

CONDICIONES AMBIENTALES Y OCUPACIONES HUMANAS EN LA QUEBRADA DE INCA CUEVA DURANTE EL HOLOCENO MEDIO

Malena Pirola¹, Marcelo R. Morales² y Hugo D. Yacobaccio³

RESUMEN

Tradicionalmente, se consideró que la marcada aridez regional que caracterizó al Holoceno Medio en los Andes Tropicales habría generado el abandono de la región por parte de los grupos humanos. Sin embargo, la evidencia paleoambiental obtenida en algunas localidades indica que el período presentó una elevada heterogeneidad temporal y espacial que habría hecho posible sostener la ocupación humana del área. De igual modo, en años recientes se ha incrementado la señal arqueológica para el período en la Puna argentina y chilena. Dada la nueva evidencia disponible, resulta imprescindible comprender y modelar la variabilidad espacio-temporal de la estructura de recursos disponibles para abordar el estudio de las relaciones entre las condiciones ambientales y los patrones organizativos de los grupos humanos que habitaron la Puna a lo largo del Holoceno.

En este trabajo presentamos los primeros resultados paleoambientales obtenidos de una secuencia sedimentaria ubicada en la Quebrada de Inca Cueva, en la Puna de Jujuy, a partir del análisis del contenido de materia orgánica y carbonatos en sedimentos en 65 muestras que abarcan un rango temporal de *ca.* 1300 años (7000 – 5700 años AP). A su vez, esta información nos impulsó a reevaluar el registro arqueológico del Holoceno Medio en sitios cercanos *-i.e.* Inca Cueva Cueva 1, 4 y 7, Alero Pintoscayoc 1 y Alero Tomayoc. Los resultados apuntan a que la quebrada de Inca Cueva habría exhibido las características de un humedal productivo relativamente estable en el lapso temporal analizado. Dichas características resultan coherentes con la evidencia arqueológica, la cual indica que la quebrada presentó diversas y dilatadas ocupaciones humanas durante gran parte del Holoceno Medio. Esto nos permite postular a modo de hipótesis que Inca Cueva pudo haber funcionado como una localidad “resiliente”, manifestando un potencial elevado para la ocupación y explotación humana, aún en momentos hiper-áridos del Holoceno.

PALABRAS CLAVE: Arqueología ambiental, materia orgánica, carbonatos, Puna de Jujuy, Inca Cueva

ABSTRACT

Traditionally, the regional aridity that characterized the Mid-Holocene across the Tropical Andes was considered to have triggered the human abandonment of the region. However, paleoenvironmental evidence recovered in some localities indicates that the period presented a high temporal and spatial heterogeneity that would have enabled human occupation of the area. Similarly, in recent years the archaeological signal for the period in the Puna Argentina and Chile has increased significantly. In view of the new evidence available, it is essential to understand and model the spatio-temporal variability of

¹ CONICET – Instituto de Arqueología, FFyL, Universidad de Buenos Aires. malenapirola@gmail.com. 25 de Mayo 221 3° piso, (C1002ABE) CABA.

² CONICET – Instituto de Biodiversidad y Biología Experimental y Aplicada (CONICET-UBA), FCEN, Universidad de Buenos Aires. marcelomoralesarq@gmail.com. Intendente Güiraldes 2160, Pab. 2, 4° piso, Lab. 15 (C1428EGA) CABA.

³ CONICET – Instituto de Arqueología, FFyL, Universidad de Buenos Aires. hdyacobaccio@gmail.com. 25 de Mayo 221 3° piso, (C1002ABE) CABA.

past resource structure during this period, in order to fully understand the links between environmental conditions and organizational patterns of human groups that inhabited the Puna.

In this paper, we present the first paleoenvironmental results obtained from the study of a sedimentary sequence located in the Quebrada de Inca Cueva (Puna de Jujuy), through the analysis of organic matter and carbonate content in 65 sediment samples, spanning ca. 1300 years (7000-5700 years BP). This information compelled us to reassess of the archaeological record from the Mid-Holocene in nearby -ie Inca Cave 1, 4 and 7, Alero Pintoscayoc 1, and Alero Tomayoc. The results suggest that Inca Cueva could have been a relatively stable and productive wetland during the analyzed period. These characteristics are consistent with the archaeological evidence, which indicates that the area presented diverse and persistent human occupations during much of the Mid-Holocene. This allows us to hypothesize that Inca Cueva may have functioned as a "resilient" locality, showing a high potential for human occupation and exploitation, even in hyper-arid periods within the Holocene.

KEYWORDS: Environmental archaeology, organic matter, carbonates, Puna of Jujuy, Inca Cueva

Manuscrito recibido: 15 de junio de 2015.

Aceptado para su publicación: 15 de setiembre de 2015.

INTRODUCCIÓN

Las características ambientales del Holoceno Medio (8000-3500 años AP) han sido objeto de controversia durante casi dos décadas (Grosjean 2001; Grosjean *et al.* 2003; Latorre *et al.* 2003; Latorre *et al.* 2006; Tchilinguirian y Morales 2013), aunque en la actualidad hay consenso en admitir que se trató de un período de marcada aridez. No obstante, también debemos aceptar que este lapso presenta tanta variabilidad espacio-temporal en sus características ambientales que resulta difícil considerarlo un único período homogéneo. Por ejemplo, las características ambientales durante los primeros 2000 años (*i.e.* 8000-6000 años AP) resultan más variables y en general parecen asociadas a ambientes transicionales más húmedos que el lapso posterior al 6000 AP (Morales 2011). Esto puede apreciarse en que distintos registros ilustran una marcada complejidad en lo que hace a la heterogeneidad espacial de las señales registradas en escalas micro y mesorregionales (*sensu* Dincauze 2000) en distintas áreas de la región chilena de Atacama y en la Puna Argentina (ver revisión de Tchilinguirian y Morales 2013).

Por esta razón el esquema tradicional que ubicaba a la aridez del Holoceno Medio como catal-

izador para ambas vertientes de la Puna del despo- blamiento de la región y un consecuente "silencio arqueológico" (Núñez y Santoro 1988) -o ausencia de ocupaciones arqueológicamente visibles- resulta actualmente inapropiado. Esta afirmación se sustenta en el creciente cuerpo de evidencias sobre la existencia de sitios arqueológicos fechados dentro del Holoceno Medio en diferentes áreas de ambas vertientes de los Andes (Aschero y Podestá 1986; Aschero y Hocsman 2011; Hernández Llo- sas 2000; López 2008; Morales 2011; Núñez *et al.* 2005; Pintar 2009; Yacobaccio *et al.* 2007).

La amplia heterogeneidad espacial -en cuanto a las características paleoambientales de este período debió presentar restricciones, pero también oportunidades, para la organización de los cazadores-recolectores que habitaron la región. Estas modificaciones parecerían estar cronológicamente vinculadas a cambios organizacionales altamente significativos, como aquellos relacionados a la movilidad residencial y al proceso de domesticación animal (Grosjean y Núñez 1994; Morales 2011; Núñez y Santoro 1988; Olivera y Tchilinguirian 2006; Yacobaccio 2004). Asimismo, algunos de los estudios paleoambientales realizados en la Puna permiten sostener que en las

localidades donde se ubican algunos de los sitios con fechados del Holoceno Medio se habrían dado condiciones especialmente favorables para la ocupación humana (Núñez y Grosjean 1994; Pintar 2009; Yacobaccio 1994).

