



Asociación de Universidades  
GRUPO MONTEVIDEO



## EVALUACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL VALLE DEL RÍO GUANCHÍN CHILECITO, LA RIOJA, ARGENTINA

Carlos M. Falcón<sup>1y2</sup>, Ian Fernández<sup>3</sup>, Luis R. Horta<sup>1y4</sup>, Gabriel G. Moreno<sup>1</sup> y Ana M. Combina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universidad Nacional de La Rioja, Ciudad Universitaria de la Ciencia y de la Técnica. Av. Luis M. de la Fuente s/n (5300) La Rioja, Argentina.*

<sup>2</sup> *Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO-CONICET) Av. Pte. Perón s/n (4107) Yerba Buena, Tucumán, Argentina.*

<sup>3</sup> *Instituto Provincial del Agua de La Rioja (IPALAR) Av. Luis Vernet 1300 (5300) La Rioja, Argentina. fernandezian@live.com*

<sup>4</sup> *Instituto Superior de Estudios Sociales (ISES-CONICET). San Lorenzo 492 (4000). S.M. de Tucumán, Tucumán, Argentina.*

**RESUMEN:** El presente trabajo analiza las características hidrogeológicas e hidroquímicas de las aguas subterráneas en el Valle del río Guanchín, Provincia de La Rioja. Para ello, se recopilaron antecedentes de la zona de carácter geológico, hidrogeológico e hidroquímico, los que se complementaron en el campo con determinaciones hidráulicas y muestreo de aguas subterráneas. Los análisis químicos se interpretaron para determinar las características y evolución de las aguas del valle.

La zona de estudio se desarrolla en el sector centro-norte de la Provincia de La Rioja, a 17 km al oeste de la ciudad de Chilecito. Constituye una depresión tectónica de rumbo N-NE - S-SW limitada al oriente por los Bordos de Guanchín y de Sañogasta, con alturas promedios de 2.000 m.s.n.m. y al occidente por el cordón montañoso del Cerro Alto Blanco, con una altura de 5.671 m.s.n.m. en las primeras estribaciones de los Nevados del Famatina (Camino, 1979). Incluye sectores poblados, como las localidades de Guanchín, Los Bordos y Sañogasta, donde se registra una importante y creciente actividad agrícola, con cultivos de nogal y vid, regados de manera intensiva con agua del subsuelo mediante la utilización de numerosas perforaciones profundas.

La información aportada por perforaciones profundas realizadas en el valle, posibilitó determinar la presencia de importantes reservorios de agua subterránea, especialmente en niveles gravo-arenosos semiconfinados y confinados, localizados entre los 80 y 170 m de profundidad. Los niveles piezométricos medidos en el campo varían entre 30 y 50 m.b.b.p., los caudales de bombeo entre 60 y 160 m<sup>3</sup>/h y los rendimientos específicos entre 2 y 6 m<sup>3</sup>/h/m. Las aguas presentan una composición química predominantemente bicarbonatada cálcica a sulfatada cálcica, resultando de buena a aceptable calidad para el riego y en menor medida para consumo humano.

**PALABRAS CLAVE:** Valle del río Guanchín, Hidrogeología, Hidroquímica, Explotación.

## MARCO FISICO

### *Orografía y Recursos Hídricos Superficiales*

La región comprende parte de las provincias geológicas de Sierras Pampeanas Orientales (Caminos, 1979) en la porción central del área y del Sistema del Famatina (Caminos, 1979) en el sector occidental. La estratigrafía aflorada se compone de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias del Precámbrico, Paleozoico y Cenozoico (Candiani et al., 2008).

Los cordones montañosos que lo conforman aportan a los valles el agua que hace posible la radicación del ser humano y la concreción de sus actividades, especialmente la agrícola, como los cultivos del valle de Antinaco-Los Colorados que se encuentra al este y de los valles intermontanos como el de Guanchín, al pie de su ladera oriental (Figura 1).

