

NOTA BREVE

PRIMERAS DATACIONES DEL LAGO HOLOCENO TARDÍO DE ZONDA, SAN JUAN

Graciela M. SUVIRE^{1,2} y Lucía A. GAMBOA²

¹ CONICET. E-mail: graciela_suvires@yahoo.com.ar

² Universidad Nacional de San Juan, FCEFyN, Instituto de Geología, San Juan.

RESUMEN

Se dan a conocer las primeras edades numéricas de los depósitos lacustres vinculados al río San Juan, que afloran en la depresión de Zonda y que corresponden al Holoceno tardío. Se determinaron cuatro unidades de depósitos cuaternarios correspondientes a: depósitos de bajada, fluviales antiguos, lacustres, y fluviales actuales aterrazados. De éstos, los depósitos lacustres fueron datados en los bordes occidental y oriental de la depresión de Zonda, que sobresalen entre los depósitos de las bajadas oriental de la sierra de Zonda, al oeste, y occidental de la sierra Marquesado, al este. De acuerdo a las dataciones radiocarbónicas (¹⁴C) y relaciones estratigráficas, el episodio lacustre-palustre tuvo lugar en el Holoceno tardío (2.840 ± 80 AP), permaneciendo durante más de 1.000 años. Hacia el borde oriental del valle, la datación arroja una edad de (1.890 ± 80 AP). Este cuerpo de agua fría y dulce, se habría extendido en una superficie igual o superior a 750 km², ocupando gran parte del valle de Zonda y Ullum.

Palabras clave: *Cuencas lacustres, Holoceno tardío, río San Juan, Andes Centrales.*

ABSTRACT

First datings for the Late Holocene lake of Zonda, San Juan.

We present numerical ages of lacustrine deposits associated with the San Juan River, which emerge in the depression of Zonda. Four different Quaternary units were identified from downstream bajada deposits, ancient fluvial deposits, lacustrine deposits and present fluvial terrace deposits. The lacustrine sediments were dated on both sides of the valley in the outcrops located in the distal portion of the eastern slope of the sierra de Zonda and the western slope of the Marquesado range. According to the dating and stratigraphic relationships, this lake-swamp episode would have occurred in the late Holocene ($2,840 \pm 80$ BP), remaining around 1,000 years. Towards the eastern side of the valley, the dating yields an age of ($1,890 \pm 80$ AP). The area of the cold and freshwater body would have been around 750 km² covering a great part of the Zonda and Ullum valley.

Keywords: *Lacustrine basins, Late Holocene, San Juan River, Central Andes.*

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El estudio de los episodios lacustres es de significativa relevancia para el conocimiento paleoambiental de los Andes Centrales y sus áreas de influencia precordilleranas, durante el Cuaternario, donde estos procesos paleoclimáticos están bien documentados. El objetivo de este trabajo es dar a conocer las primeras edades numéricas obtenidas por dataciones radiocarbónicas (¹⁴C) para los depósitos lacustre-palustres aflorantes en los bordes

occidental y oriental de la depresión del valle de Zonda, con la finalidad de contribuir a la reconstrucción de los eventos paleoambientales acontecidos durante el Holoceno tardío. Pandolfo (1975) Salinas (1979) Ramos y Vujovich (2000), Pérez (2000) y Suvires (2009) constituyen los primeros antecedentes que declaran la existencia de afloramientos continentales limo arenosos en el borde oriental de la depresión de Zonda, arrojando una cronología tentativa. En el ámbito de la Pre-cordillera, sector Andes Centrales, existen otros antecedentes sobre la existencia

de depósitos lacustres asociados a los ríos Jáchal, Mendoza y San Juan de Colombo *et al.* (2000) y Busquets *et al.* (2002). Pandolfo (1975) denominó a estos depósitos como Formación Valentín asignándoles una edad holocena temprana sobre evidencias arqueológicas. Salinas (1979) presenta como Formación lacustre Ullum-Zonda a estos mismos depósitos del borde este del valle de Zonda y que rodean el embalse de Ullum, con 30 m de espesor aflorante, pero sin asignación de edad. Zambrano (1983) encuentra en el relleno sedimentario fluvial de más de 1.000 m