En este trabajo presentamos los primeros resultados paleoambientales obtenidos de una secuencia sedimentaria ubicada en la confluencia de la quebrada de Inca Cueva y el río Azul Pampa, en la Puna de Jujuy, a partir del análisis del contenido de materia orgánica y carbonatos en sedimentos. Consideramos que los resultados aquí presentados permiten comenzar a reconsiderar y reinterpretar algunas de las evidencias arqueológicas procedentes de los sitios cercanos *-i.e.* Inca Cueva 1, Inca Cueva 4, Inca Cueva 7 y Pintoscayoc 1- en lo que hace a la dinámica y características de las ocupaciones humanas en esta localidad durante el Holoceno Medio. Además, los resultados obtenidos en la localidad de Inca Cueva aportan nueva información a un proyecto más amplio que apunta a comprender y modelar las relaciones entre las condiciones ambientales y los patrones organizativos de los grupos humanos que habitaron la Puna a lo largo del Holoceno (*e.g.* Morales *et al.* 2009; Morales 2011; Samec *et al.* 2014; Tchilinguirian y Morales 2013; Tchilinguirian *et al.* 2014b; Yacobaccio y Morales 2005; Yacobaccio y Morales 2014).

ÁREA DE ESTUDIO

La Puna de Argentina comprende el sector oriental de la Puna de Atacama, las tierras altas áridas del segmento tropical de la Cordillera de los Andes, situadas entre los 19° y 29° S y en el rango altitudinal entre 3000 y 4500 msnm. Éste área se clasifica como un bioma de desierto de altura y se encuentra surcada por cordones montañosos de dirección NE-SW. Las características ambientales dominantes de éste área son una alta radiación solar y gran amplitud térmica diaria, una estacionalidad marcada (el 80% de las precipitaciones anuales ocurren en los meses de verano) y fuerte variabilidad interanual en las precipitaciones, las cuales se encuentran gobernadas por el Sistema Monzónico Sudamericano (Vuille y Keimig 2004; Zhou y Lau 1998), lo que genera un paisaje hídrico

pobre, dominado por cursos fluviales efímeros, unos pocos ríos permanentes, salinas, salares y lagunas someras. Además, existen gradientes altitudinales y latitudinales en las precipitaciones. En términos generales, las zonas más altas reciben mayores precipitaciones que las tierras más bajas. A su vez, el sector NW de la Puna Argentina (Puna Seca) recibe más de 300 mm/año de precipitaciones anuales, mientras que el sector SE (Puna Salada) recibe menos de 100 mm/año.

Desde un punto de vista fitogeográfico, en la Puna Seca se han descrito dos grandes tipos de comunidad vegetal (Arzamendia *et al.* 2006; Borgia *et al.* 2006; Cabrera 1976): 1) el Tolar, ubicado entre los 3500 y 3900 msnm (estepa arbustiva dominada por especies de las Familias Compositae y Solanaceae y una baja proporción de herbáceas) y 2) el Pastizal Altoandino, ubicado entre los 4100 y 4700 msnm (estepa herbácea en la que predominan *Festuca spp.*, *Poa spp.* y *Stipa spp.*). Entre los 3900 y 4100 msnm, se encuentran franjas ecotonales compuestas por comunidades vegetales mixtas *-i.e.* comunidades intermedias entre aquellas propias del tolar y el pajonal. Además de estas fajas, existe un grupo de comunidades que se registra a lo largo de todo el gradiente altitudinal -aunque con características particulares en cada cota- vinculadas a la presencia de vertientes y cursos de agua superficiales: las vegas.

Las vegas son pastizales de alta cobertura (>70%) y elevada productividad, discretos en el espacio, fuertemente asociados a sistemas hídricos estables (Squeo *et al.* 1993; Squeo *et al.* 1994) o vertientes. Las vegas cumplen un papel central en la hidrología de la Puna ya que son los únicos lugares en donde se da un desarrollo significativo de suelos (Squeo *et al.* 1993) con un alto contenido de materia orgánica, asociados a rasgos hidromórficos (*i.e.* turberas) (Borgia *et al.* 2006). Si bien la cobertura vegetal y rasgos generales de las vegas están influidas por varios factores ecológicos, Schittek y colaboradores (2008) han postulado que las características de las vegas puneñas son determinadas básicamente por las características del área de captación hidrológica (*i.e.* extensión, estabilidad del suministro de agua, ubicación, etc.) y el grado de exposición e inclinación de la pen-

diente (*i.e.* que determina irradiación solar y equilibrio hídrico).

CONDICIONES PALEOAMBIENTALES DE LA PUNA DURANTE EL HOLOCENO MEDIO

Si bien la mayor parte de los estudios paleoambientales coinciden en sugerir que el Holoceno Temprano (10000-8000 años AP) en los Andes habría tenido condiciones más frías y estables y una estacionalidad menos marcada que en la actualidad (Bradbury *et al.* 2001; Ramírez *et al.* 2003; Thompson *et al.* 1995; Thompson *et al.* 1998; Thompson *et al.* 2000), las características paleoambientales del Holoceno Medio (8000-3500 años AP) son aún objeto de debate (Grosjean 2001; Grosjean *et al.* 2003; Latorre *et al.* 2003; Latorre *et al.* 2006). Así, mientras que algunos autores proveen evidencia de que las condiciones de humedad habrían sido mayores que las actuales (Betancourt *et al.* 2000; Latorre *et al.* 2002; Latorre *et al.* 2003; Rech *et al.* 2003), otros consideramos que es mucho más abundante y sólida la evidencia a favor del escenario opuesto (Tchilinguirian y Morales 2013) que permite sostener que la parte sur de los Andes Tropicales sufrió un proceso de progresiva aridización de escala regional y condiciones de estrés hídrico a lo largo del Holoceno Medio. Estas condiciones se tradujeron en procesos de pérdida y fragmentación del hábitat (Samec *et al.* 2014). Además, diferentes trabajos sostienen que el Holoceno Medio fue un período cálido, de creciente estacionalidad en las precipitaciones y con una fuerte heterogeneidad interna, registrada en episodios reiterados de desecación total de lagos (Bradbury *et al.* 2001; Geyh *et al.* 1999), desaparición de humedales y desplazamiento vertical de la estepa herbácea hacia altitudes mayores a 4000 msnm (Tchilinguirian y Morales 2013). Esta heterogeneidad se manifiesta a través de una alta variabilidad espacio-temporal en la disponibilidad de humedad que permitió el desarrollo de numerosos ambientes altamente productivos en localidades particulares, enmarcados en un ambiente extremadamente árido.

Asimismo, la evidencia permite distinguir dos “fases” ambientales durante el Holoceno Medio, la primera entre 8000 y 6000 AP, caracterizada como

transicional y variable, entre las condiciones más frías y húmedas del Holoceno Temprano y las más áridas, cálidas y estables del Holoceno Medio más tardío (post 6000 AP, segunda fase). Durante la primera fase, varias localidades pudieron retener sus rasgos de humedal, probablemente en relación a los altos niveles de freáticas alcanzados durante el Holoceno Temprano, hasta por lo menos el 7000 AP (Grosjean 2001; Morales 2011; Servant y Servant-Vildary 2003; Tchilinguirian 2009; Tchilinguirian *et al.* 2014a; Yacobaccio y Morales 2005). La segunda fase del Holoceno Medio (6000 – 3500 años AP) fue, en cambio, un período de extrema aridez regional. Hacia los 6200 AP, estas áreas y las laderas orientales de los Andes presentaron una interrupción más o menos sincrónica en la disponibilidad de humedad y un evento de desecación severa hacia los 5000 AP, mientras que en las tierras más bajas andinas se dio un aumento de la humedad. Este patrón es coherente con el establecimiento de los primeros eventos ENSO (El Niño/Oscilación del Sur) (Riedinger *et al.* 2002; Veit 1996; Villagrán 1993).

