la protección y conservación de los humedales del altiplano (vegas y bofedales) mediante la prohibición de explorar y explotar los recursos subterráneos que son la base esencial para estos ecosistemas, tomando en cuenta que dichos humedales representan por sí mismos ecosistemas únicos que además sustentan especies altamente frágiles o raras en diversos géneros.

Con el fin de proteger la diversidad biológica incluido el hombre andino, se ha proyectado conocer la disponibilidad del agua, su dinámica física y química conjuntamente con los requerimientos hídricos de la flora y de la fauna. De acuerdo con las características más relevantes que sustentan un humedal se han desarrollado objetivos específicos para el estudio y la estimación de los recursos hídricos asociados a sistemas de humedales en la zona altiplánica chilena, sobre la base de la estimación de las tasas de evapotranspiración y evaporación en zonas de vegas y bofedales.

Para desarrollar este objetivo se programaron las actividades siguientes:

- ◆ Caracterización hidrobiológica de formaciones representativas de vegas y bofedales y su proceso de formación.
- ◆ Caracterización del régimen hidrológico espacio-temporal en la zona de estudio.
- ◆ Caracterización hidroquímica e isotópica de aguas que alimentan vegas y bofedales.
- ◆ Estimación de evaporación desde superficies libres en torno a zonas de vegas y bofedales.
- ◆ Estimación de tasas de evapotranspiración desde zonas de vegas y bofedales.

CARACTERÍSTICAS DE LOS HUMEDALES ANDINOS

El origen, la edad geológica, asociados al clima extremo de la zona, han producido una variada gama de humedales, los cuales varían desde los Lagos Titicaca, Poopó y Chungará a lagunas, ríos y amplia variedad de salares. Entre ellos, los sistemas más frecuentes y extensos son los “bofedales”, los cuales se caracterizan por presentar un microrrelieve muy ondulado interconectado por canales. Este microrrelieve, está directamente relacionado con la presencia de especies herbáceas dispuestas en cojines compactos. La mayoría tiene un perfil profundo generalmente orgánico, compuesto por raíces vivas, muertas y abundante materia orgánica en descomposición. Se forman sobre suelo de turba alcalina. La diversidad biológica de estos sistemas y la velocidad que ha adquirido la salinización durante los últimos años requiere de una gestión urgente para su conservación.

En general se identifican cuatro características básicas que sustentan un humedal:

- ◆ Geomorfología, la cual determina la forma y el tamaño del humedal.

- ◆ Hidrología: las variaciones de disponibilidad hídrica (intra e interanuales) influyen en las variaciones de biomasa y de especies del humedal. Está muy relacionada con los factores climáticos.
- ◆ Hidrogeoquímica: depende de la composición geológica de las zonas de recarga y de la geoquímica propia del humedal. Regula la naturaleza de las comunidades vegetales.
- ◆ Biología: como expresión de las adaptaciones de los seres vivos a las condiciones climáticas, hidrológicas, geomorfológicas y geoquímicas.

Este tipo de humedales posee un valor económico y cultural para la gente de la zona, además, se relaciona directamente con el uso ganadero de estos sectores debido a su productividad como forraje. Estas vegas y “bofedales”, respecto a los sistemas zonales del entorno, manifiestan una enorme diversidad biológica, con un mayor número de especies vegetales las cuales son propias de estos sistemas.

UBICACIÓN

Se ubican en la zona altiplánica, generalmente sobre los 4000 m de altitud, y se forman en el fondo de quebradas o en valles, sobre suelos de turba alcalina generalmente profundos que presentan niveles de agua subterránea altos y escurrimientos superficiales permanentes, y restringidos a lugares donde exista agua corriente, mayor concentración de oxígeno y menor concentración de sales que en aguas estancadas.

También están en laderas de montañas o conos volcánicos donde existen vertientes o ríos superficiales o subsuperficiales los “bofedales” son ecosistemas que se caracterizan por presentar un microrrelieve fuertemente ondulado con una red intrincada de canales o cursos de agua corriente. Este microrrelieve está directamente relacionado con la dominancia de especies herbáceas en cojines compactos por sobre las especies rizomatosas que forman los céspedes planos o regulares de las vegas del mismo sector del norte de Chile. Su perfil es profundo y generalmente orgánico, compuesto por raíces vivas, muertas y materia orgánica en descomposición. La vegetación es de color verde intenso en el período de lluvias y amarillenta en el período de sequía. La Tabla 1 detalla los humedales más importantes del altiplano sur.

