

CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES EN LA ALTA CUENCA DEL RIO ANTUCO, COMO BASE DE UNA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.

CHARACTERIZATION OF WETLANDS IN THE UPPER ANTUCO RIVER BASIN, AS THE BASIS OF AN ECOLOGICAL RESTORATION.

Jerez, Matías Enrique, Ortega Lucrecia del Milagro, Cardozo, Ana Luz y Pereyra, Pablo 1

1Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. CECRIM (Centro de Estudios de Cuencas y Ríos de Montaña)

Dirección de correspondencia: Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Avda. Bolivia 5150.

Correo electrónico: matiasjerez@hotmail.com

Celular: (+54 9) 3875157580

RESUMEN

Los humedales altoandinos son ecosistemas frágiles, escasos y con un endemismo relevante. Han sido utilizados históricamente por los grupos humanos y desde hace varias décadas por sectores relevantes de la economía.

La Región de la Puna se caracteriza por sus particularidades climáticas que condicionan en gran medida a la disponibilidad de recursos hídricos. Esto se debe a la orografía de la zona, cuyos cordones montañosos alcanzan gran altitud hacia el oeste captando la humedad de los vientos que provienen del Sector Atlántico. Esta condición es característica en la zona de estudio, por lo que se puede afirmar que el área corresponde a la zona de Puna Desértica, con precipitaciones anuales escasas. Debido a su configuración general de cuenca endorreica, la Puna carece de ríos de gran magnitud, podemos encontrar arroyos de mayor o menor importancia que pierden su caudal por infiltración que desembocan en los valles formando salares y/o vegas.

La flora de las vegas está adaptada a las condiciones ambientales extremas de la Puna Altoandina y se caracterizan por presentar un microrrelieve fuertemente ondulado con una red intrincada de canales o cursos de agua corriente; se relaciona con la dominancia de especies herbáceas que forman los céspedes planos o regulares de los tipos vegetacionales de vegas. Además, están asociados a cursos de agua corriente permanente, con mayor concentración de oxígeno y baja salinidad (Ortega, 2012)

En la actualidad, los humedales presentan procesos de desertificación, en este contexto la implementación de iniciativas para la conservación de estas cuencas, con énfasis en los recursos hídricos, ha puesto a la luz muchas limitaciones técnicas principalmente debido a la falta de conocimiento sobre los procesos hidrológicos y los impactos de las prácticas humanas sobre el recurso agua. La variabilidad de ecosistemas, climas y geomor

fología complica la aplicación de resultados generales y exige un mayor número de investigaciones hidrológicas a nivel local.

Todos los humedales comparten una propiedad primordial que es la presencia de agua. Ésta juega un rol fundamental en la determinación de la estructura y las funciones ecológicas del ecosistema. Además, los humedales son un “espejo” de la condición ambiental de la cuenca, es por ello que diferencias en magnitud, frecuencia y duración del caudal que reciben genera una variedad de respuestas dentro de éste. Eso provoca que a diferencia de los ecosistemas terrestres los humedales puedan presentar una gran variabilidad tanto en el tiempo como en el espacio (SAG, 2006).

La cuenca del río Antuco presenta 14 humedales, que han sido relevados mediante el uso de SIG por Fiad (2016), indicándose que los humedales Ancho, Tres Ojitos y Casa de Champa se encuentran en un proceso de sucesión ecológica en donde los pajonales hídricos han ido avanzando sobre la superficie ocupada por las vegas. En este sentido Fiad (2016) indica que tal situación puede deberse a: la variación hídrica interanual producto del fenómeno ENOS y del pastoreo.

Es por ello, que se plantea dar inicio a un proceso de rehabilitación y restauración ecológica de los sectores en donde se registra el retroceso de los humedales.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de la primera etapa de un plan de restauración ecológica, que tiene por objetivo caracterizar un ecosistema de referencia, es decir aquella área que aún conserva las condiciones y características originales de un humedal, seleccionándose los humedales Río Blanco, Alcamuerte y Marcos como ecosistemas de referencia y que se ubican en la cabecera de la cuenca del río Antuco.

PALABRAS CLAVE

Humedal, ecología, restauración, cuenca hidrográfica, SIG.

ABSTRACT

High Andean wetlands are fragile, scarce ecosystems with a relevant endemism. They have been used historically by human groups and for several decades by relevant sectors of the economy.