A pesar de la aridez regional descrita para el período, tanto la evidencia paleoambiental como arqueológica es coherente con la persistencia de “refugios ecológicos” (*sensu* Grosjean y Núñez, 1994), en donde la presencia de cursos de agua permanentes o vertientes puntuales habrían asegurado la estabilidad local de los recursos -o una ralentización del proceso de aridización local- generando condiciones favorables para la habitación/explotación humana durante el Holoceno Medio (Grosjean *et al.* 2005; Morales 2011; Núñez y Santoro 1988; Núñez y Grosjean 1994; Olivera y Tchilinguirian 2006; Yacobaccio y Morales 2005). Asimismo, existen indicadores de ambientes húmedos en ambas vertientes de la Puna, aún en el período de mayor aridez (6000-3500 AP). En este lapso, se ha detectado la formación episódica de cuerpos de agua y/o desarrollo de suelos en diversas localidades de la Puna Argentina, tales como Alto Tocomar (Morales y Schitteck 2008; Morales 2011) y Perfil Ramadas Norte (Morales 2004) en Salta, Quebrada de las Papas, en Fiambalá (Ratto *et al.* 2008) y Río Mirihuaca (Grana y Morales 2005) en Antofagasta de la Sierra, ambas en Cat-

amarca. En general, estos puntos del paisaje podrían ser denominados “localidades resilientes” y corresponden a vegas de altura (*i.e.* > 4000 msnm) o a vegas y humedales de las planicies aluviales de actuales cauces permanentes (Morales 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

EL PERFIL INCA CUEVA

En este trabajo presentamos los resultados del análisis del contenido de materia orgánica (%MO) y carbonatos (%Cto) de sedimento del segmento inferior (de 640 cm de altura, Alounidad A) del Perfil Inca Cueva, Dpto. Humahuaca, Provincia de Jujuy (W 65° 28' 1,5"; S 22° 58' 43,4", 3563 msnm) (Figura 1). Dicho perfil corresponde a una terraza fluvial excavada por el río Azul Pampa -tributario del Río Grande en su nacimiento - y se ubica en la confluencia de éste y la quebrada de Inca

Cueva. El área de captación hídrica del Perfil Inca Cueva (381 km²) indica que las señales ambientales detectadas en sus depósitos presentan una cobertura espacial extensa y resultan representativas para el sector este de las cuencas de Pozuelos y Guayatayoc-Salinas Grandes, extendiéndose hacia el norte hasta las inmediaciones de la localidad de Abra Pampa. Desde un punto de vista fitogeográfico, el área de Inca Cueva pertenece a las formaciones vegetales de Matorral y Bosquecillo de Queñoa y vegetación compleja de los afloramientos rocosos, incluidos en la denominada “Provincia Puneña” (Ruthsatz y Movia 1975).

Hasta el momento sólo contamos con descripciones preliminares de los sedimentos del perfil, constituidos mayoritariamente por granulometrías finas (limo-arcillosas), generalmente formando depósitos laminados, de colores predominantemente grises, e intercalados con facies que pre-

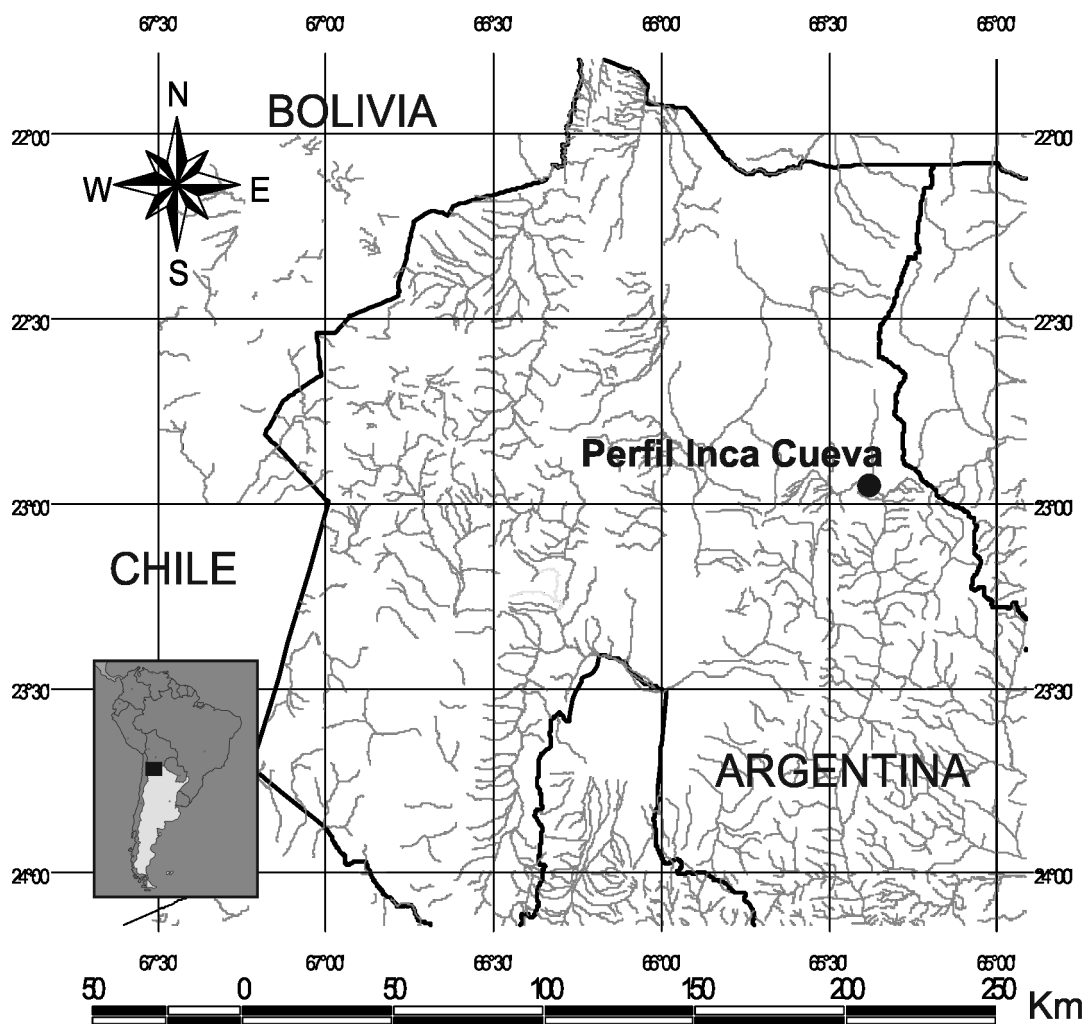


Figura 1. Ubicación geográfica del Perfil Inca Cueva (PIC).

sentan gastrópodos y macrorrestos vegetales y/o arenas. Estos han sido asignados preliminarmente

y por observación macroscópica de los sedimentos a tres Alofacies (A1, A2 y A3) (Figura 2). De este