Tabla 1. Características de Humedales en estudio.

Humedal	Actividad Productiva	Característica Ambiental Relevante	Categoría de Conservación
1) Lago Chungaril y Laguna Colacoaril	Turismo	Concentración de avifauna específicamente Tigua Gigante	Parque Nacional Lauca
Bofedal de Isiluga	Extracción de agua para uso comunitario	Concentración de avifauna andina	
2) Salar de Surire	Extracción de sales de borato	Concentración de poblaciones de tres especies de flamencos	Monumento Natural Salar de Surire. Sitio Ramsar
3) Salar de Husaco y Salar de Coposa	Extracción de aguas para uso minero	Concentración invernal y sitio de reproducción de tres especies de flamencos	Sitio Ramsar Salar de Husaco
4) Salar de Alacama	Extracción de salmueras, agua y turismo	Concentración invernal de tres especies de flamencos	Reserva Nacional Los Flamencos
5) Lagunas Miscanti y Miñiques	Turismo	Concentración de avifauna y lugar de reproducción de tigua común	Reserva Nacional Los Flamencos
6) Salar de Tara y Salar de Aguas Calientes	Extracción de agua para uso comunitario	Sitio de reproducción de flamenco andino y flamenco chileno	Reserva Nacional Los Flamencos
7) Salar de Maricunga	Extracción de agua para uso minero	Concentración de avifauna andina	Parque Nacional Nevado de Tres Cruces
8) Lagunas Breves	No hay actividad productiva por el momento	Lugar de reproducción de tigua común	Parque Nacional Nevado de Tres Cruces
8) Laguna Negro Francisco	Extracción de agua para uso minero	Concentración de poblaciones de flamenco andino en verano	Parque Nacional Nevado de Tres Cruces

CLIMA

El ambiente altiplánico posee clima semi-árido y el eje norte sur presenta lluvias entre 200 y 250 mm de agua anuales, las cuales precipitan mayoritariamente en el verano durante el período climático conocido como “invierno boliviano”, con fuertes tormentas, lluvias y nieve durante los meses de Diciembre y Marzo. El agua precipitada en la alta montaña alcanza las cuencas más bajas por escorrentía e infiltración subterránea y sustenta las regiones bajas las cuales son de aridez extrema y con déficit permanente de agua (Salazar 1998; Keller y Soto 1998).

En cuanto a los aspectos agroclimáticos, se divide en dos sectores:

- ◆ El occidental: con una pluviometría media de 200-300 mm anuales
- ◆ El oriental: con una pluviometría poco mayor de los 300 mm anuales

HIDROLOGÍA

Algunas depresiones cerradas del altiplano chileno drenan sus aguas (en forma superficial y subterránea) hacia los salares de Surire, Huasco y Coiposa por el sector norte. Los relieves volcánicos presentes en el altiplano son producto de la presencia del importante sistema lacustre Chungará-Cotacotani, el cual origina también uno de los principales “bofedales” de la región, el “bofedal” de Parinacota, y posteriormente al río Lauca. Más al sur de la región, una importante red riachuelos y lagunas sostiene al “bofedal” de Isluga.

La mayor parte de estos recursos de agua no son aprovechables, exceptuando el río Lauca, el cual aporta sus aguas (por medio de obras de canalización) a la central hidroeléctrica de Chapiquiña y luego, aumenta el caudal del río San José.

Dentro de las vegas altoandinas se tienen dos tipos:

- ◆ Vegas altoandinas de salares o depresiones cerradas
- ◆ Vegas altoandinas de riberas de cursos de agua o depresión abierta

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL AGUA

La calidad química de los sistemas acuáticos altiplánicos tales como los Lagos Titicaca, Poopó, Chungará, Huasco y Ascotán entre otros muestran composición salina alta (Vila y Muhlhauser 1987; Muhlhauser et al 1995). Además, ésta es muy variable en las distintas zonas del humedal. En promedio, el orden de abundancia de cationes y aniones se detalla a continuación:

Cationes Na^+ K^+ Li , Ca , Mg
Aniones Cl^- , SO_4^{4-} , HCO_3^- CO_3^{3-}

La composición química de las aguas del altiplano y la precordillera es muy variada, en características que fluctúan desde la propia fusión de nieves hasta salmueras, presentando la mayoría de ellas un contenido significativo de sales que limitan su uso (Alonso y Vargas, 1985, 1988). A ello se agrega la presencia de elementos con valores superiores a las normas internacionales, como arsénico para uso en agua potable y bordo en riego (Alonso, 1992). Estas características se atribuyen a tres agentes condicionantes principales: composición geológica, clima árido y volcanismo.