The Puna Region is characterized by its climatic peculiarities that largely condition the availability of water resources. This is due to the orography of the area, whose mountain ranges reach high altitude to the west capturing the humidity of the winds that come from the Atlantic Sector. This condition is characteristic in the study area, so it can be said that the area corresponds to the Desert Puna area, with low annual rainfall. Due to, its general configuration of endorheic basin, the Puna lacks large rivers, we can find streams of greater or lesser importance that lose their flow by infiltration that flow into the valleys forming salt flats and / or vegas.

The flora of Las Vegas is adapted to the extreme environmental conditions of the High Andean Puna and is characterized by a strongly undulating micro relief with an intricate network of channels or streams of running water; It is related to the dominance of herbaceous species that form flat or regular lawns of vegetative types of vegas. In addition, they are associated with permanent running water courses, with higher oxygen concentration and low salinity (Ortega, 2012)

Currently, wetlands have desertification processes, in this context the implementation of initiatives for the conservation of these basins, with emphasis on water resources, has brought to light many technical limitations mainly due to the lack of knowledge about the processes hydrological and the impacts of human practices on the water resource. The variability of ecosystems, climates and geomorphology complicates the application of general results and requires a greater number of hydrological investigations at the local level.

All wetlands share a primary property that is the presence of water. This plays a fundamental role in determining the structure and ecological functions of the ecosystem. In addition, wetlands are a "mirror" of the environmental condition of the basin, which should differences in magnitude, frequency and duration of the flow they receive generates a variety of responses within it. This causes that, unlike terrestrial ecosystems, wetlands can present great variability both in time and space (SAG, 2006).

The Antuco river basin has 14 wetlands, which have been relieved through the use of GIS by Fiad (2016), indicating that the Ancho, Tres Ojitos and Casa de Champa wetlands are in an ecological succession process where the water pastures have It was advancing on

advancing on the surface occupied by Las Vegas. In this sense, Fiad (2016) indicates that this situation may be due to: the interannual water variation resulting from the ENSO phenomenon and grazing.

That is why it is proposed to begin a process of rehabilitation and ecological restoration of the sectors where the recession of wetlands is recorded.

This paper presents the preliminary results of the first stage of an ecological restoration plan, which aims to characterize a reference ecosystem, that is, the area that still retains the original conditions and characteristics of a wetland, selecting the Río Blanco wetlands, Alcamuerte and Marcos as reference ecosystems and located at the head of the Antuco river basin.

KEY WORDS

Wetland, ecology, restoration, hydrographic basin, GIS.

INTRODUCCIÓN

Los humedales son considerados dentro de los ecosistemas más importantes del planeta (Mitsch & Gosselink, 2000). Desde el punto de vista ambiental, los Humedales puneños llamados Vegas son un importante ecosistema para la región Puneña. Corresponden a sistemas ecológicos azonales hídricos, correlacionados con un aporte hídrico permanente y constante durante la temporada de crecimiento (fines de primavera, verano e inicios de otoño) y que, desde el punto de vista de la vegetación, se caracterizan por su presencia en ambientes normalmente árido-fríos mantienen una diversidad biológica única y se caracterizan por un alto nivel de endemismo, tanto de especies animales como vegetales, terrestres y acuáticas. Estos humedales son, además, refugio y zonas de reproducción de una gran cantidad de especies que se encuentran con problemas de conservación, juegan un rol vital en el desarrollo de las cuencas andinas y de los sistemas hidrográficos que sostienen actividades de importancia económica y social. Su alta fragilidad está asociada a causas naturales, como el cambio en el régimen pluviométrico y también a causas antrópicas, como las actividades de drenaje, pastoreo excesivo, o alteración en el régimen hídrico y minería no sostenible. Muchos humedales se están perdiendo de manera acelerada, el desconocimiento sobre su dinámica y ecología han influido sobre este escenario

Muchos se están perdiendo de manera acelerada sobre todo por mal manejo y desconocimiento de su importancia económica y ecológica.

Para su comprensión debemos abordar de manera holística su estudio y manejo, con lo que la caracterización de la variación temporal se vuelve una herramienta importante para esta tarea.

En este sentido cobra relevancia las propuestas para la recuperación y restauración de los humedales de altura para lo cual es necesario realizar un estudio integral de los parámetros ecológicos e hidrológicos que determinan el funcionamiento de los mismos.