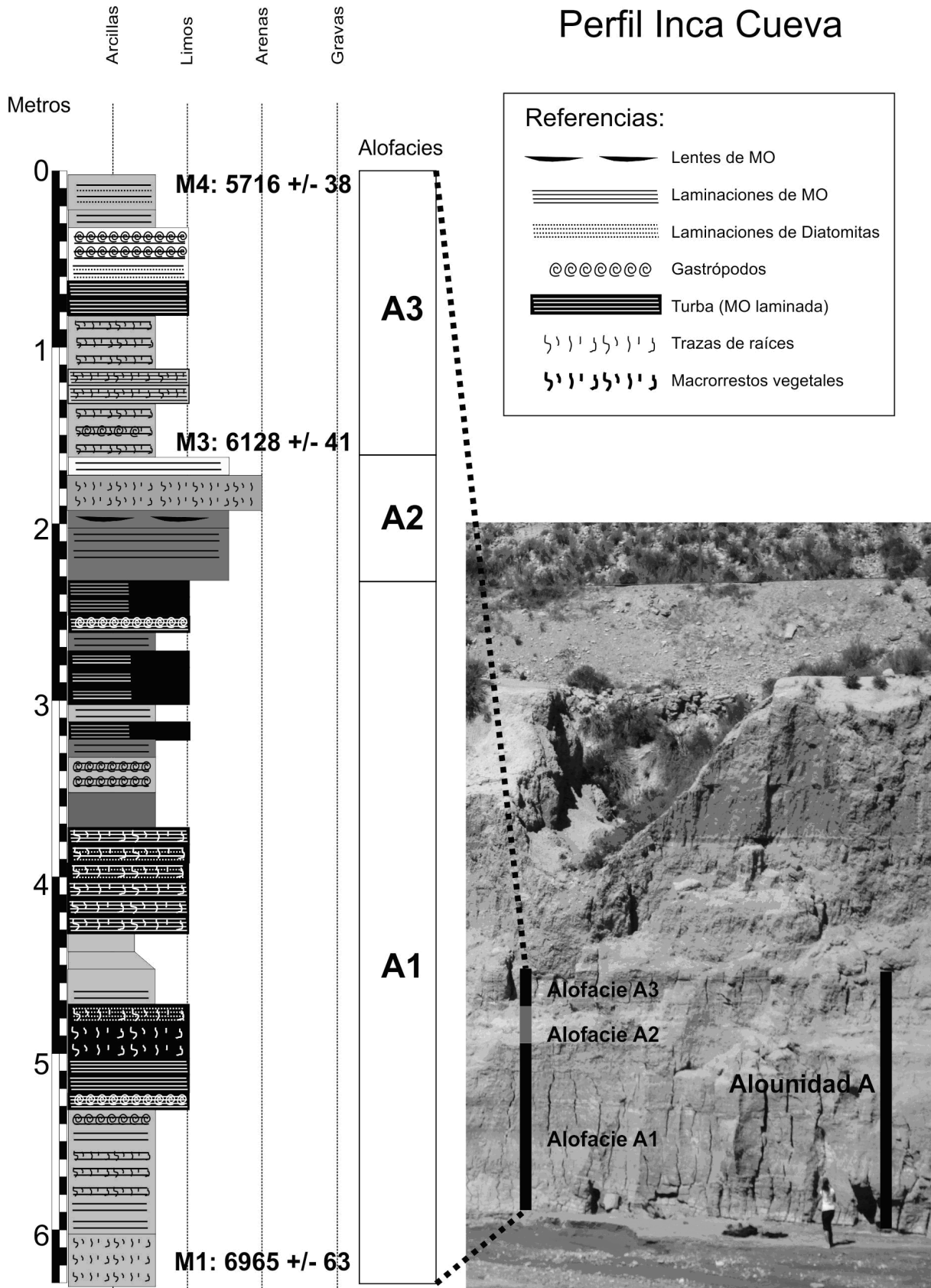


Figura 2. Esquema del perfil PIC indicando las Alofacies identificadas, cronología y características sedimentarias.

segmento se extrajeron 65 muestras a intervalos de 10 cm, que constituyen el objeto del presente estudio.

Asimismo, se obtuvieron tres fechas por el método AMS (Tabla 1) que han permitido asignar cronología absoluta a cada una de las 65 muestras analizadas, mediante un modelo de edad-profundidad por interpolación lineal (Bennett 1994) utilizando el programa Clam v. 2.2 (Blaauw 2010) corrido sobre el software R v. 3.1.3. El modelo permitió ubicar cronológicamente el segmento estudiado del perfil en el intervalo de 7798 – 6509 años cal. AP (7000 a 5700 años ^{14}C AP) (ver Tabla 2) y determinar unas tasas de sedimentación de 1,53 y 4,37 años/cm para la primera y segunda sección respectivamente.

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA Y CARBONATOS

El análisis de contenido de materia orgánica (%MO) y carbonato (%Cto) en sedimentos ha sido escasamente aplicado en estudios paleoambientales en la Puna Argentina (McGlue *et al.* 2012; Moreno *et al.* 2007; Pueyo *et al.* 2011; Valero-Garcés *et al.* 2000; Valero-Garcés *et al.* 2003) pero tienen una probada utilidad como *proxy* para la estimación de variables ambientales (Abbott *et al.* 1997; Abbott *et al.* 2003; Meyers y Teranes 2001; Rodbell *et al.* 1999).

El método seleccionado para determinar %MO y %Cto en las muestras fue el de pérdida por combustión (*i.e.* *Loss on Ignition* o LOI). En este método se pesan las muestras antes y después de dos combustiones sucesivas a temperaturas que eliminan la materia orgánica (MO), primero, y carbonatos (Cto), después. La pérdida relativa de masa sufrida por la muestra en cada combustión representa la proporción de MO y Cto que contenía la muestra original. Las temperaturas de combustión (390°C y 950°C) y tiempos de exposición

(mayor a 12 hs) fueron seleccionados para optimizar la confiabilidad de los resultados, siguiendo el método de Dean (1974) modificado para atender a los comentarios de Heiri y colaboradores (2001) y Schumacher (2002) (ver detalle del método analítico en Pirola 2014). De este modo, se obtuvieron valores de %MO y %Cto para cada una de las 65 muestras del Perfil Inca Cueva.

Consideramos que una aproximación estadística adecuada resulta de la comparación de los resultados tanto con los valores medios de cada serie, para luego observar cualitativamente si existe algún patrón temporal en las distancias de los valores con respecto a dichas medias. Se han considerado valores anómalos aquellos que se ubican a más o menos de un desvío estándar de la media y como valores extremos los que se encuentran por debajo o por encima de dos desvíos estándar de la media. En este contexto, los valores anómalos y extremos se entienden como indicativos de condiciones ambientales particulares, y no como criterios de exclusión de la muestra.

En los contextos ambientales bajo estudio, la materia orgánica recuperada en sedimentos es producida principalmente por vegetales, tanto acuáticos como terrestres, que crecen en o alrededor de humedales. Por lo tanto, el %MO constituye un indicador directo de productividad primaria para el humedal en cuestión y su área inmediata (Meyers y Teranes 2001; Meyers 2003), permitiendo inferir, consecuentemente, la disponibilidad y productividad de otros niveles tróficos, así como el estado relativo de variables como la temperatura y humedad.

El %Cto está vinculado principalmente a la precipitación de carbonatos, siendo la fotosíntesis de vegetales acuáticos y la reducción de la concentración de agua (*i.e.* equilibrio hídrico negativo) los dos desencadenantes más frecuentes de

Código de laboratorio	Muestra	Profundidad (cm)	Edad ^{14}C (años AP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Material	Edad calibrada 1σ (años Cal AP)
AA88354	PIC M4	0	5716 ± 38	-26,7	Turba	6413 - 6569
AA94573	PIC M3	120	6128 ± 41	-26,1	Turba	6926 - 7159
AA88353	PIC M1	620	6965 ± 63	-26,8	Turba	7682 - 7882

Tabla 1. Dataciones por AMS de PIC. La calibración se realizó con la curva IntCal 13 (Reimer *et al.* 2013).

