

PRIMEROS ESTUDIOS PALEOAMBIENTALES EN LAPAO 2 (PUNA SECA) Y LA SEÑAL DE LA “PEQUEÑA EDAD DE HIELO”

Brenda I. Oxman¹, Hugo. D. Yacobaccio²,
Liliana C. Lupo³ y Paul Tchilinguirian⁴

Recibido 7 de Febrero de 2013. Aceptado 10 de Marzo de 2013

Resumen

Se presentan los primeros resultados de los análisis polínicos y los estudios geológicos del perfil sedimentario Lapao 2 (1400–1800 cal. d.C) ubicado en la localidad de Susques, Pcia. de Jujuy, Argentina. El objetivo de este trabajo es caracterizar el escenario ambiental en el que se desarrollaron los grupos humanos durante los últimos 400 años en la Puna Seca Argentina, donde se han hallado evidencias arqueológicas en el sitio Puesto Demetria. Los resultados preliminares de los análisis polínicos señalan un primer momento de una vegetación de una estepa mixta (Tolar-Pajonal) similar a la actual, aunque más inestable, seguido por un breve período de expansión de la vega (aumento de las condiciones de humedad local), y posterior recuperación y establecimiento de una estepa mixta aunque más estable que el período inicial. Por su parte, los análisis sedimentológicos señalan un primer momento más húmedo seguido de otro más árido, similar a lo detectado para la misma cronología en otras localidades de los Andes como los nevados de Sajama en Bolivia y Quelccaya en Perú. Esta secuencia podría representar la expresión local de la Pequeña Edad de Hielo en áreas particulares como puede ser la Quebrada de Lapao en la Puna Seca Argentina.

Palabras clave: análisis polínicos, Pequeña Edad de Hielo, Puesto Demetria, análisis geológicos, Puna Seca Argentina

Abstract

This paper provides the first results of pollen analysis and geological studies in the Lapao 2 profile (1400-1800 cal. AD) located in the town of Susques, Province of Jujuy, Argentina. The purpose of this research is to characterize the environmental setting in which human groups evolved during the last 400 years in the Dry Puna Argentina, where archaeological evidence has been found on the site Puesto Demetria. The preliminary results of the pollen analyzes indicate initially a mixed steppe vegetation (Tolar-Pajonal) similar to the present, though more unstable, followed by a brief period of expansion of the “vega” (increased local humidity conditions), and subsequent recovery and setting the mixed steppe although more stable than the initial period. Meanwhile, sedimentological analyzes indicate wetter initially followed by a more arid, similar to that detected for the same chronology in other town in the Andes as Sajama Ice Cap in Bolivia and Quelccaya Ice Cap in Perú. This sequence could represent the local expression of the Little Ice Age in particular areas such as the Quebrada Seca Lapao in Puna Argentina.

Key words: pollen analysis, Little Ice Age, Puesto Demetria, geological, Dry Puna of Argentina

¹ CONICET - Instituto de Arqueología, FFyL, Universidad de Buenos Aires.
oxmanbrenda@yahoo.com.ar

² CONICET - Instituto de Arqueología, FFyL, Universidad de Buenos Aires.

³ CONICET - Laboratorio de Palinología. FCA. Universidad de Jujuy.

⁴ CONICET - FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

Introducción

La variabilidad climática de los últimos milenios se ha caracterizado por episodios multi-centenarios con anomalías en las condiciones de humedad y temperatura, como la Anomalía Climática Medieval (ACM) (900-1300 d.C.), la Pequeña Edad de Hielo (PEH) (1300-1850 d.C.) y el calentamiento global de las últimas décadas (1990) (Kaniewski *et al.* 2011).

En lo que concierne a la Pequeña Edad de Hielo, ésta ha sido caracterizada como una disminución de las temperaturas en el hemisferio norte (Briffa 2000), aunque su impacto en el hemisferio sur también ha sido detectado por los estudios realizados desde múltiples líneas de evidencia (isótopos estables, polen y diatomeas, entre otros) en registros paleoambientales de alta resolución cronológica (Aniya 1996; Kaniewski *et al.* 2011; Liu *et al.* 2005; Lupo *et al.* 2007; Masiokas *et al.* 2001; Polar *et al.* 2006; Villalba *et al.* 1990; Thompson *et al.* 1986; entre otros).

En el continente sudamericano son varios los registros de la PHE (Ariztegui *et al.* 2007; Bertrand *et al.* 2005; Borrromei *et al.* 2008, Espizúa 2005; Glasser *et al.* 2004; Koch 2005; Masiokas *et al.* 2009; Pereyra y Roverano 2008; Rabassa *et al.* 2000; Rabatel *et al.* 2005; Vuille *et al.* 2008), aunque aún persiste cierta controversia sobre las características climáticas particulares de dicho periodo. Mientras que algunos autores postulan un período frío-húmedo, otros sostienen que las condiciones habrían alternando entre frío-húmedo y frío-seco (Liu *et al.* 2005; Mauquoy *et al.* 2004; Tchilinguirian *et al.* 2008; Valero-Garcés *et al.* 2003).

Si bien en las últimas décadas se han desarrollado diversos estudios sobre la variabilidad climática en los Andes Centrales durante el Holoceno, poco se sabe sobre los cambios climáticos y las modificaciones producidas en la vegetación durante el período de la Pequeña Edad de Hielo. Los estudios realizados por Liu *et al.* (2005) a partir de análisis polínicos e isótopos del oxígeno en un núcleo de hielo del nevado de Sajama en Bolivia (18° S, 6542 m) que registra los últimos 400 años, muestran dos fases: una más húmeda entre 1500-1700 d.C. y otra más seca entre 1700-1880 d.C. Estos datos se asemejan a lo señalado por Thompson *et al.* (1985) en el nevado de Quelccaya en Perú (14° S, 5760 m), donde a partir del análisis de isótopos de oxígeno y de la concentración de partículas de polvo (atmosférico) se han detectado fases paleoclimáticas con escasas precipitaciones entre 1410-1340, 910-460 y 230-90 años cal. a.p., y fases húmedas intercaladas entre 1190-910 y 450-230 años cal. a.p. (Thompson *et al.* 1998). En base a estas evidencias se han postulado dos fases: una más húmeda entre 1500-1720 d.C. y otra más seca entre 1720-1880 d.C. También en el nevado de Huscarán en Perú (9° S, 6048m), se ha detectado un período árido para el período 1730-1870 d.C. (Thompson *et al.* 1995). También al sur de Perú, en la cuenca de Marcacocha, los datos paleoambientales sugieren un prolongado período de aridez entre 900 y 1800 d.C. (Chepstow-Lusty *et al.* 2003).

Por otro lado, en Bolivia, Cordillera Real (16° S, 5700 m), Rabatell *et al.* (2008) reconoce expansiones glaciarias relacionadas a la PEH a partir de morenas datadas por liquenometría y turberas que indican su máxima expansión entre 250 y 300 años a.p. También, al norte de la ciudad de La Paz en Bolivia, se realizaron estudios de sedimentología, mineralogía e indicadores geoquímicos, sobre un registro sedimentario de los últimos 450 años en Lago Milluni Grande (16° S, 4530 m), los cuales indican una importante variación del clima, más frío y seco entre 1570 y 1894 d.C. (Salvarredy-Aranguren *et al.* 2009).