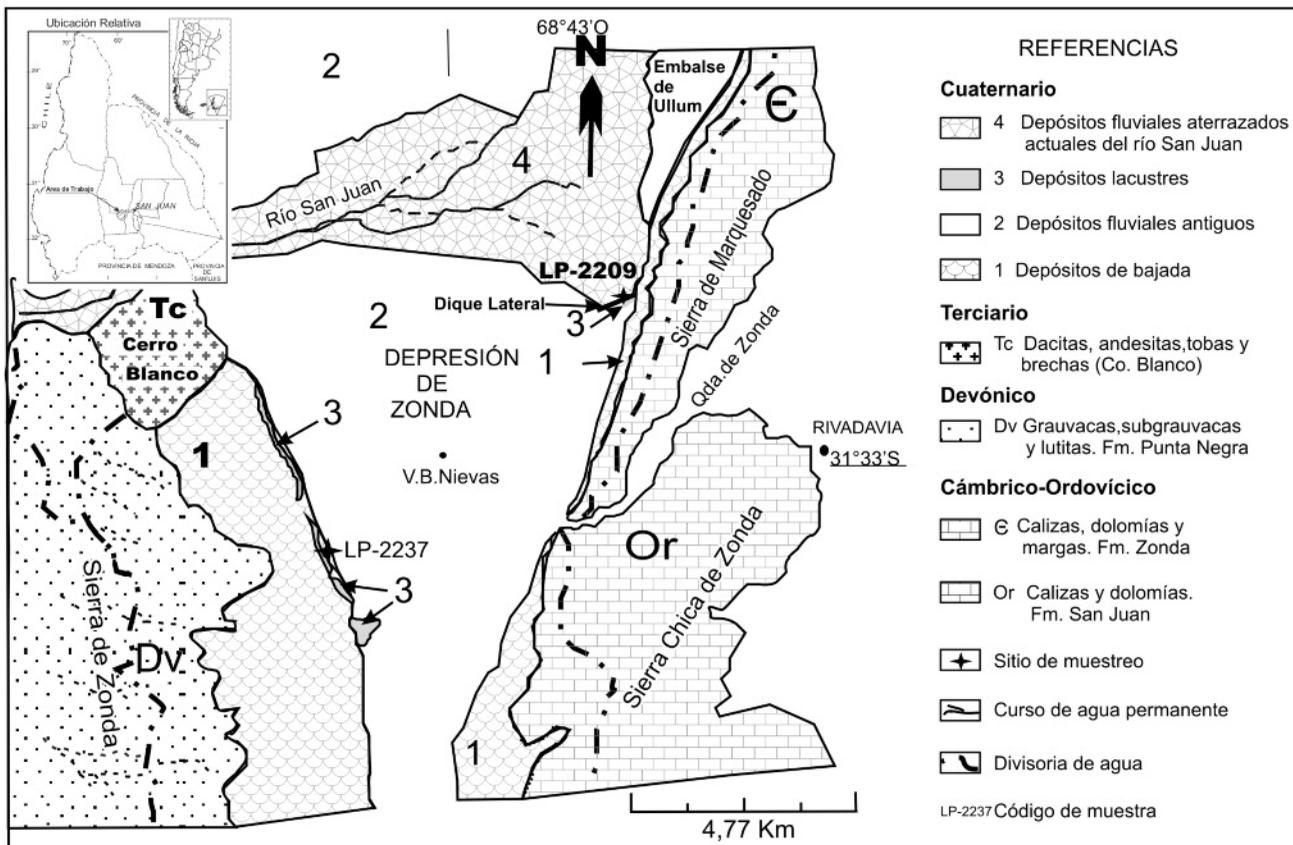


Figura 1: Mapa geológico de la región de la depresión de Zonda. Se indican los depósitos cuaternarios identificados en el trabajo. (Dibujó: L.Gamboa-G.Suvires 2010).

de espesor, que ocupa la parte central de la depresión de Zonda, sedimentos finos a más de 140 m de profundidad, interpretándolos como sedimentos pelíticos lacustres interdigitados lateralmente con lentes arenosas y conglomerádicas fluviales del río San Juan. Los autores enfatizamos que ese episodio lacustre no tiene vinculación con el datado sino que corresponde a uno más antiguo, muy probablemente del Pleistoceno superior-Holoceno temprano.