CONDICIONES AMBIENTALES Y OCUPACIONES HUMANAS EN LA QUEBRADA DE INCA CUEVA DURANTE EL
HOLOCENO MEDIO

Número de Muestra	Profundidad (cm)	% MO	% Cto.	Años ¹⁴ C AP (modelo)	Años Cal AP (modelo)
M64	80	3.08%	4.50%	5716	6509
M63	90	5.42%	6.05%	5750	6553
M62	100	11.63%	7.20%	5785	6597
M61	110	3.39%	6.28%	5819	6641
M60	120	4.65%	9.10%	5853	6684
M59	130	9.76%	5.48%	5888	6728
M58	140	18.12%	6.98%	5922	6772
M57	150	32.25%	5.80%	5956	6816
M56	160	11.52%	9.24%	5991	6859
M55	170	5.32%	7.21%	6025	6903
M54	180	4.22%	6.74%	6059	6947
M53	190	5.12%	6.78%	6094	6990
M52	200	6.54%	7.28%	6128	7034
M51	210	7.83%	7.85%	6145	7048
M50	220	5.94%	9.52%	6161	7064
M49	230	3.09%	6.45%	6178	7079
M48	240	1.42%	3.25%	6195	7094
M47	250	1.54%	3.64%	6212	7110
M46	260	1.98%	2.18%	6228	7125
M45	270	1.45%	2.54%	6245	7140
M44	280	4.52%	5.40%	6262	7155
M43	290	1.69%	5.05%	6279	7171
M42	300	3.62%	5.78%	6295	7186
M41	310	0.95%	3.70%	6312	7201
M40	320	2.72%	6.54%	6329	7217
M39	330	3.91%	9.70%	6346	7232
M38	340	3.72%	6.50%	6362	7247
M37	350	3.59%	8.17%	6379	7263
M36	360	4.11%	7.13%	6396	7278
M35	370	2.77%	6.82%	6413	7293
M34	380	3.21%	6.63%	6429	7308
M33	390	3.75%	7.25%	6446	7324
M32	400	3.56%	6.24%	6463	7339
M31	410	2.68%	5.83%	6480	7354
M30	420	6.05%	6.27%	6496	7370
M29	430	7.50%	6.22%	6513	7385
M28	440	5.77%	6.41%	6530	7400
M27	450	7.46%	6.95%	6547	7416
M26	460	5.52%	6.04%	6563	7431
M25	470	6.12%	8.35%	6580	7446
M24	480	15.67%	7.86%	6597	7461
M23	490	25.25%	6.80%	6613	7477
M22	500	28.51%	5.20%	6630	7492
M21	510	7.12%	7.19%	6647	7507
M20	520	3.93%	9.23%	6664	7523
M19	530	4.20%	6.32%	6680	7538
M18	540	4.54%	5.95%	6697	7553
M17	550	5.60%	5.76%	6714	7569
M16	560	7.22%	6.09%	6731	7584
M15	570	9.21%	6.78%	6747	7599
M14	580	7.25%	6.58%	6764	7614
M13	590	7.03%	7.21%	6781	7630
M12	600	4.29%	6.52%	6798	7645
M11	610	7.18%	10.18%	6814	7660
M10	620	8.85%	7.75%	6831	7676
M9	630	7.68%	8.24%	6848	7691
M8	640	6.87%	8.98%	6865	7706
M7	650	8.14%	9.18%	6881	7722
M6	660	7.30%	7.75%	6898	7737
M5	670	5.00%	7.42%	6915	7752
M4	680	4.86%	7.23%	6932	7767
M3	690	6.02%	12.04%	6948	7783
M2	700	5.30%	7.75%	6965	7798
M1	710	5.73%	7.76%	6982	7813
M0	720	3.97%	7.49%	6998	7829

Tabla 2. Valores de %MO y %Cto de PIC en función de la edad modelada para cada muestra. Las tres fechas radiocarbónicas que se usaron como referencia para elaborar el modelo de edad-profundidad se encuentran resaltadas en negrita.

este proceso (Cohen 2003). Sin embargo, en los ambientes que analizamos aquí, con una gran variabilidad anual e interanual en los niveles de agua e incluyendo desecación total de los humedales, un aumento en %Cto de sedimentos puede interpretarse de forma más segura como indicador de un proceso de desecación (Cohen 2003). En otras palabras, un aumento en el %Cto en sedimentos puede interpretarse como indicador de equilibrio hídrico negativo a escala de la localidad, vinculando a mayores niveles de evaporación (e.g. Valero-Garcés *et al.* 2003), especialmente si estos valores están asociados a menores %MO.

RESULTADOS

Los 65 valores de %MO (Figura 3, Tabla 2) presentaron una media de 6,68% y un desvío estándar de 5,79%, encontrándose el mínimo en 0,95% y el máximo en 32,25%. Estos valores medios de %MO son coherentes con el valor medio de referencia con el que contamos para humedales activos en la Puna Seca Argentina (7,02%, Pirola 2014). A nivel general, la serie de valores presenta una gran variabilidad, con varios periodos caracterizados por valores por debajo y por encima de la media, y definiéndose dos claros eventos extremos de concentración de MO en torno al 6630 y al 5956 años AP, para los que no contamos con análogos actuales registrados (Pirola 2014).

La serie de valores de %Cto (Figura 3, Tabla 2) presenta una media de 6,84% y desvío estándar de 1,73%. El mínimo hallado fue de 2,18% y el máximo, 12,04%. En comparación con valores medidos en humedales actuales, éstos son intermedios entre los exhibidos por vegas (media=2,23%)

y aquellos que caracterizan a lagunas salobres y salinas (10,5%) (Pirola 2014). Si bien se encontraron varios valores anómalos (*i.e.* más de un desvío estándar de diferencia con respecto a la media), en la mayor parte de los casos los mismos se dan de forma aislada en la secuencia.

ALOFACIE A1

El período correspondiente a la Alofacie A1 (6998 - 6329 años AP) puede subdividirse en tres segmentos. El primero, entre el 6998 y 6496 años AP (período A1a), se caracteriza por valores de %MO poco variables y próximos a la media de la serie. El segundo es un evento corto (6630 a 6597 años AP), incluido dentro de primer segmento, que presenta valores anómalos y extremos elevados de %MO (28,51%, 25,25% y 15,67%), que no tienen análogos en los humedales actuales/sub-actuales (Pirola 2014). El tercer segmento, a partir de 6480 años AP (período A1b), se caracteriza por una caída de los valores de %MO por debajo de la media, manteniendo una cierta regularidad hasta el final del período correspondiente a la Alofacie A1 (*i.e.* 6329 años AP).

Los valores de %Cto permiten distinguir dos períodos. El primero abarca desde 6998 hasta 6798 años AP, caracterizado por valores elevados -incluyendo los más altos de toda la secuencia, valores extremos y anómalos (período A1a, para distinguirlo de su análogo de la serie de %MO). El segundo, desde 6798 hasta 6329 años AP (período A1b), con valores en general por debajo de la media pero con eventos puntuales de mayor concentración de carbonatos que incluyen cinco eventos anómalos (*i.e.* 6664, 6580, 6563, 6373 y 6346

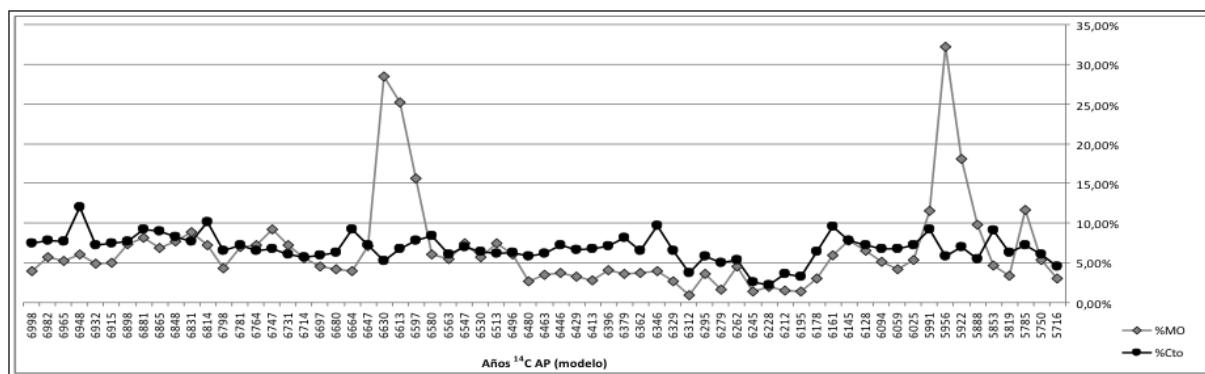


Figura 3. Valores de %MO y %Cto de PIC en función de la edad modelada para cada muestra.