En cuanto los procesos de salinización, en el Altiplano y Precordillera existen numerosas cuencas cerradas con superficie variable, desde unos pocos hasta varios miles de km y en cuya parte más baja se ubican lagunas y salares que tendrían una compleja historia geoquímica. La sucesión de eventos de precipitación de sales en períodos geológicos secos y de su redisolución en épocas húmedas, entre los cuales se intercalan frecuentemente episodios volcánicos, se reflejan en la columna estratigráfica. En esta suele encontrarse estratos salinos a distintas profundidades que constituyen fuentes de solutos, en especial para aguas subterráneas.

La salinización del agua en estas cuencas es producto de dos mecanismos. Uno es el de incorporación de solutos como consecuencia de reacciones químicas de alteración de rocas. Otro, posterior, es el de su concentración por evaporación que puede llegar hasta la precipitación de sales. Par ambos procesos se ha propuesto diversos modelos físico-químicos cuyos resultados se deberían comparar con observaciones de terreno.

VEGETACIÓN

En el altiplano crecen sólo especies criófitas, lo cual conforma un clima de estepa de altura, con especies tales como el matorral, los coironales y los bofedales. En áreas rocosas se encuentran llaretas que crecen adheridas a la superficie. La pradera herbácea de mayor potencial la constituyen pajonales de coirón (géneros *Festuca* y *Stipa*).

La vegetación de los “bofedales” está adaptada a las condiciones ambientales extremas de la Puna altoandina. Las especies dominantes en estos sistemas son:

Oxychloe andina
Distichia muscoides

Patosia cfr. *Clandestina*
Scirpus atacamensis

Cuando el nivel freático se encuentra a mayor profundidad dominan las gramíneas perennes de los géneros *Deyeusia* y *Festuca*, entre otras. En las pozas y lagunas formadas abunda una flora acuática representada por algas y plantas superiores.

A modo de ejemplo de la vegetación de los "bofedales", se puede mencionar que en el "bofedal" de Parinacota se han descrito 24 combinaciones de 16 especies de herbáceas y de matorral (*Caviedes* y *Serey*, 1992). La mayor parte de la biomasa vegetal corresponde a *Oxychloe* andina (*Juncaceae*), una *geófito*, *rizomatoso* de hojas cortas y duras. Esta planta sólo crece sobre los 4000 m con un patrón vegetativo específico del tipo parche y forma parte de 11 combinaciones de plantas en el humedal. Los parches de vegetación están especialmente estructurados en forma de "colchones". La zona central consiste de *Oxychloe* andina combinada con *Werneria pygmaea*, *W. pinnatifida*, *Distichia muscoides* y *Gentiana prostata*. En áreas más secas del bofedal dominan dos especies de *poaceas*: *Festuca* sp. y *Deyeuxia* sp.

La comunidad de plantas acuáticas tanto en los lagos como en los humedales está caracterizada por una vegetación sumergida dominada por *Myriophyllum elatinoides*, *Azolla foliculoides*, *Elodea*, *Potamogeton*, *Potamogeton pectinatus*, *Callitriche stagnalis* y la especie emergente *Deyeuxia* sp.

En el ecotono tierra/agua se hacen dominantes dos especies del matorral: *Parastrephia quadrangularis* y *Parastrephia lepidophylla*. La composición florística varía dependiendo de la pendiente, flujo de agua y orientación. Taxonómicamente se puede considerar como endémicas de la Puna a los siguientes géneros de plantas encontradas en el humedal de *Parinacota* (Kalin Arroyo, 1982); *Oxychloe*, *Azorella*, *Gentiana*, *Werneria* y *Parastrephia*.