El sistema lacustre originó sedimentos limo arcillosos y limo arenosos que afloran en la parte distal de la bajada pedemontana de la sierra de Zonda, al oeste del valle de Zonda, conformando una franja de 5 km de largo y 10 m de ancho, en forma saltuaria, desde el cerro Blanco hacia el sur hasta aproximadamente un kilómetro al sur del cementerio de Zonda. No se conocen antecedentes bibliográficos ni cronológicos absolutos de éstos, habiendo sido en algunas ocasiones

confundidos con los afloramientos de las sedimentitas neógenas debido a su alta reflectancia en las imágenes de sensores remotos. En la actualidad están siendo erosionados por arroyos temporarios y aluviones estivales, y en otros sectores están siendo cubiertos por el avance de los depósitos de bajada de la sierra de Zonda. Por su parte, las sedimentitas lacustres de la margen oriental del lago, afloran en las proximidades al Embalse de Ullum y en algunos asomos de la parte distal de la bajada pedemontana de la sierra Marquesado. El avance de los conos de derrubios, aguas abajo, ha provocado el sepultamiento parcial de estos depósitos aflorando en forma discontinua.

Ubicación del área

El valle de Zonda se ubica hacia el centro y sur del territorio provincial de San Juan, entre los paralelos de 31°27'S y 31°36'S y los meridianos de 68°38'O y 68°47'O; tiene un largo de 30 km y 25 km de an-

cho. Los depósitos lacustres datados pertenecen a la depresión tectónica del valle de Zonda, drenada por el río San Juan. Este río nace en los Andes centrales con una alimentación nival y glacial. Aguas abajo atraviesa a lo largo de 100 km el orógeno de la Precordillera, en el territorio de la provincia de San Juan, alcanzando la depresión tectónica de los valles de Zonda y Ullum, a los 830 m s.n.m. (cerro Blanco), y luego hacia el este la depresión del Tulum (720 m s.n.m.). Alcanza el nivel de base regional en el grupo de lagunas de Huanacache (520 m s.n.m.), en el límite interprovincial San Juan-Mendoza-San Luis. El paleolago estuvo vinculado al río San Juan (Fig. 1).

GEOLOGÍA REGIONAL

Diferentes afloramientos precuaternarios bordean a la depresión de Zonda, que se extiende entre la sierra de Zonda al oeste, con sedimentitas del Devónico medio

a superior de la Formación Punta Negra, integrada por una sucesión de grauvacas y subgrauvacas con intercalación de lutitas, verde oliva a gris oscuro, y la sierra Chica de Zonda, al este, con sedimentitas marinas carbonáticas del Cámbrico-Ordovícico. Los afloramientos devónicos y sedimentitas del Mioceno inferior fueron intruidos por el cuerpo subvolcánico, andesítico y dacítico del cerro Blanco, asignado por Leveratto (1976) al Mioceno medio. Los depósitos cuaternarios, en cambio, ocupan la porción central y los bordes de la depresión de Zonda.

DEPÓSITOS CUATERNARIOS

En la figura 1 y sobre la base de consideraciones sedimentológicas y relaciones estratigráficas, se identifican cuatro depósitos cuaternarios relacionados donde se incluyen los depósitos lacustres datados, ellos son: 1) depósitos de bajada, 2) depósitos fluviales antiguos, 3) depósitos lacustre-palustres y 4) depósitos fluviales aterrizados del río San Juan. Los depósitos de bajada (unidad 1, en Fig. 1) constituyen un conjunto de parabrechas con clastos de gran tamaño, formadas a partir de la rápida progradación de conos de deyección y abanicos en el piedemonte oriental de la sierra de Zonda y en el piedemonte occidental de la sierra de Marquesado. No obstante los depósitos de ambas bajadas son diferentes en litológicas, granulometría y selección, para el caso de los depósitos de bajada de la sierra de Zonda, están dominados por parabrechas y paraconglomerados monomíticos, formados casi exclusivamente por clastos gris verdoso oscuro de areniscas devónicas de la Formación Punta Negra, mientras que los de la bajada occidental de la sierra de Marquesado por calizas, dolomías y margas de las Formaciones Zonda y San Juan. Los antiguos depósitos fluviales, han sido referidos así para ser separados de los fluviales actuales aterrizados. Estos antiguos depósitos pertenecen al abanico aluvial del río San Juan (unidad 2, en Fig. 1), en la parte central de la depresión, depositados en el Pleistoceno,