	Período A1	Período A1b	Período A2
Período A1			
Período A1b	0.00002		
Período A2	0.00019	0.22080	
Período A3	1.00000	0.01028	0.00324

Tabla 3. Valores de P para el test de muestras pareadas de Mann-Whitney de la serie de %MO de los segmentos A1a, A1b, A2 y A3 de la secuencia PIC. En negrita, los valores de P que indican la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de las distribuciones.

años AP).

ALOFACIE A2

El segundo período o A2 (Alofacie A2), que comprende aproximadamente un siglo (*i.e.* 6329 – 6195 años AP), presenta los valores más bajos de %MO y %Cto de toda la secuencia, los cuales son comparables con los valores más bajos registrados en vegas actuales de altitudes similares (Pirola 2014).

ALOFACIE A3

El tercer período o A3 (Alofacie A3) de unos 300 años (6195 – 5716 años AP), es altamente variable tanto en sus valores de %MO como de %Cto, aunque presenta cierto grado de periodicidad en una escala pluri-decadal (*ca.* 60 años) que incluye eventos anómalos y extremos, tanto positivos como negativos. Con la excepción del pico de %MO registrado en torno al 5956 años AP, la curva de %MO se mantiene en torno o por debajo de la media de la serie, mientras que los valores de %Cto son en general más altos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

En el caso de la serie de %MO, el test de Kruskal-Wallis indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los períodos

analizados ($H=33,53$; $P=0$). Sin embargo, también se realizó una comparación pareada utilizando el test de Mann-Whitney (Tabla 3). Este test demuestra que, si bien se registran diferencias estadísticamente significativas entre varios de los períodos, la mediana de %MO del período A1b (6480 -6329 AP) es indistinguible de la mediana de %MO del período A2 (6329 – 6195 AP); un escenario similar se comprueba al comparar las medianas de %MO de los períodos A1a (6998 – 6496 AP) y A3 (6195 – 5716 años AP).

Para el caso de la serie de %Cto, el escenario es similar. El test de Kruskal-Wallis indica que los períodos se diferencian significativamente ($H=28,91$, $P=0$), si bien las comparaciones pareadas utilizando el test de Mann-Whitney (Tabla 4) demuestran que las medianas de los períodos A1a (6998 - 6798 años AP) y A1b (6798 - 6326 años AP) son indistinguibles estadísticamente de la mediana del período A3 (6195 - 5716 años AP).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

EL PALEOAMBIENTE LOCAL

En términos ambientales, las condiciones comprendidas durante los primeros 200 años de la secuencia de PIC (*ca.* 7000-6800 AP) corresponden a un humedal vegetado y estable, en

	Período A1	Período A1b	Período A2
Período A1			
Período A1b	0.00359		
Período A2	0.00115	0.00022	
Período A3	0.07934	1.00000	0.00161

Tabla 4. Valores de P para el test de muestras pareadas de Mann-Whitney de la serie de %Cto de los segmentos A1a, A1b, A2 y A3 de la secuencia PIC. En negrita, los valores de P que indican la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de las distribuciones.

términos de su variabilidad decadal, sujeto a episodios recurrentes de evaporación, según evidencian los elevados valores de %Cto. Los siguientes 500 años, entre 6800 y 6300 años AP, presentan condiciones similares, aunque progresivamente menos vegetadas y con presencia de agua menos frecuente, según lo indicado por los valores más bajos de %Cto. Entre 6329 y 6195 años AP se distingue el lapso con características más distintivas de la secuencia, exhibiendo los valores mínimos de %MO y %Cto de toda la serie. Además, este lapso muestra un cambio en la textura de los sedimentos -presentando componentes areno-limosos a arenas finas/medias laminadas con materia orgánica- que resulta indicativa de un ambiente de tipo fluvial. En consecuencia, este momento ambiental podría ser asociado a la presencia de una planicie aluvial vegetada, con un ambiente de agradación fluvial de mayor energía. Finalmente, entre 6195 y 5716 años AP se observa una re-instalación de condiciones similares a las imperantes entre 7000 y 6300 años AP aunque con menor estabilidad pluridecadal y variaciones de mayor intensidad. En una escala centenaria la persistencia de valores altos de %Cto en casi toda la secuencia resulta indicativa de un equilibrio hídrico negativo sostenido a lo largo de todo el período representado -i.e. 7000-5700 AP- con la posible excepción del lapso correspondiente a la Alofacie A2. Esta facie, con rasgos de génesis fluvial, podría estar asociada a un mayor nivel de humedad regional -responsable de la presencia de un sistema fluvial activo pero que, a su vez, representa el momento de menor bioproductividad de la localidad.

En otras palabras, los resultados de Inca Cueva indican que la localidad presentó características de un humedal durante todo el lapso comprendido entre 7000 y 5700 AP. No obstante este humedal habría registrado variaciones en cuanto a su oferta de productividad primaria, sólo reduciéndose de manera considerable su desarrollo durante algo más de un siglo entre 6300 y 6200 AP. Consideramos que, aunque parezca paradójico, las condiciones regionales de aridez y estabilidad del Holoceno Medio pueden ser las principales causas de la existencia de este tipo de paleohumedales. Esto se debería a que la caída de los niveles regionales de

freática, combinada con la topografía local, convirtió a los sistemas fluviales que dominaban este tipo de localidades durante el Holoceno Temprano en ambientes palustres, durante el Holoceno Medio. Por esta razón, el lapso 6300-6200 AP, que hemos caracterizado como un ambiente fluvial, respondería a un pulso de humedad regional que habría aumentado transitoriamente la energía del sistema.

Las altas tasas de acreción de estas turberas serían una evidencia más de que el humedal disponible entre 7000 y 5700 AP se habría formado bajo condiciones de marcada aridez regional. Al respecto, Schittek (2014) describe el proceso de formación de las vegas y el rol que estas tienen como “trampa de sedimentos”, ya que las sucesivas capas de vegetación y su subproducto (materia orgánica en descomposición) se agregan incorporando los sedimentos que se depositan sobre su superficie. Así, durante episodios de extrema aridez es esperable que se depositen elevados volúmenes de sedimentos que sean luego parte constitutiva de la matriz de la turba, reduciendo los %MO correspondientes a estos suelos y aumentando la tasa anual de acreción. En relación a esto, es oportuno discutir las señales de “bioproductividad” extrema registrada en dos oportunidades en el registro, en torno a 6630 y 5956 años AP (ver Figura 3). Consideramos que estos valores de %MO pueden ser el resultado de tres situaciones: a) un aumento extraordinario de la cobertura vegetal por unidad espacial, b) la reducción del aporte eólico, que implica un acreción casi exclusiva de materia orgánica vegetal o c) un pulso de hiper-productividad de algas y cianobacterias derivado de condiciones eutróficas que se relacionarían a un posible estancamiento de un cuerpo de agua presente en el humedal. Como se explicó en el apartado de materiales y métodos la tercera opción implicaría que junto a los altos valores de %MO debieran registrarse elevados valores de %Cto, ya que algas y cianobacterias remueven el CO₂ del agua causando la precipitación de carbonatos en solución, situación que no se verifica en las series obtenidas. Por otra parte, también consideramos que la primera opción resulta improbable ya que los valores de %MO registrados en estos dos eventos “extremos” exce-