Las poblaciones más importantes del valle son Guanchín, ubicada en las coordenadas de  $29^{\circ}10'48''S$  y  $67^{\circ}38'35''O$  y con una población estable de 284 habitantes y Sañogasta, ubicada en las coordenadas de  $29^{\circ}05'42.72''S$  y  $67^{\circ}06'57.1''O$ , con una población estable de 2.330 habitantes (INDEC, 2010).

La oferta hídrica superficial del valle está formada principalmente por los cursos de agua que descienden del Cordón de Famatina, labrando sus cauces en las quebradas de Pismata, Cerrada y Los Manzanos, afluentes del río Trinidad, aguas abajo del río Guanchín (Lafón, 1970). Estos cursos abastecen de agua para la producción de cultivos bajo riego y el río Pismata provee además, agua para consumo humano a la localidad de Guanchín. Otra fuente de abastecimiento para riego es la que proviene de una vertiente ubicada sobre la margen izquierda de la quebrada Pismata, que abastece a una finca denominada La Cañada (Rossa, 1997).

La vegetación natural del valle está poco estudiada, siendo caracterizada por Varela et al. (2015) como de Monte Occidental, arbustiva y con regular tapiz herbáceo florístico.

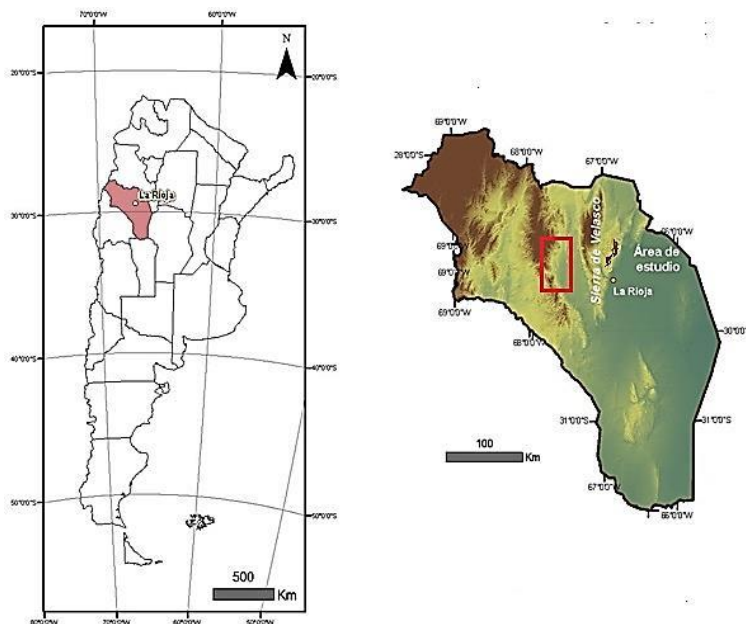


Figura 1. Mapa de Ubicación del área de estudio.

## HIDROGEOLOGÍA

El clima de la región es representativo de los valles y bolsones serranos de Sierras Pampeanas orientales, marcadamente continental, árido templado, con un promedio anual de precipitaciones de 200 a 300 mm y de régimen estival. Dado el exiguo volumen de precipitaciones, se produce un marcado déficit de agua durante todo el año.

La temperatura media anual del valle ronda los 25°C, registrándose valores máximos absolutos superiores a los 40°C de noviembre a enero y mínimas de solo 4°C, lo que muestra la gran amplitud térmica diaria que se produce en esta región. El invierno es riguroso, con temperaturas mínimas de junio a septiembre que alcanzan valores inferiores a 0°C y frecuentes nevadas asociadas (Rosa, 2000).

El valle del río Guanchín se desarrolla en el sector centro-norte de la provincia de La Rioja, en la primera estribación de los Nevados del Famatina. Tiene una superficie aproximada de 100 km<sup>2</sup> (Zambrano y Torres, 2000) y se accede al mismo desde la ciudad de Chilecito, distante unos 17 km al este, por la ruta provincial N° 15, que constituye un camino rodeado de hermosos paisajes y que integra un sector productivo y turístico muy importante de la provincia de La Rioja. El valle constituye una depresión tectónica de rumbo N-NE - S-SW, limitada al oriente por los Bordos de Guanchín y de Sañogasta, con alturas promedios de 2.000 m.s.n.m. y al occidente por el cordón montañoso del Cerro Alto Blanco, con una altura de 5.671 m.s.n.m. (Figura 2). Si bien el conocimiento acerca de la distribución y el comportamiento de las aguas subterráneas en el valle aún están en una etapa incipiente, su sector noroeste ha sido explorado mediante numerosas perforaciones privadas destinadas al riego de olivos, nogales y plantas frutales.