al salir el río de la Precordillera e ingresar en una amplia depresión como la de Zonda. Este abanico cubre una superficie mayor a 155 km² y sus depósitos constituyen el principal relleno del valle de Zonda, con más de 1000 m de espesor (Zambraño 1983), conteniendo el principal acuífero de la zona. Se extiende desde su porción apical a los 830 m en el cerro Blanco, hasta los 740 m donde se ubica el embalse de Ullum. La sucesión lacustre o unidad 3 (Fig. 1) de 30 m de espesor aflora sin base a la vista, aunque se infiere que en su parte central yace sobre los antiguos depósitos fluviales. Finalmente la unidad 4 (Fig. 1) corresponde a los depósitos más recientes de los acarrees del río San Juan, que conforman la llanura de inundación, el cauce actual del río y sus diferentes niveles de terrazas que marginan el cauce a lo largo de su trayecto en Precordillera. Colombo *et al.* (2000) identifican hasta cinco niveles de terrazas particularmente donde el río San Juan recibe un tributario proveniente de la quebrada de Albarracín, al oeste del cerro Blanco. El río al traspasar el cerro Blanco y en el ápice del abanico aluvial de Zonda, presenta hasta cuatro niveles de terrazas (no diferenciadas en esta nota), que desaparecen aguas abajo, terminando en el embalse de Ullum.

Descripción de los depósitos lacustre-palustres

En el borde occidental de Zonda, los afloramientos de los depósitos lacustre-palustres son arenosos finos y areno limosos de color gris amarillento y verdosos, con altos contenidos de materia vegetal o carbonosa y fragmentos o cuerpos enteros de gasterópodos (Pérez 2000) mientras que en el borde oriental de Zonda, los depósitos tienen menor contenido de materia vegetal y mayor contenido terrígeno, colores grisáceos, a veces pardo rojizos, y lentes finas de aportes detríticos locales. Hacia el oeste, los depósitos están representados por niveles arenosos medianos a finos con lentes de gravas polimíticas, con rodados de rocas plutónicas y volcánicas y algunos clastos de

areniscas devónicas y cuarzo. Presentan intercalaciones de niveles arcílicos delgados, abundante materia carbonosa, y niveles areno-limosos con estratificación entrecruzada. Algunos paleocanales pueden observarse en los afloramientos próximos al borde sur del cerro Blanco. En el borde oriental de Zonda, en cambio, los depósitos están constituidos por limos y arcillas con intercalaciones de bancos de arenas y gravas finas. En algunos niveles se intercalan delgadas capas de arena gruesa de hasta 45 cm de potencia. Los limos son amarillos, grisáceos, pardos y rojizos, con variadas proporciones de arena, algunas laminillas muy finas de moscovita, y en partes arcillosos o arenosos finos. La fracción arenosa tiene granos subangulosos, mal seleccionado y cuarzo lítico. En la fracción arcillosa se declara la presencia de montmorillonita, illita y cloritas mientras que en la fracción limo se encuentra plagioclasa, cuarzo, calcita, sales de yeso, thenardita y caolinita (Salinas 1979). En la facies occidental, la arena fina a muy fina con intercalaciones de limolita de color gris amarillento tiene manchas ocre irregulares que pueden interpretarse como producidas por oxidación incompleta de materia orgánica finalmente distribuida o bien por oxidación parcial de sedimentos ferruginosos ricos en cloritas ferríferas. Hacia el sur, se presentan estructuras de escape de fluidos, estructuras *disb* de tamaños variables entre 1 y 3 centímetros. Se interpreta como producidas por decantación a partir de suspensión, influenciadas por aguas con elevado contenido en oxígeno. El escape produce la deformación del sedimento blando saturado con fluidos, los que fluyen hacia arriba por efecto de la presión de la columna de sedimentos. En la facies oriental, la arcillita pardo a castaño rojiza se presenta en estratos finos a medianos, tabulares, macizos, producto de la decantación a partir de suspensión en posiciones distales o más internas del lago.

Niveles datados

Se tomaron muestras de distintos niveles limo-arenoso fino de los sedimentos la-

custres conteniendo restos vegetales, en parte carbonizados, para las dataciones radiocarbónicas (^{14}C) extraídas en los bordes occidental (LP 2209) y oriental (LP 2237) de Zonda (véase ubicación en Fig. 1). Las muestras fueron datadas en el Laboratorio de tritio y radiocarbono (LATYR-CONICET) del Centro de Investigaciones Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas, Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, los datos se presentan en el cuadro 1. Estos datos permiten anticipar que el episodio lacustre habría acaecido en el Holoceno tardío, circa a los 2.840 ± 80 AP y habría continuado *circa* 1.890 ± 80 AP.