den ampliamente, no sólo los valores medidos en humedales actuales con mayor cobertura vegetal (*i.e.* con cobertura casi continua), sino también a los datos para el Holoceno Temprano (Pirola 2014). Por lo tanto, consideramos que la situación que sería responsable de la señal detectada en PIC correspondería preponderantemente a la segunda opción (*i.e.* una disminución del aporte eólico), aunque no podemos descartar cierta influencia de la primera (*i.e.* cierto aumento de la cobertura vegetal). Esta situación sugiere que el elevado %MO registrado durante dos momentos en torno a 6630 y 5956 años AP se podrían vincular a dos procesos no excluyentes entre sí: a) una reducción de la actividad eólica y/o b) un aumento transitorio de la humedad regional.

OCUPACIONES HUMANAS

En base a lo registrado, la localidad de Inca Cueva podría haber exhibido un nivel de productividad primaria mayor a lo esperado para momen-

tos hiper-áridos, como el Holoceno Medio. Asimismo, es probable que la localidad haya sido más productiva en los momentos regionalmente más áridos. Por lo tanto, pudo haber tenido un rol importante en los sistemas de movilidad/asentamiento de los grupos humanos que habitaron este sector durante el Holoceno Medio.

Las ocupaciones humanas durante el Holoceno Medio no han sido discutidas en detalle para este sector de la Cordillera Oriental o Borde Oriental de la Puna -como se la ha denominado tradicionalmente. Sin embargo, hay evidencia suficiente para plantear una ocupación dilatada durante todo el período (Figura 4). Un sitio clave para evaluar estas ocupaciones es Inca Cueva 1 (ICC1) o Gruta de Chulín. Este inmenso alero de 50 m de ancho y su cueva adosada, de 12 m de ancho, fue excavado por J. Fernández (1968) y, lamentablemente, no hay dataciones radiocarbónicas disponibles. Sin embargo, la evidencia regional disponible hoy día nos permite especular acerca de la ubicación cro-

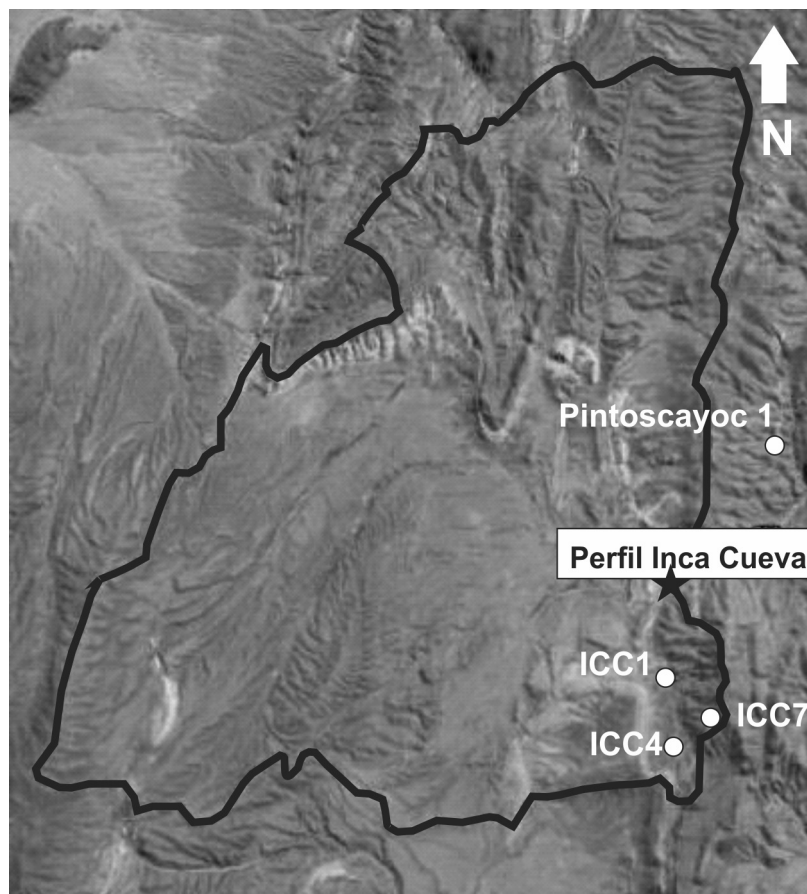


Figura 4. Ubicación de los sitios arqueológicos mencionados en el texto en relación con el Perfil Inca Cueva. La línea negra marca los límites del área de captación hídrica del perfil.

nológica de algunos de los artefactos que son temporalmente no transgresivos. Fernández (1968) ilustra tres tipos de puntas de proyectil fechadas en otras localidades durante el Holoceno Medio: (1) Lanceoladas bifaciales (las antiguas “Ayampitín”) que se encuentran disponibles en la región desde 7800 años AP, hasta *ca.* 4800 años AP (Hoguín 2014: figura 7) (ver Figura 5); (2) puntas triangulares alargadas de base escotada, denominadas “Huiculunche 2”, datadas entre *ca.* 8000 años AP hasta 6200 años AP y (3) lanceoladas pequeñas, cuya señal es discontinua, con momentos de mayor representación entre 6400 años AP y *ca.* 5200 años AP, y alrededor de 4800 años AP (Hoguín 2014). Estas últimas, con algunos ejemplares particulares denominadas “Mandorlas” (Aschero *et al.* 2011), se han recuperado de Inca Cueva 7 (ICC7). Este sitio tiene dos fechados radiocarbónicos (4080 y 4030 años AP) y funcionó como corral (capa 3b) y luego como repositorio de artefactos

notables (capa 2) (Aguerre *et al.* 1973). Este tipo de punta se detectó, también, en el cercano alero de Tomayoc (4250 ± 70 años AP) (Lavallée *et al.* 1997).

La otra localidad con fechados correspondientes al Holoceno Medio es Pintoscayoc 1. Aquí se registra una ocupación caracterizada como un campamento temporario con ocupaciones de baja intensidad; contiene puntas lanceoladas bifaciales y triangulares y su fauna está compuesta por chinchillidos mayoritariamente y camélidos. Tiene una datación radiocarbónica de 7850 ± 110 años AP. Asimismo, en un pequeño pozo fue recuperado un cráneo humano fechado en 5260 ± 75 años AP (Hernández Llosas 2005).

Por último, debemos destacar la ocupación de la capa 1a de Inca Cueva 4 (ICC4). De ella se extrajeron varias inhumaciones por un coleccionista en 1936 (al menos, dos adultos y dos niños), cuyos cuerpos estaban envueltos en redes y con cestas



Figura 5. Puntas lanceoladas bifaciales provenientes del talud de Inca Cueva 1 (recogidas por Carlos Aschero y Hugo Jacobaccio, 1984).

a modo de gorro. Los individuos adultos tenían, además, mantos confeccionados en pieles de camélidos. Entre los artefactos notables, se destacan cuentas de valva marina y terrestre, adornos de plumas de aves tropicales, sogas de fibra vegetal, astiles de caña maciza y puntas de proyectil triangulares. Se efectuaron dos fechados radiocarbónicos, uno sobre un fragmento de taparrabos de uno de los cuerpos (5210 ± 40 años AP) y otro sobre un fragmento de madera (5340 ± 70 años AP) extraída de la excavación del remanente de la capa (Aschero 1984). Se debe notar que esta capa no sólo contenía las inhumaciones, sino que además presentaba restos de actividades domésticas (fauna y artefactos).