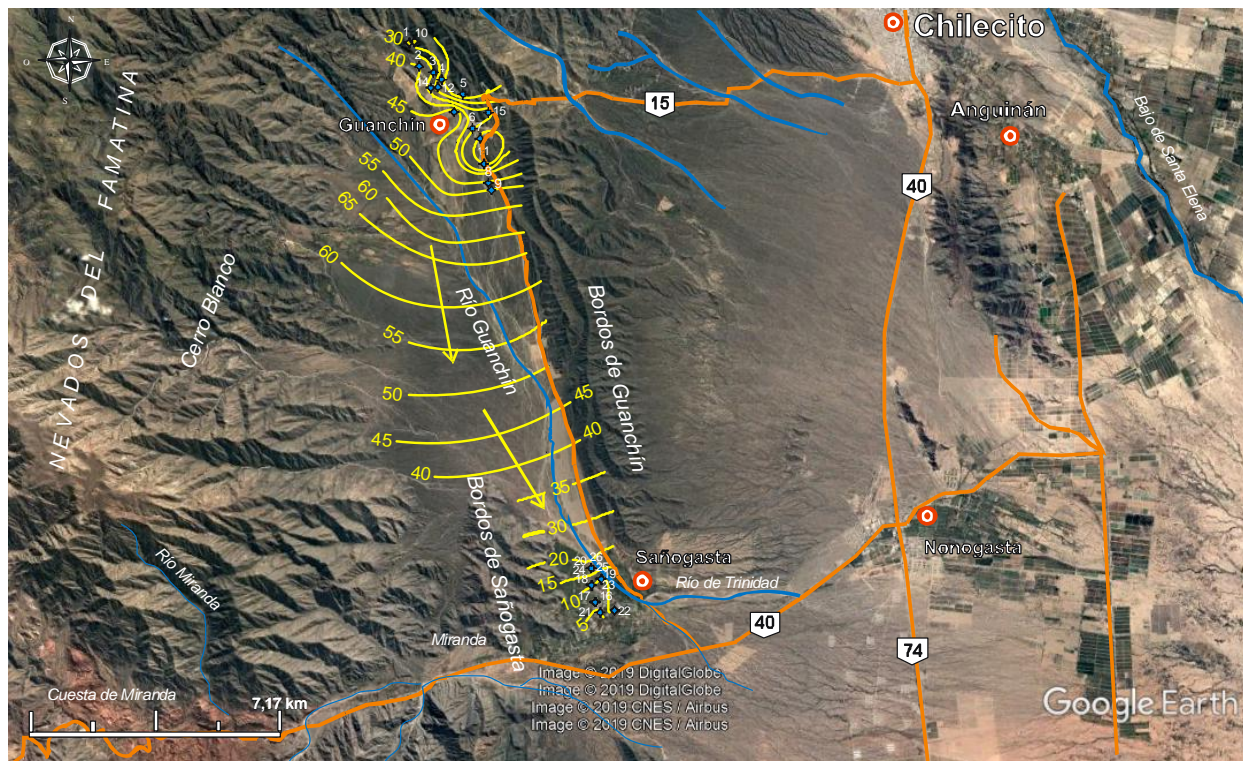


Figura 2. Mapa de Isopiezas del Valle del río Guanchín.



La ocurrencia de aguas superficiales está sujeta al volumen y ocurrencia de las precipitaciones. La recarga de acuíferos en los faldeos montañosos es limitada, aprovechando las presencias de fracturas y diaclasas y la permeabilidad incrementada en los materiales geológicos porosos y permeables que rellenan los valles y bolsones (Zambrano y Torres, 2000). En el piedemonte oriental del Cerro Alto Blanco al occidente del valle, se originan geofomas de abanicos aluviales interdigitados con depósitos de terrazas fluviales de los ríos Los Manzanos y Santa Victoria, entre otros (Abraham de Vázquez, 1978). Otra área de recarga se localiza en las bajadas cortas y abruptas de los Bordos de Guanchín y Sañogasta, al este del valle.