Al norte de Chile, los análisis realizados en las lagunas Chungará y Miscanti, señalan para los últimos 200 años tendencias contrarias a las registradas en Sajama y Quelcaya, aunque se ha señalado que estos registros carecen de la resolución cronológica necesaria para discriminar la variación climática en una escala temporal de décadas (Valero-Garcés et al. 2003).

Los antecedentes paleoambientes para el área de la Puna Argentina se limitan a los realizados por Lupo *et al.* (2007) a partir del análisis de polen y diatomeas sobre un testigo de la laguna Polulos en la Puna Seca Argentina (22° 32' 34" S; 66° 47' 53" W; 4400 msnm), los cuales señalan fases de descensos del nivel del lago en los lapsos 1870-1700, 1500-1300 y 1050-650 cal. A.D. y un máximo incremento en el nivel del lago entre 1500-1700 A.D. También los estudios realizados por Tchilinguirian y Olivera (en prensa) en la Puna Sur de Catamarca, se han hallado paleovegas que datan de 900 a 700 años a.p. y de 600 a 300 años a.p., las cuales podrían vincularse con los cambios ocurridos durante la PEH.

Área de estudio

El área de estudio corresponde a la región de la Puna Seca jujeña Argentina, entre los 22 ° y 24 ° S y entre los 3000 y 4500 msnm. Esta área se define como un bioma de desierto de altura, donde varias cadenas montañosas orientadas de NE-SO se observan, como ser la Sierra de Taire y la Sierra de Cobres. La Puna se caracteriza por la alta radiación solar debido a su gran altitud, gran amplitud térmica diaria, marcada estacionalidad de las precipitaciones, y una baja presión atmosférica. La vegetación de la Puna se distribuye en un gradiente altitudinal, pudiéndose discriminar dos principales composiciones florísticas, la vegetación de tolar (estepa arbustiva) y la de pajonal (estepa herbácea), así como también se encuentran las vegas (humedales) cuya distribución es azonal (Cabrera 1976). La productividad primaria se concentra principalmente en los sistemas hidrológicos estables, como las cuencas principales, los valles altos (Olivera 1997), y los humedales. Varias cuencas con cursos de agua dulce permanentes, salinas, y playas (barreales) constituyen la red de drenaje. Hay escasos cursos de agua y manantiales de régimen permanente, que son las principales fuentes de agua dulce, un recurso crítico para las poblaciones humanas en esta zona semi-árida. La precipitación de verano en el norte de Argentina, se debe en gran medida debida al llamado monzón de América del Sur (Garreaud *et al.* 2009). Este sistema produce aproximadamente el 80% de las precipitaciones anuales de las tierras altas de los Andes (ca. 200 mm / año en la región de Susques) entre diciembre y febrero (Vuille y Keimig 2004). A su vez, el fenómeno del ENSO, desempeña un papel importante en la distribución de las precipitaciones de los Andes, causando una fuerte variabilidad interanual en sus precipitaciones. Esta variabilidad está relacionada en mayor medida a los cambios en el transporte de la humedad. Esto significa que las variaciones están relacionadas más directamente con la cantidad de eventos de lluvia que con las variaciones en el volumen de las precipitaciones (Garreaud y Aceituno 2007). Hasta el momento, los estudios disponibles sugieren que en el Altiplano las fases cálidas de ENSO (eventos El Niño) tienden a reducir las precipitaciones en el área, presentando condiciones más secas, mientras que las fases frías de ENSO (eventos La Niña) favorecen las precipitaciones, produciendo condiciones de mayor humedad (Garreaud *et al.* 2003; Morales 2011). Estas condiciones determinan una distribución heterogénea de los recursos vegetales y animales. Algunos parches (vegas) que han sido definidos como

“zonas de concentración de nutrientes” (Yacobaccio 1994) contienen la mayor parte de la biomasa regional disponible. Las fuentes animales más importantes de alimentos para los seres humanos en la Puna incluyen varios mamíferos (por ejemplo, la vicuña *Vicugna vicugna* y el guanaco *Lama guanicoe*), roedores (por ejemplo, vizcachas y chinchillas *Lagidium viscacia* y *Chinchilla brevicaudata*), y un cérvido (Taruca, *Hippocamelus antisensis*) (Morales *et al.* 2010; Yacobaccio 1994) (Figura 1).

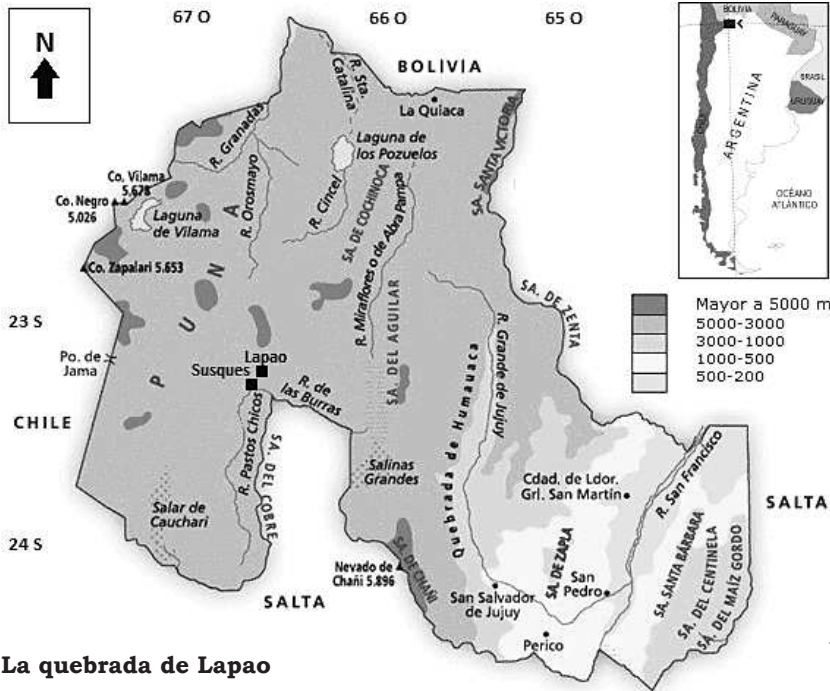


Figura 1. Ubicación de la localidad de estudio en la Provincia de Jujuy (Argentina).

La quebrada de Lapao

El perfil Lapao 2 (L2) se encuentra emplazado en la Quebrada homónima (a 3650 msnm), de 5 km de extensión y rumbo NE-SO. La quebrada presenta un valle encajonado, con paredes verticales de ignimbritas y tobas del Mioceno superior (Formación Zapalari), y arcilitas rojizas subyacentes del Mioceno inferior (Formación Log Log, Nullo 1988). Los paredones tienen deslizamientos rotacionales y taludes de derrubio compuestos por bloques. En ambas márgenes del curso de agua, hay tres niveles de terraza fluvial perteneciente al Holoceno medio, tardío e histórica respectivamente (Figura 2).