La vegetación en los humedales de alta altitud depende fundamentalmente de las condiciones hidrológicas. En un gradiente desde terreno seco a zonas inundadas en el ecotono del mismo bofedal de Parinacota, la estructura de la biomasa de *O.* andina muestra diferencias significativas: en el borde más seco, aguas arriba, el cual se inunda ocasionalmente por período de tiempo cortos, se encuentra una biomasa pequeña. La biomasa máxima se observa en áreas que son inundadas frecuente o permanentemente (Tabla 2). Las zonas ecotonales del humedal pueden tener una alta biodiversidad, sin embargo debido a factores locales, la biodiversidad puede ser difícil de predecir. La mayor riqueza de especies está asociada con áreas permanentemente inundadas, mientras la menor biodiversidad se observa cerca del borde que limita con el sistema terrestre semi-desértico.

Tabla 2. Biomasa de *Oxychloe* andina en un gradiente en Parinacota. Valores medios de 10 localidades en cada zona ± 1 D.S. (Muhlhauser 1997)

Zona	Biomasa vegetal Kg/ha
Cuenca superior/ecotono del bofedal Inundado en época lluviosa	3250
Zona media inundada todo el año excepto al final de la estación seca	5800
Zona baja permanentemente inundada a través del año	7000

FAUNA DE INVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los subsistemas lóticos y lénticos de la Reserva Lauca son ricos en fauna acuática. Los invertebrados están representados principalmente por crustáceos, insectos y gastrópodos. El valor más importante de los invertebrados acuáticos en los humedales es el papel que tienen en el soporte sostenido de las cadenas tróficas (Murkin y Wrubleski, 1988). En bofedales como Parinacota y lagos como Chungará y Cotacotani los invertebrados acuáticos están mayoritariamente asociados con macrófitas y detritus vegetal. La abundancia de los grupos dominantes de invertebrados pueden ordenarse como sigue: Desmenuzadores (Anfípodos) del género *Hyaella*; Pastoreados (caracoles de los géneros *Taphius* y *Ancyllus*); filtradores y colectores *Diptera Chironomida*; *Hemiptera*, *Coleoptera*, *Odonata*, *Trichoptera* y *Ephemeroptera*; otros consumidores Anélidos, Hirudíneos (sanguijuelas), Oligoquetos.

Existen diferencias leves entre los ambientes lénticos y lóticos. Por ejemplo, en los canales del humedal donde el flujo de agua está en un rango entre 0,2 y 0,4 m/s las especies vegetales dominantes son: *Myriophyllum elatinoides*, *Elodea potamogeton*, *Potamogeton pectinatus* y *Minulus luteus*.

En las lagunas donde el flujo del agua está en un rango entre 0,05 y 0,1 m/s las plantas dominantes son: *Ranunculus* sp., *Azolla filliculoides* y *Lemna giba* (De Carolis, 1986). Un patrón de distribución similar se observa con la fauna acuática. En los canales los grupos dominantes son: raspadores y desmenuzadores (Anfípodos y Tricópteros). En las lagunas predominan los filtradores (Zooplankton y Dípteros Quironómidos). En la red de canales las lagunas pequeñas funcionan como nodos, conectando una red de diferentes cursos de agua.

VERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los peces están representados en los humedales por dos especies, un pequeño bagre (*Trichomycterus laucaensis*, "suche"), dominante en los sistemas lóticos y *Orestias* sp., "corvinita", un ciprinodóntido, dominante en los sistemas lénticos.

En estos sistemas de alta altitud es posible encontrar tres especies de anfibios: *Pleurodema marmorata* y *Telmatobius peruvianus* (*Leptodactylidae*) y *Bufo spinulosus* (*Bufonidae*). Los humedales de alta altitud de la Puna son también un refugio para una rica avifauna, dentro de la cual muchas especies son migratorias, importante son la "tagua gigante (*Fulica gigantea*), que es endémica. El "pato jergón chico" (*Anas flavirostris*). La "guayata" (*Chloephaga melanoptera*) y la "gaviota andina" (*Larus serranus*).

Hasta ahora las relaciones tróficas entre las comunidades de vertebrados e invertebrados acuáticos, anfibios y aves no han sido investigadas. Ocasionalmente dos roedores entran desde el sistema terrestre al bofedal, se trata de: *Lagidium viscacia* (vizcacha) y *Phyllotis boliviensis* (lauchón orejudo) (Muhlhauser, 1997). La comunidad avícola es muy abundante tanto en número de especies como en su abundancia, destacan tres especies de flamencos, la tagua gigante, la gaviota andina y una gran diversidad de patos.