Consideraciones paleoambientales

Las dataciones de estos depósitos indican la existencia de un lago durante el desarrollo de la cultura Ansilta (3.750 años AP a 1.900 años AP), la cual tuvo un desarrollo agrícola incipiente en los valles cordilleranos y posiblemente intraprecordilleranos (Gambier y Michieli (1999). García *et al.* (2008) señalan evidencias arqueológicas de la presencia del hombre en el valle de Zonda hace más de 12.000 años, y de restos culturales indígenas que debieron explotar los recursos del valle, hasta hace unos 4.000 años atrás. En estas regiones andinas y preandinas, Mercer (1976) señala que entre los 2.700 y 2.000 AP habría ocurrido un avance glacial mientras que Heusser (1984) considera la existencia de un ciclo frío desde los 3.100 a los 800 AP. No obstante ello, Stingl y Garleff (1993) consideran, en cambio, que desde los 4.500 AP hasta los 400 AP habrían existido condiciones de retracción glacial. De tal modo que los estudios referidos a avances glaciales holocenos para el NO de Mendoza y centrooeste de Argentina varían según los autores, aunque los mismos coinciden en definir fluctuantes niveles de temperatura y humedad en los últimos 2.000 años.

García (1996) estudia la asociación límnic del ambiente lacustre del valle de Zonda, determinando un contenido de carófitos. García (1996) encuentra girogonites y, basándose en la fragilidad de los

CUADRO 1: Dataciones radimétricas.

MUESTRA	Edad radiocarbónica convencional	Factor de corrección: $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ (estimado)	Factor multiplicador del error (K)
LP -2209	2760 ± 80 años AP	$-24 \text{‰} \pm 2$	1
LP-2237	1890 ± 80 años AP	$-24 \text{‰} \pm 2$	1

Programa CALIB 5.0.1 Usado en conjunción con Stuiver and Reimer (1993), Radiocarbon 35.

mismos, indica que corresponden a aguas dulces a hiposalinas, de baja temperatura; y que además, el gran número de girogonites y ostrácodos, el grano fino de los sedimentos y el excelente estado de preservación del material, a pesar de la fragilidad ya citada, indicarían un ambiente léntico, muy tranquilo y relativamente profundo, teniendo en cuenta que las especies encontradas viven en profundidades de 0,50 a 9,0 m (*vide Chara papillosa* en Guerlesquin (1991), y *Chara hispida* en Corlillon (1957)). Todo lo expresado nos conduce a considerar que el lago se formó en una cuenca intermontana, relativamente profunda, alimentada por agua de bajas temperaturas o de deshielo cordillerano, en un ambiente tranquilo y clima frío. Otras secuencias lacustres del centro argentino fueron estudiadas por Busquets *et al.* (2002), para una cuenca ubicada al norte del río San Juan, la del río Jáchal, encontrando edades inferiores *circa* 10.000 AP. Asimismo Colombo *et al.* (2005), estudia otras acumulaciones lacustres relacionadas a los cauces de los ríos San Juan y Jáchal, indentadas con abanicos telescópicos, vinculando a esos abanicos con probables causas climáticas como la corriente de El Niño (ENSO).

CONCLUSIONES

Durante el Holoceno tardío entre los 2.840 ± 80 AP y los 1.890 ± 80 AP tuvo lugar en la depresión del valle de Zonda, la formación de un extenso cuerpo lacustre, relativamente profundo, de agua dulce y fría, que habría existido durante la ocupación del hombre en el valle. Este lago de tipo intramontano con sedimentación predominantemente detrítica habría ocupado gran parte de la depresión de Zonda y de Ullum. Por los afloramientos encontrados en la depresión, el