El primer paso para una potencial restauración ecológica, consiste en ubicar un sitio modelo o ecosistema de referencia a partir del cual se plantean las acciones, para dar inicio al proceso de restauración. En el presente trabajo se presentan los resultados preliminares, referidos a la caracterización del ecosistema de referencia en la alta cuenca del río Antuco, entendido como el área que aún mantiene ciertas características originales que deberá alcanzar el sitio a restaurar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La cuenca del río Antuco se encuentra ubicada en la Provincia de Salta, Dpto. Los Andes, a unos 45 km aproximadamente de San Antonio de los Cobres y a 170 km de la Ciudad de Salta. Se accede a la misma mediante la Ruta Nacional 51 y a la altura de las coordenadas (24°10'31.68"S – 66°38'13.02"O) antes de Esquina Azul, se debe empalmar con un camino interno, no consolidado, de una extensión aproximada de 14 km que conduce al área de estudio en dirección norte-sur. El clima de la región alto andina puede definirse como frío, seco, con marcadas características continentales y estacionales (Tecchi, 1992). De acuerdo a la clasificación climática de Meigs (1952), corresponde a un área semiárida con estación lluviosa en verano. Al utilizar los índices de Thornthwaite (1948) se define que la cuenca del río Antuco presenta un régimen árido (Bianchi y Yáñez; 1992)

Por otra parte, se observan precipitaciones escasas que se concentran en el trimestre estival, bajas temperaturas en invierno y grandes amplitudes térmicas en cualquier época del año, nubosidad muy débil y máxima insolación (Ortega, 2012), con una temperatura media anual de 7.1°C (Bianchi, 1996), una amplitud térmica diaria de 20°C y precipitaciones medias anuales de 65 mm (Estación Olacapato) (Bianchi & Yáñez, 1992). La caracterización de la cuenca del río Antuco abarcó 3 instancias: investigación en gabinete, análisis de imágenes satelitales y finalmente visitas de campo.

En primera instancia se elaboró un mapa de la cuenca y su red de drenaje, mediante el uso de herramientas SIG e imágenes satelitales LandSat 8.

Para la identificación y caracterización de los humedales presentes en la cuenca Antuco, se realizaron tareas de gabinete y campo, procediendo de la siguiente manera:

En gabinete mediante el uso de imágenes Google

Earth, se ubicaron geográficamente los ambientes reconocidos como humedales, siendo el principal criterio para este reconocimiento el grado de saturación de agua.

En cada punto de monitoreo se caracterizaron los humedales adoptando el criterio formulado por el Servicio Agrícola y Ganadero de Chile (SAG) publicado en la guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión altiplánica (SVAHT). Esta metodología se define a partir de la dependencia de la humedad del sitio y la composición específica de la vegetación. En base a esto se definieron las siguientes unidades de vegetación que en conjunto definen un humedal: Vegas, Pajonales hídricos y Ambiente Ripario. Para la caracterización de la composición florística de los humedales, se realizaron muestreos de vegetación en cada uno de las unidades de vegetación antes definidas, los cuales consistieron en la delimitación de parcelas permanentes de 25 m de largo y 2 m de ancho lo que representa un total de 50 m². En la siguiente tabla se presentan la ubicación geográfica de las parcelas permanentes:

Tabla 1. Ubicación geográfica de parcelas

Caudal	Y	X
Q1	7315078.24	3435069.58
Q2	7315091.17	3434536.47
Q3	7315087.94	3434502.64

Fuente: Elaboración propia

Los datos fueron procesados en gabinete y se obtuvieron los siguientes parámetros:

Riqueza, abundancias y se calculó el índice de diversidad de Shannon.

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

Dónde: p_i = Abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener un número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Se realizaron mediciones de caudal en tres sitios, mediante el método del flotador y el método volumétrico dadas las características de los cauces relevados y la variación del volumen de agua escurrido según el lugar del muestreo y la época del año en que se realizó la visita. En la siguiente tabla se presenta la ubicación geográfica de los puntos de medición:

Tabla 2. Ubicación geográfica de los puntos de medición de caudal.