La descarga del valle se localiza en un angostamiento al sur de la localidad de Sañogasta. En esta posición, el río Guanchín de extensión meridiana, cambia su nombre por el de Trinidad y se desvía al este, construye un estrecho valle fluvial, intensamente explotado para agricultura.

Se han censado en ocasión de este trabajo 24 perforaciones que han determinado la presencia de importantes reservorios de agua subterránea, especialmente en niveles gravo-arenosos semiconfinados y confinados del abanico aluvial del río Guanchín, geofoma dominante en el relieve del valle. Los horizontes permeables explotados se localizan entre los 40 y 170 m de profundidad. Las perforaciones están entubadas en 12" y 10". Los niveles piezométricos varían entre 65 y 30 m.b.b.p. en Guanchín y 25 y 0 m.b.b.p. en Sañogasta (Figura 2), con caudales de bombeo comprendidos entre 60 y 160 m<sup>3</sup>/h y rendimientos específicos entre 2 y 6 m<sup>3</sup>/h/m.

## HIDROQUÍMICA

Para la caracterización hidroquímica se utilizaron los resultados de los análisis químicos de las muestras obtenidas de 24 perforaciones profundas realizadas en diferentes sectores del valle del río Guanchín (Tablas 1 y 2). De sus resultados se aprecia que los valores de pH varían entre 7 y 7,8, ligeramente alcalinos, y sus conductividades específicas entre 230 y 1.430  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , con una media de 400  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , de mediana salinidad. La composición iónica de las aguas se determinó a través del diagrama de Piper (1944) donde se representan las concentraciones de aniones y cationes expresadas en % de meq.L<sup>-1</sup> (Figura 3).

Nombre de Pozo	Coordenadas		pH	C.E 25 °C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Ca <sup>2+</sup> mg.L <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> mg.L <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> mg.L <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup> mg.L <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg.L <sup>-1</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2+</sup> mg.L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg.L <sup>-1</sup>	Cl <sup>-</sup> mg.L <sup>-1</sup>
	Latitud	Longitud										
Guanchin 1	29°09'45,6"	67°39'44,1"	7,25	323	32	6,9	30	0,8	194	0	11	13
Guanchin 2	29°10'08,5"	67°39'33,4"	7,47	167	24	4,2	14	0,5	102	0	22	6
Guanchin 3	29°10'14,3"	67°39'18,4"	7,33	218	29	5,6	18	0,4	128	0	26	10
Guanchin 4	29°10'21,1"	67°39'09,2"	7,33	231	31	6,2	21	0,4	129	0	24	15
Guanchin 5	29°10'35,3"	67°38'46,4"	7,13	316	33	7,5	23	0,8	160	0	23	11
Guanchin 6	29°11'08,1"	67°38'36,2"	7,18	311	35	7	25	0,4	179	0	20	12
Guanchin 7	29°11'17,7"	67°38'28,3"	7,93	293	36	9	39	2,8	179	0	59	8
Guanchin 8	29°12'00,1"	67°38'20,1"	7,53	310	32	7	28	0,8	193	0	12	9
Guanchin 9	29°12'06,8"	67°38'16,8"	7,54	280	41	7,9	23	0,8	174	0	16	9
Guanchin 10	29°09'44,8"	67°39'38,1"	7,27	314	33	6,5	25	0,4	177	0	11	15
Guanchin 11	29°11'41,8"	67°38'24,6"	7,64	304	32	6,5	28	1,6	189	0	19	4
Guanchin 12	29°10'28,6"	67°39'13,7"	7,63	334	34	6,8	25	2	149	0	20	24
Guanchin 13	29°10'52,0"	67°38'56,4"	7,47	208	23	6	16	0,4	107	0	8	10
Guanchin 14	29°10'28,9"	67°39'21,3"	7,63	334	34	6,8	25	2	149	0	20	24
Guanchin 15	29°10'53,0"	67°38'18,9"	7,47	208	23	6	16	0,4	107	0	8	10

Tabla1. Valores de los análisis químicos en los quince (15) pozos estudiados en la localidad de Guanchín.