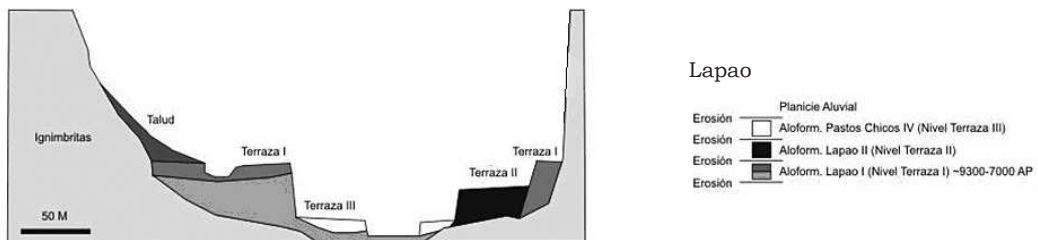


Figura 2. Esquema geomorfológico-estratigráfico de la Quebrada de Lapao (Morales 2011)

En el sector donde se ubica el actual asentamiento de Puesto Demetria (Figura 3), la quebrada presenta un desnivel de 20 m. Cerca del puesto hay un pequeño manantial que tributa al curso principal de la Quebrada de Lapao. A su vez, este curso de agua del río Pastos Chicos-Las Burras desemboca en las Salinas Grandes. Cabe mencionar, que actualmente la vega de Puesto Demetria se halla parcialmente degradada y se reconocen cárcavas y pedestales de erosión formados por suelos. En el manantial, se ubica la toma de agua del pueblo de Susques. Asimismo, la toma irriga la vega del asentamiento que cubre 0,41 hectáreas de superficie (Morales 2004). La vegetación observada en la cabecera es una estepa arbustiva compuesta por *Parastrephia sp.*, *Fabiana sp.*, *Nardophyllum sp.*, *Baccharis boliviensis*, *Baccharis incarum*, *Adesmia sp.*, *Senecio sp.*, *Junellia sp.*, *Acantholippia sp.*, *Fabiana densa*, *Opuntia spp.*, *Chugiraga sp.*, *Festuca sp.*; entre otras especies. Mientras que la vegetación de vega corresponden a diferentes especies como Ranunculaceae, *Scirpus sp.*, *Eleocharis sp.*, *Hypsella sp.*; entre otras especies. En cuanto a la vegetación del actual Puesto Demetria, resalta en el paisaje el único árbol de la quebra *Ulmus sp.*, así como también llama la atención la gran cantidad de Malvaceae, *Nicotiana undulada* y *Hoffmannseggia falcaria*; entre otras especies.



Figura 3. Perspectiva actual de Puesto Demetria y su vega en la Quebrada de Lapao, vista desde el sudoeste.

Antecedentes arqueológicos

Hay varios sitios con fechados dentro del periodo considerado, tanto en la misma quebrada como en una quebrada paralela (Lapao Chico) así como en Hornillos 3 y Chulpa Chayal a unos 25 y 35 km respectivamente al NW y al N del pueblo de Susques. Uno de ellos es una base residencial pastoril (Puesto Demetria), un sitio a cielo abierto, ubi-

cado a 5 km del pueblo de Susques (3750 msnm) y a unos pocos metros del perfil bajo estudio; Lapao Chico 1 y 2 son sitios temporarios compuestos por un recinto circular y un corral asociado; en tanto que Hornillos 3 y Chulpa Chayal son sendas inhumaciones (Tabla 1). El patrón de asentamiento registrado para este período responde a una organización de sitios “grandes” –casas o bases residenciales– con diversidad de estructuras y alta planificación interna (Puesto Demetria) y sitios “pequeños” –puestos o estancias de asentamientos temporarios– que no tienen estructurado el espacio interno (Lapao Chico 1 y 2) (Yacobaccio *et al.* 1997-98). Incluso en esta misma quebrada, se han hallado en la superficie de las terrazas puntas triangulares del tipo “Tambillo” y “San Martín”, las cuales pueden adscribirse cronológicamente al Holoceno temprano y medio. Esto estaría señalando la importancia que tuvo este sitio a través del tiempo, tanto para grupos cazadores-recolectores como pastoriles (Hoguín y Restifo 2012; Hoguín y Yacobaccio 2012; Yacobaccio y Morales 2005). Al respecto, en Yacobaccio *et al.* 1997-98 se sostiene que la estrategia económica predominante del área fue el pastoreo de camélidos, organizado sobre una movilidad anual que alternaba entre las bases residenciales ubicadas por debajo de los 3700 msnm en la estepa arbustiva, pero siempre cerca de fuentes de agua y humedales y los sitios temporarios localizados en la estepa mixta. Este patrón parece haber caracterizado los últimos 1000 años de ocupación humana en el lugar (Yacobaccio *et al.* 1997-98, 2010).

SITIO	SIGLA	FECHA (a.p.)	CALIBRACIÓN (2 sigmas)
Hornillos 3 (Chulpa)	GX-20847	475 ± 75	1380-1530 d.C.
Lapao Chico 2	UGA 7425	460 ± 170	1380-1640 d.C.
Puesto Demetria C1RG (capa 3)	LP-1991	430 ± 60	1400-1640 d.C.
Cueva Chayal	LP-398	410±50	1420-1530 d.C.
Puesto Demetria C1SG (capa 3)	Beta 111394	350 ± 80	1400-1700 d.C.
Chulpa Chayal	Beta 56527	260 ± 70	1490-1680 d.C.
Lapao Chico 1	UGA 7832	225 ± 40	1720-1820 d.C.

Tabla 1. Fechados radiocarbónicos calibrados de los sitios arqueológicos mencionados en el texto. Calibración con Calib 6.1, curva IntCal 09.

TAXON	NISP	%
Camelidae	64	90
Chinchillidae	5	7
Canidae	1	1.4
Ave indet.	1	1.4
Total	71	99.8

Tabla 2. Abundancia taxonómica en número de restos óseos identificados por taxón (NISP).