Caudal	Y	X
Q1	7315078.24	3435069.58
Q2	7315091.17	3434536.47
Q3	7315087.94	3434502.64

Fuente: Elaboración propia

El método del flotador, consiste en medir, en una primera instancia, la velocidad superficial del agua mediante algún elemento flotador. Luego se mide la sección transversal del cauce, obteniéndose así los datos para estimar el caudal expresado en m/s.

$$Q=S \times V$$

Dónde:

Q: Caudal (m³/s)

S: Sección del cauce (m²)

V: Velocidad de escurrimiento (m/s)

Mediante el uso de un medidor multiparametrico Milwaukee Sm 801 se obtuvieron los valores de los siguientes parámetros: pH, temperatura del agua, conductividad y sólidos disueltos totales. Previo a la toma de datos en campo el equipo fue calibrado utilizando las soluciones correspondientes.

Finalmente, con todos los datos obtenidos se confeccionó el mapa actual de ubicación y extensión de los humedales para la cuenca. Para ello se emplearon imágenes del satélite Sentinel 2 A en sus bandas 11, 8 y 4 correspondientes al año 2018. A fin de resaltar el componente vegetación se combinaron las bandas mencionadas mediante el uso de herramientas SIG, obteniéndose en primera instancia un mapa no supervisado; con los puntos GPS (puntos de control) tomados en campo se procedió a realizar una clasificación supervisada obteniéndose el mapa de distribución y extensión de humedales actualizado al año 2018. La ubicación, toponimia y uso de los humedales fue corroborada a partir de la entrevista realizada a la Sra. Rita Ramos, única puestera de la cuenca.

RESULTADOS

La cuenca del río Antuco se encuentra delimitada al oeste por el Cordón de Olacapató con altitudes superiores a los 4000 msnm, que culmina con el nevado de Quevar (6130msnm) y hacia el este por el Cordón de Antucoque alcanza su altitud máxima en el Co. San Jerónimo (5400 msnm). El área de estudio se ubica dentro de la Subcuenca Cauchari- Olaroz. Está conformada por cursos fluviales de régimen temporario que en ningún caso llegan hasta el salar.

Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca Antuco.



Presenta dos cauces importantes, el Río Antuco que es de régimen permanente y su afluente principal el Río Blanco, el cual se comporta como un torrente, es decir que es un cauce que permanece seco durante casi todo el año, pero cuando crece lo hace de forma repentina con gran capacidad erosiva (Mármol, 2010). Este último se ubica por encima de los 4500 msnm en la cabecera de la cuenca.

El cauce principal de la Cuenca del Río Antuco es de Orden 4. La mayor cantidad de cursos corresponden al orden 1 con el 58,8%, mientras que los de orden 2 y 3 están representados en un 26,2% y 14,2% respectivamente. Tal como se observa en la siguiente figura la distribución de los cauces de orden 1 se corresponde con zonas de alta pendiente que se encuentran en la zona alta de la cuenca. Por otra parte, tal como se observa en la figura anterior, los cursos de orden 1, se ubican en su mayoría sobre la cabecera de la cuenca y sobre ambas laderas, comportándose como verdaderos torrentes y pueden originar procesos erosivos.

Los humedales se definen como ecosistemas estratégicos debido a que regulan y son fuentes de agua para diversas actividades humanas, son ecosistemas de alta biodiversidad y hábitat de especies de flora y fauna amenazadas, son centros de endemismo, son espacios de vida para diferentes comunidades locales. Se caracterizan por presentar un suministro más o menos constante de agua que condiciona el establecimiento de la vegetación y sus diferentes unidades.

En la cuenca del río Antuco se pudieron identificar humedales con presencia de costras salinas y otros con ausencia de las mismas. Así también la mayor o menor presencia de sales en el suelo y la humedad del mismo, son muy incidentes en la composición específica de la vegetación de los humedales, formándose así los bofedales, pajonales y vegas, siendo estas últimas las menos dependientes del aporte subterráneo y por el contrario los bofedales son aquellas que más la necesitan y por lo tanto más sensibles a su variación. En el caso de las vegas, el principal aporte hídrico está dado por el escurrimiento superficial de un curso de agua contiguo.

En referencia a lo anteriormente mencionado, en la cuenca se encuentran humedales que difieren según el tipo de aporte hídrico que a continuación se detalla.

Tabla 3. Humedales de la cuenca según el suministro hídrico

Humedal	Suministro hídrico
Marco	Surgencia: como vertientes, las que permiten la presencia de lagunas someras.
Alcamuerte	
Río Blanco	Suministro lateral: dado por el Río Blanco

Caracterización de los humedales en función de la vegetación

A partir de la clasificación propuesta por SAG, las unidades de vegetación presente en los humedales de la cuenca del río Antuco.