Como ejemplo de funcionamiento de un humedal se han estado realizando trabajos de investigación interdisciplinarios en el sistema de humedales llamado "bofedal de Isluga". Se encuentra hoy protegido de permisos de extracción de agua, especialmente porque es un importante sitio de asentamiento de poblaciones humanas altiánicas.

BOFEDAL DE ISLUGA

La cuenca del río Isluga se sitúa entre las cuencas del Salar de Surire y Salar del Huasco y forma parte de la cuenca del salar de Coipasa al igual que la hoya del río Lauca. El río Isluga nace del nevado de este nombre y después de traspasar la frontera chileno-boliviana cambia su nombre por el de Sitaní hasta que se infiltra en los llanos del salar de Coipasa. Su hoya cubre aproximadamente 680 km en territorio chileno y su precipitación media es del orden de 238 mm al año. En su curso inferior, el río atraviesa grandes bofedales que sustentan la ganadería de los pueblos de la región, como Enquelga, Isluga y Pisiga.

Tabla 3. Características químicas de las zonas del Humedal de Isluga

Datos de laboratorio		Análisis químicos												
NUM	Cond. ($\mu\text{S/cm}$)	PH	Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	CO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	Cl ⁻ Mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	P-PO ₄ ⁻ mg/l	B mg/l	STD mg/l
ISL-1	492.00	7.54	21.4	5.90	40.670	8.90	88.31	0.00	79.96	47.57	0.182	1.220	2.15	248.4
ISL-2	641.00	8.84	68.1	25.11	25.280	10.50	270.80	38.88	62.32	0.00	0.088	2.148	0.28	508.5
ISL-3	471.40	7.88	24.5	8.82	44.810	9.70	86.25	0.00	78.96	51.88	0.145	1.387	2.25	291.1
ISL-4	512.00	7.89	27.3	8.17	48.280	10.56	86.96	0.00	78.96	63.81	0.111	1.435	2.27	322.2
ISL-5	2838.00	8.56	63.0	98.91	443.510	6.20	229.85	76.58	559.96	309.82	0.660	1.548	14.58	1748.8
ISL-6	1110.00	8.30	62.9	15.00	118.580	22.20	114.31	11.34	206.24	108.41	0.835	1.530	5.41	672.8
ISL-7	1744.00	8.31	102.3	41.00	195.330	32.40	151.48	18.54	490.00	184.11	0.400	1.582	4.51	1228.3
ISL-8	2843.00	8.36	158.0	70.00	222.220	58.80	271.21	46.68	601.98	180.88	0.111	2.896	4.12	1623.3
ISL-9	2210.00	8.55	189.0	75.90	204.520	61.20	210.88	85.22	789.98	153.65	0.323	2.944	3.58	1754.5
ISL-10	684.00	8.03	75.2	18.04	21.600	6.50	40.75	0.00	236.71	11.89	0.108	1.484	0.18	416.7
ISL-11	1154.00	7.96	102.4	39.80	87.320	1.90	107.87	0.00	429.96	58.88	0.056	1.810	1.18	834.9

No era posible establecer un balance hídrico en todos los sectores de este bofedal por no conocerse con precisión las entradas y salidas en todos ellos. Por esta razón fue necesario identificar un sector de gran extensión con entradas y salidas conocidas que permitiera establecer dicho balance con el mínimo error posible.

Para cumplir con lo anterior se hizo un análisis prospectivo del bofedal de Isluga en toda su extensión que incluyó descripción vegetacional, geomorfológica, hidroquímica e isotópica. Para luego, a partir de toda esta descripción, proceder a elegir una zona donde realizar un análisis micro del “bofedal” estableciendo los balances necesarios que permitan establecer la demanda hídrica propia de estos sistemas vegetacionales. La Tabla 3 detalla las características químicas de este humedal, las cuales son significativamente variables entre zonas de distinto grado de inundación, detallada como estaciones diferentes de análisis.