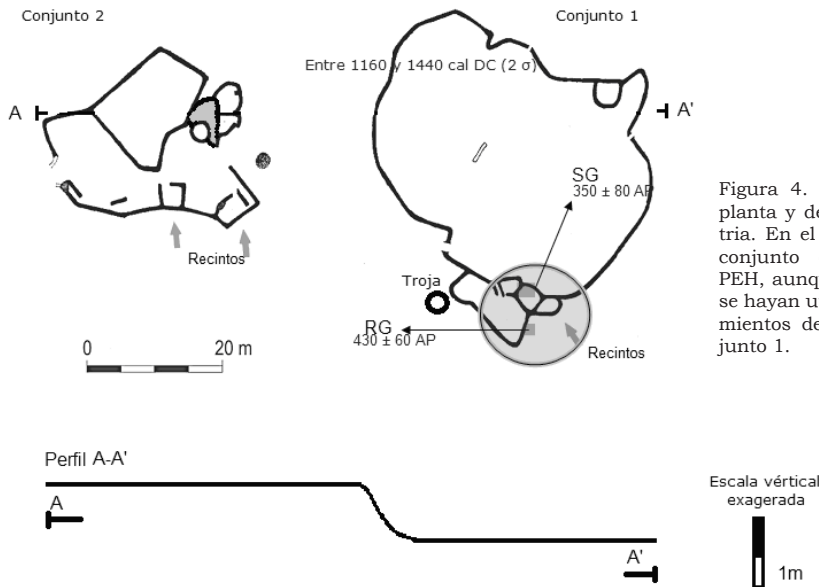


Figura 4. Reconstrucción de la planta y del perfil Puesto Demetria. En el círculo se muestra el conjunto ocupado durante la PEH, aunque no se descarta que se hayan utilizado otros emplazamientos dentro del mismo Conjunto 1.

El sitio arqueológico Puesto Demetria (Figura 4), ubicado a pocas decenas de metros del perfil sedimentario analizado, tiene un número variable de habitaciones (corrales, habitaciones, cocinas, lugares de almacenamiento; entre otros) construidas con pirca seca o con argamasa. El sitio se divide en dos sectores: El Conjunto 1 (2250 m² de superficie) y el Conjunto 2 (806 m² de superficie). Tiene un total de 14 recintos, distribuidos en dos terrazas ubicadas a diferentes alturas, que parecen haber sido construidos gradualmente. En total las construcciones, contando los espacios abiertos, abarcan una superficie de 5000 m². En cuanto a la cronología, se han podido discernir dos momentos claros de ocupación, uno entre los ca. 1200-1400 cal. d.C., y el segundo entre los ca. 1400-1700 cal. d.C. El sitio se ubica en la terraza de edad holocena media, la cual se eleva entre 5 y 6 m de altura sobre el nivel del cauce.

Los análisis arqueofaunísticos del recinto 1 del conjunto 2 (820 ±50 y 750 ±60 a.p.) del sitio señalan que en general los huesos se encuentran en mal estado de conservación. Sólo se lograron identificar anatómicamente y taxonómicamente 71 huesos. Esta muestra solo ha permitido estimar la proporción de los huesos pertenecientes a las diferentes zonas del esqueleto y estimaciones generales sobre las clases de edad (Yacobaccio *et al.* 1997-98).

En cuanto al análisis de las partes esqueléticas se observa el predominio del esqueleto axial (medido en este caso por porcentaje de NISP) -67,3%- por sobre el apendicular -32,6%. Lo que podría indicar una práctica de selección de partes con alto contenido cárnico.

También de este mismo recinto se recuperó cerámica, tanto local como exótica. Esta última proveniente de diferentes sectores de la Puna (Casabindo-Cochinoca, Yavi) y de la Quebrada de Humahuaca revelando la existencia de amplios circuitos de intercambio (Solá 2007, 2011).

Metodología

La primera etapa consistió en el análisis geológico y geomorfológico a partir de imágenes satelitales y el relevamiento de campo en el sitio de estudio con el objetivo de identificar las geoformas y los depósitos de edad histórica. En L2 se efectuó un perfil sedimentario donde se discriminaron diferentes facies en base a la textura, color, rasgos pedogenéticos y estructura sedimentaria. Posteriormente, se identificaron las diferentes unidades sedimentarias en base a la presencia de discontinuidades erosivas. Las Sub-unidades se diferenciaron en base a la frecuencia y tipo de facies sedimentarias presentes.

De este perfil sedimentario de 1,60 cm de altura, se tomaron 28 muestras para análisis polínicos (cada 5 cm). Para esta primera etapa de la investigación se han seleccionado para el análisis la mitad de las muestras ($n=13$) de forma intercalada (cada 10 cm). La metodología sigue el protocolo estándar para polen del cuaternario (Faegri e Iversen 1989). La etapa de laboratorio consistió en la observación de las muestras bajo microscopio biológico Zeiss-Axiolab, contando por lo menos 200 granos por muestra en los casos que ha sido posible. La cuantificación y análisis estadístico ha sido realizado con el programa TILIA (Grimm 1987, 2004). La identificación de los tipos polínicos ha sido realizada utilizando la bibliografía y los atlas disponibles para el área de estudio (Heusser 1971; Markgraf & D' Antoni 1978) y el catálogo de referencia del laboratorio de Palinología de la Facultad de Ciencias Agrarias UNJu/Conicet (Lupo 1998).

Cronología

Se efectuaron tres dataciones realizadas sobre sedimentos orgánicos arenosos del perfil L2 (Tabla 3). En este caso se han tomado las fechas como referencia para marcar bloques temporales, ya que aún no se cuenta con la información necesaria para realizar un modelo de edad-profundidad y estimar una la cronología de cada una de las muestras.

SIGLA	SITIO	FECHAS CALIBRADAS (2σ)
UGA 7833	Lapao 2 c.1	1799-1942 d.C.
UGA 7834	Lapao 2 c.2	528-654 d.C.
UGA 7835	Lapao 2 c.3	1432-1526 d.C.
UGA 7836	Lapao 2 c.4	1442-1529 d.C.
LP 987	Lapao 12 turba	1468-1695 d.C.

Tabla 3. Fechados calibrados del perfil sedimentario Lapao 2 y Lapao 12.

Análisis geológicos

Los sedimentos forman una terraza fluvial de escasa altura (1 a 1,5 m) de tipo impar, de relleno y de escasa extensión. El relleno de la terraza fluvial se apoya en discontinuidad sobre sedimentos aluviales del Holoceno medio y está erosionada por el cauce actual, el cual transporta bloques y gravas.

La terraza fluvial constituye remanentes de erosión en las riberas de la quebrada. Los

lugares con perfiles mejor expuestos se localizan en el Puesto Demetria (sitio Lapao 2) y a 200 m al sudeste de este sitio (sitio Lapao 12).

El perfil de Lapao 2 se compone de una sucesión paralela de capas de 1 a 3 cm de espesor que se disponen en forma paralela y que rellenan una forma convexa de relleno aluvial (Figura 5). Las capas están formadas por dos tipos de facies. Las facies de arenas oscuras se componen de arenas de color gris oscuro debido a la presencia de materia orgánica y con elevada cantidad de trazas de raíces. Estas facies son interpretadas como paleosuelos de tipo mineral donde se reconoce un horizonte superficial de escaso espesor (1 a 10 cm). Las facies de arenas claras tienen color gris claro, poseen menor cantidad de materia orgánica y de señales de bioturbación. Las capas son de textura arenosa mediana a muy gruesa. Se interpreta que su sedimentación se asocia al mayor escurrimiento y sedimentación en detrimento de la pedogénesis y bioturbación.