- Vegas
- Pajonales hídricos
- Ambiente Ripario

Pajonales hídricos

Son sectores que presentan una mayor concentración de sales en superficie, los niveles freáticos son medianos a altos y el suelo tiene un contenido e materia orgánica media a baja. Las especies vegetales tiene crecimiento cespitoso (en macollos), con desarrollo de follaje aéreo alto (mayor a 40cm. De altura), conformando penachos herbáceos de tamaño medio a grandes. En la parcela correspondiente a Pajonal Hídrico se contabilizaron un total de 151 individuos de Deyeuxia eminens y 133 individuos de Festuca argentinensis.

Fotografía 1. Vista panorámica de Pajonal Hídrico.



Vegas

Son sectores con niveles freáticos superficiales a sub-superficiales, pudiendo o no presentarse niveles de saturación y el contenido de materia orgánica del suelo es medio a bajo, presentándose en este último caso, mayor afloramiento salino.

Las especies presentan crecimiento rizomatoso, desarrollando un césped parejo o con desarrollo de pequeños cojines herbáceos menores a 40 cm. de altura de follaje.

Fotografía 2. Vista panorámica de Vega



Ambiente ripario

Esta unidad de vegetación se caracteriza por la dominancia de *Parastrephia phyllochaetoides* (Tola de río). Se encuentra asociada al Río Antuco, ubicándose en las márgenes.

En la parcela correspondiente a ambiente ripario se contabilizaron un total de 34 individuos de *Parastrephia phyllochaetoides*, y 28 individuos de *Festuca orthophylla*

Fuente: Elaboración propia



Lo más conveniente es presentar valores tanto de la riqueza, como de algún índice de la estructura de la comunidad, de tal forma que ambos parámetros sean complementarios en la descripción de la diversidad (Moreno, 2001). Es por este motivo que para el análisis de resultados se trabajó con el índice Shannon y Wiener (Abundancia Proporcional).

En la siguiente tabla se presentan los índices calculados para el área

Tabla 4: Índice de diversidad para los ambientes e la cuenca del río Antuco.

Índices	Pajonal Hídrico	Vega	Ambiente Ripario
Riqueza	2	2	2
Abundancia	284	177	62
Shannon y Wiener (H)	0,691	0,033	0,688

Según se observa el ambiente pajonal hídrico presentó el mayor índice de riqueza de los cuatro ambientes, con un total de 2 especies registradas. Se destaca que las mediciones se tomaron en el mes de marzo-abril por lo que no se lograron contabilizar la totalidad de las especies. Se espera completar la información con la campaña correspondiente a la estación húmeda, en la siguiente tabla se presentan la ubicación geográfica de los humedales de la cuenca Antuco.

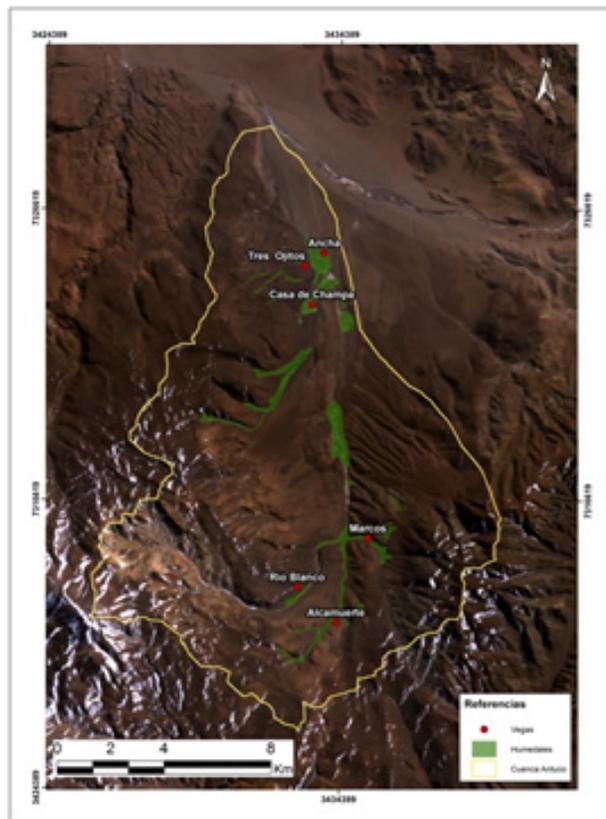
Tabla 5. Ubicación y uso de los humedales en la Cuenca del río Antuco

Humedal	Ubicación geográfica	Altitud	Uso actual
Vega Marcos	7315078.24 3435069.58	4600-4700	Sin uso
Vega Río Blanco	7315087.94 3434502.64	4600-4800	Sin uso
Vega Alcamuerte	7315091.17 3434536.47	4500-4900	Sin uso

Fuente: elaboración propia

A partir de la información aportada por la Sra. Ramos y por el trabajo de campo se confeccionó el siguiente mapa de ubicación de humedales.