lago habría alcanzado un ancho mínimo de 4 km y máximo de 9 km y una longitud NS de 20 km, sin tener en cuenta eventuales basculamientos posteriores al emplazamiento del lago. Es probable que en la depresión regional hayan coexistido diversos sitios anegados formando pequeños lagos aislados, aunque éstos pudieron haberse comunicado por mayor aporte de agua. Las causas del vaciamiento del lago escapan al objetivo de la presente nota. El lago se habría formado ante dos condiciones favorables, una externa o cordillerana vinculada a episodios deglaciales holocenos que aportaron el agua, y otra interna o local del valle de Zonda, vinculada a factores probablemente tectónicos que ocasionaron la oclusión del río desde el valle de Zonda hacia el este. El lago habría permanecido en un intervalo superior a 1.000 años.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Busquets Buezo, P., Colombo Piñol, F., Heredia, N., Rodríguez Fernández, R., Sole de Porta, N. y Alvarez Marron, J. 2002. El Holoceno del valle del río Jáchal, Precordillera Andina (San Juan, Argentina): caracterización sedimentológica, estratigráfica y palinológica. 15º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 765-770, El Calafate.
- Colombo, F., Busquets, P., Ramos, E., Vergés, J. y Ragona, D. 2000. Quaternary alluvial terraces in an active tectonic region: the San Juan River Valley Andean Ranges, San Juan Province, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 13: 611-626.
- Colombo, F., Limarino, C., Busquets P., Solé de Porta, N., Heredia, N., Rodríguez Fernández, R. y Alvarez Marron, J. 2005. Primeras edades absolutas de los depósitos lacustres holocenos del río Jáchal, Precordillera de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60(3): 605-608.

- Corillion, R. 1957. Les Charopycées de France et d'Europe occidentale. *Bulletin Société Scientifique Bretagne* 32: 1-499.
- Gambier, M y Michieli, T. 1999. Cuarta Parada. Museo Arqueológico, La Laja, Dto. Albardón. Guía de campo, 11° Reunión de campo del Cuaternario, Universidad Nacional de San Juan, 18 p., San Juan.
- García, A. 1996. Charophyta y ostracoda asociados de cuatro localidades holocenas de Argentina: evidencias paleoambientales. *Ameghiniana* 33(4): 409-420.
- García, A., Damiani, O. y López, C. 2008. La arqueología del Valle de Zonda. En Manzini, S. y Quiroga, N. (eds.) *Zonda, un oasis para soñar*, Archivo General de la Provincia de San Juan: 51-57, San Juan.
- Guerlesquín, M., 1991. Las Carofíceas. En Dejax, C. y Ildis, A. (eds.) *Lago Titicaca*, 241-251, La Paz.
- Heusser, C.J. 1984. Late-Glacial-Holocene climate of the Lake District of Chile. *Quaternary Research* 22: 77-90.
- Leveratto, M. 1976. Intrusivos cenozoicos en la Precordillera de San Juan y su implicancia estratigráfica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 31(1): 53-58.
- Mercer, J. 1976. Glacial History of Southernmost South America. *Quaternary Research* 6: 125-166.
- Pandolfo, L.E. 1975. Geología del valle Ullum-Zonda, provincia de San Juan. Tesis de licenciatura, Universidad de Buenos Aires, (inédito), 99 p., Buenos Aires.
- Pérez, D.A. 2000. Estudio geomorfológico del piedemonte oriental de la sierra de Zonda. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional San Juan, (inédito), 8-24 p., San Juan.
- Ramos, V.A. y Vujovich, G. 2000. Hoja Geológica 3169 IV. San Juan. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1: 250.000, Servicio Geológico Minero Argentino, 82 p., Buenos Aires.
- Salinas, N. G. 1979. Estudio geológico sedimentológico de la cuenca lacustre de Ullum-Zonda. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional San Juan, (inédito), 86 p., San Juan.
- Suvires, G. 2009. Unidades geomorfológicas del río San Juan en la depresión tectónica de Ullum-Zonda. Provincia de San Juan, Argentina. 4° Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología y Simposio Brasileiro do Estudo do Cuaternario, Actas: 44-47, La Plata.
- Stingl, H. y Garleff, K. 1985. Glacier variations and climate of the late Quaternary in the Subtropical and mid-latitude Andes of Argentina. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie* Band 21 S: 225-228.
- Stuiver, M. y Reimer, P.J. 1993. Extended 14C data base and revised CALIB 3.0 14C age calibration program. *Radiocarbon* 35: 215-230.
- Zambrano, J.J. 1983. Actualización del conocimiento geológico del valle de Ullum-Zonda. Centro Regional de Aguas Subterráneas, Serie Técnica P261: 4-64, San Juan.

Recibido: 22 de junio, 2010.

Aceptado: 19 de diciembre, 2010.