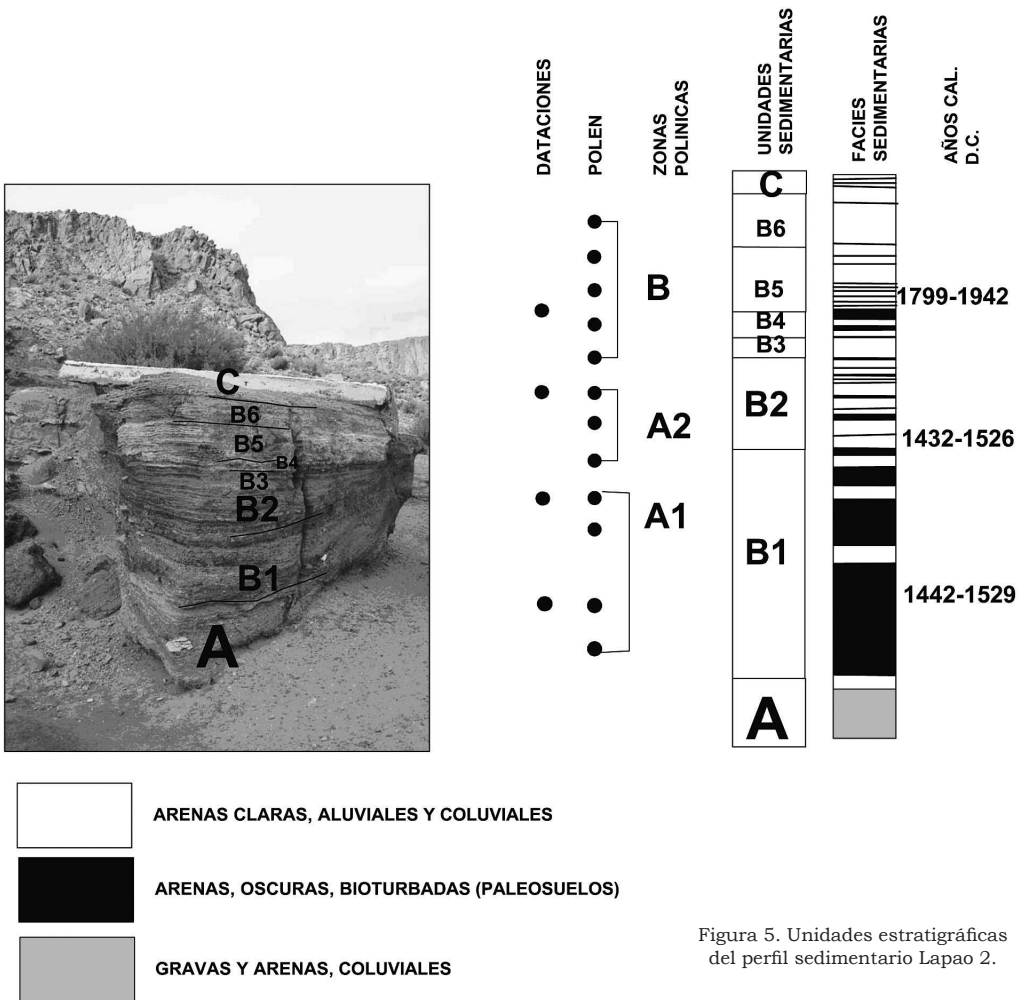
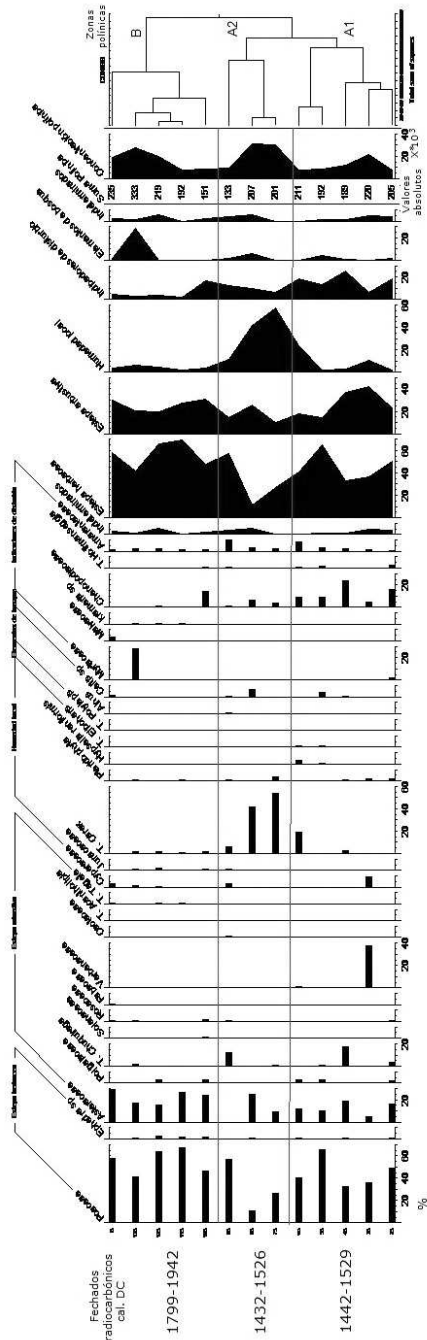


Figura 5. Unidades estratigráficas del perfil sedimentario Lapao 2.

Se distinguen tres unidades sedimentarias A, B y C separadas por discontinuidades erosivas (Figura 5). La unidad A se compone de una capa de estructura masiva, compuesta por arenas muy gruesas con bloques irregulares. El ambiente de sedimentación es de tipo coluvial y su sedimentación es previa a los 1529 años cal. d.C. La unidad B se caracteriza por denotar una predominancia de las facies de arenas oscuras sobre las facies de arenas claras. El ambiente de sedimentación es aluvial con alternancia de bioturbación e incorporación de materia orgánica que se desarrolló entre los 1500 y 1900 cal. d.C. La sección inferior de esta unidad (Unidad B1) muestra mayor frecuencia y espesor de facies de arenas oscuras respecto de la sección superior. Se interpreta que las condiciones locales de bioturbación e incorporación de materia orgánica fueron más intensas y estables al principio de la sedimentación de la Unidad B. En la sección intermedia (Unidad B2), las facies de arenas oscuras y claras forman capas delgadas y tienen similar frecuencia. Esto se interpreta como un aumento de las condiciones de escurrimiento respecto a la sección inferior. La sección superior (Unidades B3, B4 y B5) tiene una predominancia de facies de arenas claras sobre las facies de arenas oscuras, indicando que el ambiente tuvo un aumento de las condiciones de sedimentación, escurrimiento y una pedogénesis reducida. En la unidad C dominan las facies de arenas claras, es de edad reciente y su ambiente de sedimentación fue aluvial, de moderada energía y con muy leve participación de la pedogénesis.

Figura 6. Diagrama polínico del perfil Lapao 2.



Análisis polínicos

A partir del análisis polínico se identificaron un total de 23 taxa a nivel de familia, género y especie.

Para el análisis estadístico de los datos se

utilizó el programa TILIA (Grimm 1987), con un análisis de componentes principales (CO-NISS) que permitió discriminar dos principales zonas polínicas y una sub-zona a partir de las diferencias estadísticamente significativas detectadas en la composición florística de las muestras (Figura 6).