Nombre de Pozo	Coordenadas		pH	C.E 25 °C μS.cm <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup> mg.L <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> mg.L <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> mg.L <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup> mg.L <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg.L <sup>-1</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2+</sup> mg.L <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg.L <sup>-1</sup>	Cl <sup>-</sup> mg.L <sup>-1</sup>
	Latitud	Longitud										
Sañogasta 1	29°18'47"	67°36'9"	7,41	1430	162	16,9	106	5,9	260	0	291	157
Sañogasta 2	29°18'38,8"	67°36'30"	7,34	596	77	10,1	28	3,2	240	0	68	27
Sañogasta 3	29°18'22,6"	67°36'33,8"	7,44	584	66	13,3	35	3,2	217	0	88	27
Sañogasta 4	29°18'17"	67°36'22,9"	7,48	454	46	11,4	28	2,8	172	0	64	20
Sañogasta 5	29°18'6,8"	67°36'33,6"	7,7	458	50	8,2	30	2,8	218	0	37	18
Sañogasta 6	29°18'48,8"	67°36'24,7"	7,68	463	51	8,5	30	2	216	0	27	23
Sañogasta 7	29°18'47"	67°36'9"	7,33	392	30	6,4	41	0,8	149	0	31	20
Sañogasta 8	29°18'38,8"	67°36'30"	7,34	315	28	6,1	28	0,8	145	0	23	17
Sañogasta 9	29°18'22,6"	67°36'33,8"	7,67	234	30	5,5	25	0,4	132	0	18	9

Tabla 2. Valores de los análisis químicos en los nueve (9) pozos estudiados en la localidad de Sañogasta.

Se interpreta una clara evolución y especiación química de las aguas en la dirección del flujo subterráneo, desde sulfatadas cálcicas-magnésicas a las cloruradas sódicas. Esto puede ser resultado de la distancia al área de recarga, con aumento en la concentración de cloruros y sulfatos en detrimento de los carbonatos y/o también como producto de un mayor tiempo de interacción agua-roca. Los minerales que aportan sus sales en solución son Anhidrita > Halita > Silvita. En general, las aguas subterráneas son de buena calidad para el riego de olivos y nogal y en menor medida para consumo humano.