Se ha intentado fijar el marco conceptual en el cual se desarrolla la conservación de humedales en el mundo y en Chile, y de cómo estos conceptos se relacionan con la temática del desarrollo sostenible y la conservación de la diversidad biológica.

Estas actividades intentan identificar de manera integral la legislación nacional e internacional vigente relacionada con la protección, conservación y manejo de humedales, así como las relaciones, compatibilidades y compromisos que se han asumido en este marco. Esta actividad será una guía fundamental para orientar el desarrollo de los lineamientos y de todas las acciones que se deberán diseñar para operar la Estrategia Nacional de Conservación de los Humedales del país. Así, se ha logrado identificar en término de variaciones estacionales la hidrología, las características de la calidad química del agua, la flora y fauna acuáticas y de la vegetación de las vegas

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, H. 1992. Arsenic enrichment in superficial waters, II regioón, Northern Chile. Int. Seminar Arsenic in the Environment and its Incidence on Health, Proceeding, pp. 101-108.
- Alonso, H. 1997. Geoquímica de Aguas del Altiplano. Una aproximación. El Altiplano. Ciencia y Conciencia de los Andes. Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos. Universidad de Chile. Santiago de Chile, Octubre 1997. 105-107 p.
- Caviedes, E. E I. Serey. 1992. Estado del conocimiento de la Vegetación de los Andes del Norte de Chile y Argentin. Memorias del Instituto de altura. Universidad Nacional de Jujuy, Argentina. 3:11-17.
- Charrier, R.1997. Ciencias de la Tierra y Recursos mineros y energéticos en el altiplano chileno.. El Altiplano. Ciencia y Conciencia de los Andes. Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos. Universidad de Chile. Santiago de Chile, Octubre 1997. 5-14 p.
- De Carolis , G. 1986 Descripción del sistema ganadero y hábitos alimentarios de ovinos y camélidos domésticos, en el bofedal de Parinacota, Memoria Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, 259 p.
- Chong, G. 1988. The Cenozoic saline deposits of the Chilean Andes between 18°00' and 27°00' South Latitude. Springer Verlag, Lecture Notes in Earth Sciences 17: 87-102.
- Keller, B. y D. Soto. 1998. Influencias hidrogeológicas en la preservación de *Orestias ascotanensis* (Teleostei: Cyprinodontidae), en el Salar de Ascotán, norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 147-156.
- Kalin Arroyo, M., F. Squeo, H. Veit, L. Cavieres, P. Leon and E. Belmonte. 1997. Flora and vegetation of northern Chilean Andes. El Altiplano. Ciencia y Conciencia de los Andes. En Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos.. Universidad de Chile. Santiago de Chile, Octubre 1997. 167-178 p.
- Monti, S. y H. Henriques. 1972. Interpretación hidrogeológica de la génesis de salares y lagunas del Altiplano chileno. Actas II Congreso Geol. Chile. 3: 69-81.
- Muhlhauser, H. 1997. Significado de la estructura y funcionamiento de ecosistemas acuáticos y zonas ecotonales altiplánicas para su evaluación, gestión ambiental y conservación. El Altiplano. Ciencia y Conciencia de los Andes. En Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos.. Universidad de Chile. Santiago de Chile, Octubre 1997. 127-133 p.
- Murkin, H. y D. Wrubleski. 1988. Aquatic invertebrates of freshwater wetlands: function and Ecology. In: Book, D. *et al.*, (eds.). The ecology and management of wetlands. Volume I: Ecology of wetlands. Croom Helm, Londres, 592 p.
- Parenti, L. 1984. A taxonomic revision of the Andean killfish genus *Orestias* (Cyprinodontiformes, Cyprinodontidae). Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 178: 107-214.
- Salazar, C. 1997. Hidrología del sector altiplánico chileno. . El Altiplano. Ciencia y Conciencia de los Andes. En Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos. Universidad de Chile. Santiago de Chile, Octubre 1997. 71-77 p.
- Vila, I. and M. Pinto. 1986. A new species of killifish (Pisces, Cyprinodontidae) from the chilean Altiplano. Revue Hydrobiol. Tropical 19 (3-4): 233-239.
- Vila, I. y H. Muhlhauser. 1987. Dinámica de lagos de altura: Perspectivas de investigación. Archivos de Biología y Medicina Experimental 20:95-103.

[Volver a: Agua en el cono sur de América](#)