ZONA A1: La composición polínica corresponde una vega en el marco de una estepa mixta (Pajonal-Tolar), representada por la familia Poaceae, seguido por Asteraceae y Chenopodiaceae, y en menores proporciones *Ephedra sp.*, *Chuquiraga sp.*, Polygalaceae, Verbenaceae, Cyperaceae y Pteridophyta.

ZONA A2: Se diferencia un breve período de aumento de las especies de vega representada por *Carex sp.* en detrimento de la familia Poaceae y sin variaciones en los tipos polínicos de la familia Asteraceae .

ZONA B: Se registra nuevamente un aumento de los valores de las especies de Poaceae y Asteraceae, lo que representa una recuperación de la vegetación de una estepa mixta (Pajonal-Tolar) , mientras que se observa que los valores de *Carex sp.* descienden considerablemente.

En síntesis, los resultados hasta aquí presentados pueden ser interpretados como un primer momento de una estepa mixta (Tolar-Pajonal) similar a la actual (Zona A1), seguido por un aumento de la humedad local tomando como indicador polínico a *Carex sp.* (Zona A2) y un posterior recuperamiento de las condiciones de una estepa mixta similar a la actual (Zona B).

Discusión y conclusiones

Hasta el momento, los antecedentes de estudios evidencian que la PEH tuvo cierta incidencia en el continente sudamericano, aunque presenta variabilidad dependiendo de múltiples factores como ser la ubicación geográfica, altitudinal y características particulares del sistema muestreado. En gran parte, los datos paleoambientales para el área andina apoyan la idea de un período con dos fases: una primera fase húmeda (~1500-1700 d.C.) seguida de otra más seca (~1700-1800 d.C.). Sin embargo, es claro que la discusión se encuentra vigente y que hay grandes cuestiones metodológicas –como por ejemplo el tema de la resolución cronológica de los registros– que deben ser mejoradas.

Los resultados obtenidos de los análisis polínicos y geológicos realizados en la Quebrada de Lapao, permiten observar cierta discrepancia entre los *proxies* analizados. Los análisis geológicos de la Unidad B1 evidencian una mayor humedad respecto de las unidades infra y sobreyacentes, lo que se asocia con la mayor frecuencia de facies sedimentarias que tienen bioturbación y acumulación de materia orgánica. Desde el punto de vista sedimentológico, la Unidad B2 es la que evidencia la presencia de escurrimiento en forma alternante con la pedogénesis. Por su parte, los análisis polínicos también han permitido discernir un cambio en la composición florística a través del tiempo, lo que se interpreta como dos momentos paleoambientales diferentes (zonas polínicas A y B). El primero muestra hacia el comienzo de la secuencia una vegetación del tipo de una estepa mixta (Tolar-Pajonal) (sub-zona A1) y luego un aumento de los valores de las especies de vega lo que indicaría un aumento de las condiciones de humedad local (sub-zona A2). Un fechado de turba del perfil sedimentario de Lapao 12 (1468-1695 cal. d.C.) -al otro lado del cauce actual del río, a 200 m de Puesto Demetria- coincide con el período de expansión de la vega (humedad local) detectado en el perfil Lapao 2. Esto estaría señalando la amplia extensión de la vega, mucho mayor que la que se observa actualmente, que se limita a

0,41 hectáreas. El segundo momento paleoambiental evidencia un recuperamiento de la vegetación de una estepa mixta (Tolar-pajonal) similar a la actual. Las discrepancias entre los *proxies* corresponden a que el momento de aumento de la vegetación de vega detectado a partir del análisis polínico coincide cronológicamente con la Unidad B2 que es interpretada desde el análisis sedimentológico como un momento más árido. Puesto que el análisis polínico se encuentra en un estado preliminar de la investigación y que el resultado de los análisis de sedimentos son coherentes con la modalidad de dos fases paleoambientales detectadas en otros registros de los Andes tropicales, consideramos que las incongruencias observadas podrían ser salvadas al avanzar en los análisis polínicos del total de las muestras. Como ya hemos mencionado, el muestreo seleccionado para esta primera parte de la investigación consistió en muestras tomadas cada 10 cm. Se espera que al incluir el total de las muestras que han sido tomadas cada 5 cm, permitan afinar nuestra interpretación paleoambiental. De todas formas, es importante destacar, que el aumento de la humedad local registrado en la sub-zona polínica A2 es coherente con las fases húmedas detectadas a partir de los análisis polínicos en los registros de Sajama y Quelccaya (entre 1500 y 1700 A.D.) (Thompson *et al.* 1985, 1998, Lui *et al.* 2005) y refuerzan también los generados en otras localidades de la Puna Argentina como laguna Polulos.

Bajo estas condiciones paleoambientales, las evidencias arqueológicas señalan una mayor intensidad en la ocupación del sitio, que estaría reflejada en la reactivación o reconstrucción de las paredes de los recintos. Asimismo, estas evidencias estarían relacionadas con los recintos de menor tamaño registrados en Lapao Chico, los cuales parecerían haber estado ocupados de manera sincrónica. En síntesis, estos resultados estarían indicando que en la localidad de estudio existió un cambio de las condiciones de humedad y extensión de la vega, la cual pudo asociarse con cambios climáticos locales o de escala mundial del tipo de los de la PEH. En tal caso, este cambio asociado a la PEH evidencia no haber tenido una incidencia negativa en la actividad de los grupos de pastores que habitaron el área.

Agradecimientos

Agradecemos especialmente el trabajo realizado por Marcelo Morales. También, a Patricia Solá por la lectura del manuscrito y a Rodolphe Huguin por los aportes realizados. Como siempre agradecemos la colaboración del equipo del Laboratorio de Palinología de la FCA-UNJu. Esta investigación fue financiada con los proyectos PIP 3173 (CONICET) y UBACYT F157.

Bibliografía

- ANIYA, M. 1996. Holocene variations of Ameghino Glacier, southern Patagonia. *The Holocene* 6:247-252.
- BERTRAND, S.; X. BOËS; J. CASTIAUX; F. CHARLET; R. URRUTIA; C. ESPINOZA; G. LEPOINT; B. CHARLIER y N. FAGEL. 2005. Temporal evolution of sediment supply in Lago Puyehue (Southern Chile) during the last 600 yr and its climatic significance. *Quaternary Research* 64(2):163-175.
- BORROMEI, A.; A. CORONATO; L.G. FRANZÉN; J.A. LOPEZ SAEZ; J. RABASSA; M.S. CANDEL; J.F. PONCE y N. MAIDANA. 2008. Paleoambientes del Holoceno en los Valles Andinos Subantárticos de altura (Turbera Las Cotorras), Tierra del Fuego, Argentina. *Actas del 17º Congreso Geológico Argentino, Asociación Geológica Argentina*,