Figura 2. Ubicación geográfica de los humedales de la cuenca Antuco.



En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos de las mediciones de caudales y parámetros físicos-químicos.

Tabla 6. Ubicación y uso de los humedales en la Cuenca del río Antuco

Humedales	Sección (m2)	Velocidad media (m/s)	Q (m3/s)
Vega Marcos	0,0122	2,03	0,0248
Vega Alcamuerte	0,047	1,86	0,0874
Río Blanco	0,0141	1,06	0,0149

Tabla 7. Ubicación y uso de los humedales en la Cuenca del río Antuco

Parámetros	Vega Marcos	Vega Alcamuerte	Río Blanco
pH	6.3	5.4	2.25
CE (micros/cm)	250	240	1
SD (ppm)	116.67	130	1750

DISCUSIÓN

Los humedales son unidades funcionales de suma importancia, especialmente en regiones áridas donde proveen tanto recursos hídricos para el sustento de la biodiversidad y poblaciones locales; como minerales y turísticos para el desarrollo local y regional (MEA 2005). En nuestra región de estudio se encuentran tipos muy particulares de humedales, como lagos y lagunas (la mayoría salinas) que soportan importantes poblaciones de aves migratorias (Caziani y Derlindati 1999, Tabla 1); los salares de mayor altitud conocidos y con importantes recursos mineros como cloruro de sodio (sal común de mesa), boratos y litio; y Las Vegas, que debido a sus características funcionales y sus patrones de distribución espacial son el soporte de la biodiversidad (Izquierdo et al. 2015, Nieto et al., 2016) y los proveedores de servicios ecosistémicos básicos a las poblaciones locales (Anderson et al. 2009)

Los humedales de la alta cuenca del río Antuco, son considerados ecosistemas de referencias, razón por la cual es necesaria su caracterización ecológica, en este primer relevamiento se describió la flora asociada a tres tipos de ambientes, típicos de los humedales Alcamuerte, Marcos, Río Blanco y sus caudales superficiales. En la actualidad se continúa con la toma de datos para estudios limnológicos, análisis de calidad de ribera (QBR And) y determinación de aportes hídricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta R., Ríos B., Rieradevall M. y Prat N. 2008. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú.
- Fiad A. 2016 "Caracterización Hidrológica Ambiental y Variación Temporal de los Humedales de la Cuenca del

Río Antuco, Depto. Los Andes, Provincia de Salta” Universidad Nacional de Salta.

Andes, Provincia de Salta” Universidad Nacional de Salta.

Manjarrés J. 2016 “Caracterización ecohidrológica de la Cuenca del Río Antuco” Universidad Nacional de Salta.
Faundez L y Gajardo M. 1993. Estudio de humedales: las vegas y bofedales de la I y II región.

Faundez L., 2004. Tercer Informe del proyecto CHI/01/G36, Conservación de la biodiversidad y manejo sustentable del salar del Huasco, región de Tarapacá, Chile.

Figuroa R., Suarez M.L.,AndreuA.,Ruiz V. y Vidal Abarca M.2009. Caracterización Ecologica de Humedales de la Zona Semiárida en Chile Central.Gayana(-Concepción).

Lencina M .2015. Diagnóstico de las condiciones y potencialidades de los recursos naturales en Comunidades Andinas. Aportes para un manejo sustentable y revalorización de actividades ancestrales. Facultad de ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.

Ortega, Lucrecia. 2012. Estudio integral de la cuenca del arroyo Olacapato. Los Andes. Provincia de Salta. Tesina de grado. Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.

SAG – CEA, 2006. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales.

Spellerberg, I. F. 1991. Monitoring Ecological Change. Cambridge University Press, New York

Valencia, C. I. Monitoreo Hidroclimático y Caracterización en la Cuenca del Río Tocomar. Dpto Los Andes, Provincia de Salta. Facultad de Ciencias de Naturales. Universidad de Salta.