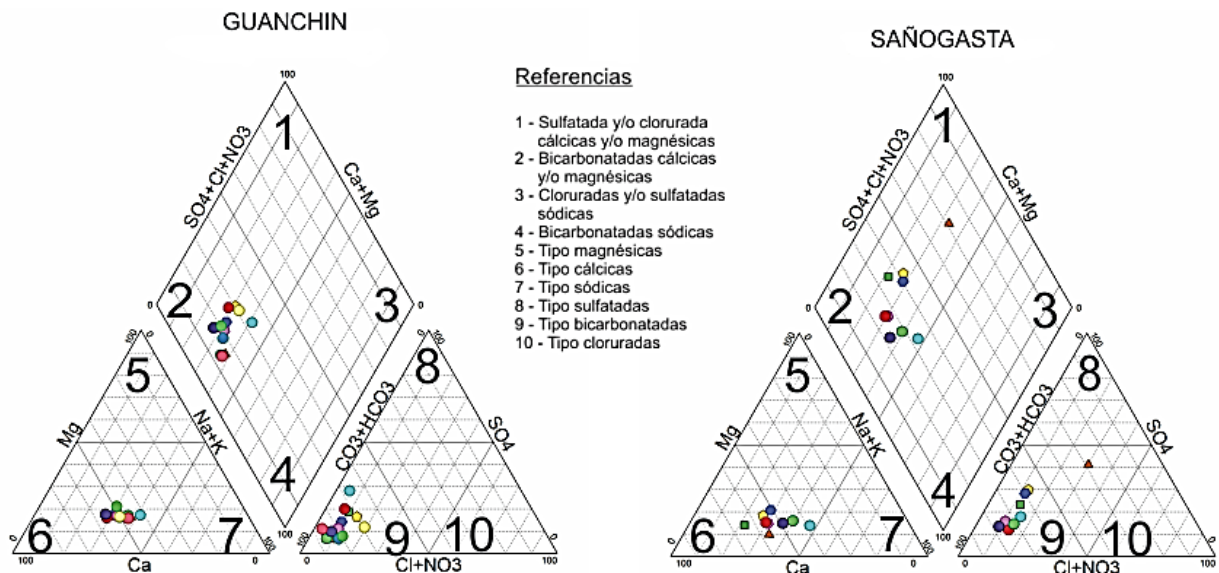


Figura 3. Composición iónica de las aguas subterráneas del valle del río Guanchín.

## CONCLUSIONES

La oferta hídrica superficial del valle está formada principalmente por los cursos de agua que descienden del cordón de Famatina, desaguando en el río Guanchín. El río Pismata, afluente de este último, provee además, agua potable a la localidad epónima.

El sistema de riego en las fincas se realiza mayoritariamente a través de acequias y en forma tradicional, si bien algunos productores utilizan riego presurizado para regadíos de olivos, nogal y frutales. El conocimiento sobre la distribución y comportamiento de las aguas subterráneas en el valle está en una etapa incipiente, sin embargo, su sector noroeste ha sido explorado mediante numerosas perforaciones privadas destinadas a la agricultura.

Se observa una evolución de las aguas en la dirección del flujo subterráneo, desde sulfatadas a cloruradas sódicas. Los valores de pH varían entre 7 y 7,8, ligeramente alcalinos y las conductividades específicas entre 230 y 667  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , medianamente salinas, aptas para riego.

## BIBLIOGRAFIA

- Abraham de Vázquez, E.M. 1978. Geomorfología y biota del valle de Sanagasta (Provincia de La Rioja). DESERTA, IADIZA, Mendoza, 5: 95-155.
- Caminos, R. 1979. Sierras Pampeanas Noroccidentales de Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. Geología Regional Argentina. Acad.Nacional de Ciencias, Córdoba. V. 1: 225-291.
- Candiani, J.C., Astini, R., Dávila, F., Collo, G., Ezpeleta, M., Alasino, P., Dahlquist, J. y Carrizo, R. 2008. Hojas geológicas 2969-18 Famatina y 2969-24 Sañogasta, escala 1:100.000, provincia de La Rioja. Boletín 379, Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina, INDEC. 2010. Encuesta Nacional de Población y Viviendas. <https://www.indec.gov.ar/Secretaría de Minería de la Nación Argentina>. Buenos Aires.
- Lafón, E.H. 1970. Manual de Historia y Geografía de La Rioja. Vol. II, Geografía, La Rioja. Cia. Ed. Riojana, 340 p.
- Piper, A.M. 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses. Transactions American of the Geophysical Unión. 25: 914-923.
- Rosa, H. 2000. Clima de la Provincia de La Rioja. En Abraham, E.M. y Rodríguez Martínez, F. (Ed.) 2000 Argentina: recursos y problemas ambientales de la zona árida. Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja. Junta de gobierno de Andalucía, Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina, Mendoza. <http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap15.htm#inhalt>.
- Rossa, J.A. 1997. Proyecto de sistemas de riego para el departamento de Famatina y otros distritos seleccionados. Biblioteca del CFI. 4 Tomos en 6 volúmenes + 5 disq. Santa Fe.
- Zambrano, J. y Torres, E. 2000. Hidrogeología de la Provincia de La Rioja. En Abraham, E.M. y Rodríguez Martínez, F. (Ed.), 2000 Argentina: recursos y problemas ambientales de la zona árida. Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja. Junta de Gobierno de Andalucía, Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina, Mendoza. <http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap18.htm#inhalt>
- Varela, O., Parrado, F. y Buedo S.E. 2015. Ecología y Fitogeografía. Diversidad de plantas vasculares del valle Antinaco-Los Colorados, La Rioja, Argentina. Ecología y Fitogeografía. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. vol.50 no.3 Córdoba set. 2015