- pp. 705-706, Jujuy.
- BRIFFA, K.R. 2000. Annual climate variability in the Holocene: interpreting the message of ancient trees. *Quaternary Science Reviews* 19:87-105.
- CABRERA, L.A. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, Tomo II, pp. 1-85. Ed. ACME, Buenos Aires.
- CHEPSTOW-LUSTY, M.R.; B.S. FROGLEY; M.B. BAUER y A. BUSH. Tupayachi Herrera. 2003. A late Holocene record of arid events from the Cuzco region, Peru. *Journal of Quaternary Science* 18:491-502.
- DAVIS, S.J.M. 1987. *The archeology of animals*. B.T.Batsford, London.
- ESPIZÚA, K.E. 2005. Holocene glacier chronology of Valenzuela Valley, Mendoza Andes, Argentina. *The Holocene* 15(7):1079-1085.
- FAEGRI, K. y J. IVERSEN. 1989. *Textbook of pollen analysis*. 4° edición. John Willey & Sons, Copenhagen.
- GARREAUD, R y P. ACEITUNO. 2007. Atmospheric circulation over South América: mean features and variability. *Physical geography of South America*, editado por T. Veblen, A. Orme y K. Young, pp. 45-59. Oxford University Press, Oxford.
- GARREAUD R; M. VUILLE y A. CLEMENT. 2003. The climate of the Altiplano: observed current conditions and mechanisms of past changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194: 5-22.
- GARREAUD, R.D.; M. VUILLE; R. COMPAGNUCCI y J. MARENGO. 2009. Present-day South American climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281:180-195.
- GLASSER, N.F.; S. HARRISON.; V. WINCHESTER. y M. ANIYA. 2004. Late Pleistocene and Holocene palaeoclimate and glacier fluctuations in Patagonia. *Global Planetary Change* 43:79-101.
- GRIMM, E. 1987. Coniss: a fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers y Geosciences* 13(1):13-35.
- GRIMM, E. 2004. *TGView 2.0.2 Software*. Illinois State Museum, Research and Collections Center. Springfield. Estados Unidos.
- HEUSSER, C. 1971. *Pollen et spores of Chile. Modern types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae*. The University of Arizona Press, Tucson.
- HOGUIN, R. y YACOBACCIO, H.D. 2012. Análisis lítico de ocupaciones del Holoceno Medio de Hornillos 2 (Jujuy, Argentina): discutiendo la tecnología y la distribución de las puntas de proyectil "San Martín". *Chungara* 44(1):85-99.
- HOGUIN, R. y RESTIFO, F. 2012. Patterns of Cultural Transmission in the Manufacture of Projectile Points: Implications for the Early Settlement of the Argentine Puna. *Southbound: Late Pleistocene peopling of Latin America*: 69-74.
- KOCH, J. y R. KILIAN. 2005. "Little Ice Age" glacier fluctuations, Gran Campo Nevado, southernmost Chile. *Holocene* 15:20-28.
- KANIEWSKI, D.E.; E. VAN CAMPO; H. PAULISSEN; E. WEISS; C.D. BAKKER; I. ROSSIGNOL I. y K. VAN LERBERGHE. 2011. The medieval climate anomaly and the little Ice Age in coastal Syria inferred from pollen-derived palaeoclimatic patterns. *Global and Planetary Change* 78:178-187
- LIU, K.B.; A.R. CARL y L.G. THOMPSON. 2005. Ice-core pollen record of climatic changes in the central Andes during the last 400 yr. *Quaternary Research* 64:272-278.
- LUPO, L.C. 1998. *Estudio sobre la lluvia polínica actual y la evolución del paisaje a través*

- de la vegetación durante el Holoceno en la cuenca del río Yavi. Borde Oriental de la Puna, Noroeste Argentino.* Tesis Doctoral, Fakultat fur Geschichts-und Geowissenschaften Universität Bamberg. Bamberg, Alemania.
- LUPO, L.C.; M.R. MORALES; H.D. YACOBACCIO; A. MALDONADO y M. GROSJEAN 2007. Cambios ambientales en la Puna jujeña durante los últimos 1200 años: explorando su impacto en la economía pastoril. *Número Especial de la Revista Pacarina, Resúmenes ampliados del XVI CNAA*, Tomo III:151-156.
- MAUQUOY, D.; M. BLAAUW; B. VAN GEEL; A. BORROMEI; M. QUATTROCCHIO; F.M. CHAMBERS y G. POSSNERT. 2004. Late Holocene climatic changes in Tierra del Fuego based on multi-proxy analyses of peat deposits. *Quaternary Research* 61(2):148-158.
- MARKGRAF, V. y H.L. D'ANTONI. 1978. *Pollen flora of Argentina. Modern spore and pollen types of Pteridophyta, Gimnospermae and Angiospermae.* The University of Arizona Press, Tucson.
- MASIOKAS, M.H.; R. VILLALBA; D. TROMBOTTO; S. DELGADO; B. LUCKMAN; A. RIPALTA y J. HERNÁNDEZ. 2001. *Dendrogeomorphological reconstruction of glacier variations in Northern Patagonia during the past 1000 years*, editado por M. Kaennel Dobbertin y O.U. Bräker, p. 177. International Conference on Tree Rings and People, Abstracts, Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf, Switzerland.
- MASIOKAS, M.H.; B.H. LUCKMAN; R. VILLALBA; S. DELGADO; P. SKVARCA y A. RIPALTA. 2009. Little Ice Age fluctuations of small glaciers in the Monte Fitz Roy and Lago del Desierto areas, south Patagonian Andes, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281(3-4):351-362.
- MORALES, M.R. 2004. *Casi Invisibles. Diatomeas, ambientes locales y estrategias cazadoras-recolectoras durante la primera mitad del Holoceno en la Puna desértica.* Tesis de Licenciatura. Facultad de filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina
- MORALES, M.R. 2011. *Arqueología ambiental del Holoceno temprano y medio en la Puna Seca Argentina. Modelos paleoambientales multi-escalas y sus implicancias para la Arqueología de cazadores-recolectores.* *British Archaeological Reports*, South American Archaeology Series, vol. 15. Archaeopress, Oxford.
- MORALES, M.; R. BARBERENA; J.B. BELARDI; L. BORRERO; V. CORTEGOSO; V. DURÁN; A. GUERCI; R. GOÑI; A. GIL; G. NEME; H.D. YACOBACCIO y M. ZÁRATE. 2010. Reviewing human-environment interactions in arid regions of southern South America during the past 3000 years more. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281:283-295
- NULLO, F.E. 1998. *Descripción geológica de la Hoja 4 a-b, Susques, provincia de Jujuy.* SEGEMAR, Buenos Aires. Manuscrito.
- OLIVERA, D.E. 1997. La importancia del recurso Camelidae en la Puna de Atacama entre los 10.000 y 500 años A.P. *Estudios Atacameños* 14:29-41
- OXMAN, B.I. 2010. *Una perspectiva paleoecológica de las primeras ocupaciones de la Puna Seca Argentina: análisis polínico de perfiles naturales holocenitos en el Dpto, de Susques Pcia de Jujuy.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- PEREYRA, F. y ROVERANO, D. 2008. Glaciares de roca fósiles y otras formas criogénicas en San Carlos de Bariloche, Río Negro. *Actas del 17º Congreso Geológico Argentino.* pp. 886-887, Jujuy.

- RABASSA, J.; A. CORONATO; G. BUJALESKY; M. SALEMME; C. ROIG; A. MEGLIOLI; C. HEUSSER; S. GORDILLO; F. ROIG; A. BORROMEI y M. QUATTROCCHIO. 2000. Quaternary of Tierra del Fuego, southernmost South America: an updated review. *Quaternary International* 68-71:217-240.
- RABATEL, A.; V. JOMELLI; P. NAVEAU; B. FRANCOU y D. GRANCHER. 2005. Dating of Little Ice Age glacier fluctuations in the tropical Andes: Charquini glaciers, Bolivia, 16°S. *Comptes Rendus Geosciences* 337(15):1311-1322.
- RABATEL, A. ; B. FRANCOU; V. JOMELLI; P. NAVEAU y D. GRANCHER. 2008. A chronology of the Little Ice Age in the tropical Andes of Bolivia (16°S) and its implications for climate reconstruction. *Quaternary Research* 70(2):198-212.
- SALVARREDY-ARANGUREN, M.M; A. PROBST y M. ROULET. 2009. Evidencias sedimentarias y geoquímicas de la pequeña edad de hielo en el lago Milluni Grande del Altiplano boliviano. *Revista Asociación Geológica Argentina* 65(4):660-673.
- SOLÁ, P. 2007. La cerámica utilitaria de grupos pastoriles en Susques (Puna argentina). En *Cerámicas arqueológicas. Perspectivas arqueométricas para su análisis e interpretación*, editado por M. B. Cremonte y N. Ratto. pp. 73-95. EdUNJu, Jujuy.
- SOLÁ, P. 2011. Tiestos trazadores de cerámica exótica en sitios tardíos de los alrededores de Susques (Jujuy, Puna argentina). *Intersecciones en Antropología* 12:177-194.
- VILLALBA, R. 1990. Climatic fluctuations in northern Patagonia during the last 1000 years as inferred from tree-ring records. *Quaternary Research* 34:346-360.
- TCHILINGUIRIAN, P. 2009. *Paleoambientes holocenos en la Puna Austral, Provincia de Catamarca (27°S): implicancias geoarqueológicas*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- TCHILINGUIRIAN, P.; D. OLIVERA y L. GRANA. 2008. Expansiones y retrocesos de humedales de altura durante el Holoceno, Puna Austral Argentina: Implicancias Ambientales. *Actas del 17º Congreso Geológico Argentino*. pp. 729-730, Jujuy.
- TCHILINGUIRIAN, P. y D. OLIVERA. En prensa. Agricultura, ambiente y sustentabilidad agrícola en el desierto: el caso Antofagasta de la Sierra (Puna argentina, 26° S). En *Agricultura y Desierto*, editado por A. Korstanje y M. Quesada.
- TCHILINGUIRIAN, P.; M.R. MORALES; B. OXMAN; L.C. LUPO; D.E. OLIVERA y H.D. YACOBACCIO. En prensa. Early to Middle Holocene transition in the Pastos Chicos record, dry Puna of Argentina. *Quaternary International*.
- THOMPSON, L.; M. DAVIS; E. MOSLEY-THOMPSON; T.A. SOWER; K. HENDERSON ;V.S. ZAGORODNOV; P.N. LIN; V.N. MIKHALENKO; R.K. CAMPEN; J.F. BOLZAN; B. FRANOU y J. COLE-DAI. 1998. A 25,000-year tropical climate history from bolivian ice cores. *Science* 282:1858-1864.
- THOMPSON, L.G.; E. MOSLEY-THOMPSON; W. DANSGAARD y P.M. GOOTES. 1986. The Little Ice Age as recorded in the stratigraphy of the tropical Quelccaya Ice Cap. *Science* 234:361-364.
- THOMPSON, L.G. 2000. Ice core evidence for climate change in the tropics: implications for our future, *Quaternary Science Reviews* 19:19-35.
- THOMPSON, L.G.; M. DAVIS; E. MOSLEY-THOMPSON; T.A. SOWERS; K.A. HENDERSON; V.S. ZAGORODNOV; P.N. LIN; V.N. MIKHALENKO; R.K. CAMPEN; J.F. BOLZAN y J.A. COLE-DAI. 1998. 25,000 Year tropical climate history from Bolivian ice cores, *Science* 282:1858-1864.
- THOMPSON, L.G.; E. MOSLEY-THOMPSON; J.F. BOLZAN y B.R. KOCL. 1985. A-1500 year record of tropical precipitation recorded in ice cores from the Quelccaya ice cap,

- Peru, *Science* 229:971-973.
- THOMPSON, L.G.; E. MOSLEY-THOMPSON; M.E. DAVIS; P.N. LIN; K.A. HENDERSON; J. COLE-DAI; J.F. BOLZAN y K.B. LIU. 1995. Late glacial stage and Holocene tropical ice core records from Huascarán, Peru, *Science* 269:46-50.
- VALERO-GARCÉS, B.L.; A. DELGADO-HUERTAS; A. NAVAS; L. EDWARDS; A. SCHWALB y N. RATTO. 2003. Patterns of regional hydrological variability in central-southern Altiplano (18°-26°S) lakes during the last 500 years. Late-quaternary paleoclimates of the southern tropical Andes and adjacent regions, *Palaeogeography, Palaeo-climatology, Palaeoecology* 194(1-3):319-338.
- VUILLE, M. y F. KEIMIG. 2004. Interannual variability of summertime convective cloudiness and precipitation in the Central Andes derived from ISCCP-B3 data. *Journal of Climate* 17:3334-3348.
- VUILLE, M.; B. FRANCOU; P. WAGNON; I. JUEN; G. KASER; B.G. MARK y R.S. BRADLEY. 2008. Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. *Earth-Science Reviews* 89(3-4):79-96.
- WHEELER, J.C. 1982. Aging Llamas and Alpacas by their Teeth. *Llama Word* 1:12-17
- YACOBACCIO, H.D. 1994. Biomasa animal y consumo en el Pleistoceno-Holoceno Surandino. *Arqueología* 4:43-71.
- YACOBACCIO, H.D.; C.M. MADERO; M.P. MALMIERCA y M.C. REIGADAS. 1997-1998 Caza, domesticación y pastoreo de camélidos en la Puna Argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XII-XIII:389-418.
- YACOBACCIO H.D.; P.S. ESCOLA; F.X. PEREYRA; M. LAZZARI y M.D. GLASCOCK. 2004. Quest for ancient routes: obsidian sourcing research in Northwestern Argentina. *Journal of Archaeological Science* 31:193-204.
- YACOBACCIO, H.D. y M. MORALES. 2005. Mid-Holocene environment and human occupation of the Puna (Susques, Argentina). *Quaternary International* 132:5-14.