En conclusión, podemos plantear que este sector de la Quebrada de Humahuaca presentó diversas y dilatadas ocupaciones humanas durante gran parte del Holoceno Medio, que incluyeron tanto actividades domésticas como la inhumación de personas y la depositación de artefactos notables. Esto resulta coherente con la evidencia paleoambiental obtenida hasta el momento, que sugiere que el área de Inca Cueva tuvo las características de un humedal productivo aún en momentos hiper-áridos del Holoceno. Si bien no contamos con información paleoambiental comparable para períodos anteriores y posteriores, la integración de evidencia paleoambiental y arqueológica disponible nos permite proponer a modo de hipótesis que Inca Cueva pudo haber constituido una localidad "resiliente", con una oferta de recursos relativamente estable a lo largo del Holoceno, permitiendo la ocupación sostenida del área.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a B. Oxman por su colaboración en las tareas de campo y a P. Tchilinguirian por su asesoramiento geológico. Este trabajo fue financiado por los proyectos CONICET PIP 0569, FONCyT PICT 2011-2352 y UBACyT F-157.

BIBLIOGRAFÍA

ABBOTT, M. B., G. O. SELTZER, K. R. KELTS Y J. SOUTHON
1997 Holocene paleohydrology of the tropical

Andes from lake records. *Quaternary Research* 47(1):70-80.

ABBOTT, M. B., B. B. WOLFE, A. P. WOLFE, G. O. SELTZER, R. ARAVENA, B. G. MARK, P. J. POLISSAR, D. T. RODBELL, H. D. ROWE Y M. VUILLE

2003 Holocene paleohydrology and glacial history of the central Andes using multiproxy lake sediment studies. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194(1-3):123-138.

AGUERRE, A. M., A. F. DISTEL Y C. A. ASCHERO

1973 Hallazgo de un sitio aceramico en la Quebrada de Inca Cueva (Provincia de Jujuy). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 7:197-235.

ARZAMENDIA, Y., M. H. CASSINI Y B. L. VILÁ

2006 Habitat use by vicuña vicugna vicugna in laguna Pozuelos Reserve, Jujuy, Argentina. *Oryx* 40(2):198-203.

ASCHERO, C.

1984 Un asentamiento precerámico en la Quebrada de Inca Cueva (Jujuy). *Estudios Atacameños* 7:62-72.

ASCHERO, C., S. HOCSMAN Y N. RATTO

2011 Las puntas de proyectil en "mandorla" de Inca Cueva 7: Caracterización tipológica e historia de vida (Puna de Jujuy, Argentina). *Estudios Atacameños* 41:5-28.

ASCHERO, C. A. Y M. M. PODESTÁ

1986 El arte rupestre en asentamientos Pre-cerámicos de la Puna argentina. *Runa* 16:29-57.

ASCHERO, C. A. Y S. HOCSMAN

2011 Archaeology of late Middle Holocene hunter-gatherers of Antofagasta de la Sierra (Southern Argentinean Puna). *Chungará* 43:393-411.

BENNETT, K.

- 1994 Confidence intervals for age estimates and deposition times in late-Quaternary sediment sequences. *The Holocene* 4(4):337-348.
- BETANCOURT, J., C. LATORRE, J. RECH, J. QUADE Y K. RYLANDER
2000 A 22,000-year record of monsoonal precipitation from northern Chile's Atacama Desert. *Science* 289(5484):1542.
- BLAAUW, M.
2010 Methods and code for 'classical' age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology* 5(5):512-518.
- BORGNIA, M., A. MAGGI, M. ARRIAGA, B. AUED, B. L. VILÁ Y M. H. CASSINI
2006 Caracterización de la vegetación en la Reserva de Biósfera Laguna Blanca (Catamarca, Argentina). *Ecología austral* 16(1):29-45.
- BRADBURY, J., M. GROSJEAN, S. STINE Y F. SYLVESTRE
2001 Full and late glacial lake records along the PEP 1 transect: their role in developing interhemispheric paleoclimate interactions. En *Interhemispheric Climate Linkages*, editado por V. Markgraf, pp. 265-291. Academic Press
- CABRERA, A. L.
1976 Regiones fitogeográficas argentinas. En *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Ganadería*, Vol. 2. Buenos Aires: ACME.
- COHEN, A. S.
2003 *Paleolimnology: the history and evolution of lake systems*. Oxford University Press, USA
- DEAN, W. E.
1974 Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Research* 44(1):242-248
- DINCAUZE, D. F.
2000 *Environmental archaeology: principles and practice*. Cambridge University Press.
- FERNÁNDEZ, J.
1968 Instalaciones humanas en la Gruta del Inca (Jujuy Arg.). *Anales de Arqueología y Etnología* 23:75-94.
- GEYH, M. A., M. GROSJEAN, L. NÚÑEZ Y U. SCHOTTERER
1999 Radiocarbon reservoir effect and the timing of the late-Glacial/Early Holocene humid phase in the Atacama desert (northern Chile). *Quaternary Research* 52(2):143-153.
- GRANA, L. Y M. MORALES
2005 Primeros resultados paleoambientales del análisis de diatomeas fósiles del Holoceno Medio y Tardío de la cuenca del Río Miriguaca, Antofagasta de la Sierra, Puna Catamarqueña. *Entre Pasados y Presentes. Trabajos de las VI Jornadas de Jóvenes Investigadores en Ciencias Antropológicas*, pp. 392-409. INAPL, Buenos Aires.
- GROSJEAN, M. Y A. L. NÚÑEZ
1994 Lateglacial, early and middle Holocene environments, human occupation, and resource use in the Atacama (northern Chile). *Geoarchaeology* 9(4):271-286.
- GROSJEAN, M.
2001 Mid-Holocene climate in the south-central Andes: humid or dry? *Science* 292(5526):2391.
- GROSJEAN, M., I. CARTAJENA, M. A. GEYH Y L. NÚÑEZ
2003 From proxy data to paleoclimate interpretation: the mid-Holocene paradox of the Atacama Desert, northern Chile. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194(1):247-258.
- GROSJEAN, M., L. A. NÚÑEZ Y I. CARTAJENA
2005 Cultural response to climate change in the Atacama Desert. En *23° South: Archaeology and Environmental History of the Southern Deserts*. Editado por S. Smith and P. Hesse, pp. 156-171. National Museum of Australia Press

- HEIRI, O., A. F. LOTTER Y G. LEMCKE
2001 Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25(1):101-110.
- HERNÁNDEZ LLOSAS, M. I.
2000 Quebradas altas de Humahuaca a través del tiempo: el caso Pintoscayoc. *Estudios sociales del NOA* 4(2):167-224.
- HERNÁNDEZ LLOSAS, M. I.
2005 Pintoscayoc and the Archaeology of the arid Humahuaca Rift Valley, north-western Argentina. En *23° South: Archaeology and Environmental History of the Southern Deserts*. Editado por S. Smith and P. Hesse, pp. 186-198. National Museum of Australia Press
- HOGUIN, R.
2014 Secuencia cronológica y tecnología lítica en la Puna Seca y Salada de los Andes Centro-Sur para el Holoceno Temprano y Medio a través del ejemplo de Susques. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXXIX(2):XX-XX.
- LATORRE, C., J. L. BETANCOURT, K. A. RYLANDER Y J. QUADE
2002 Vegetation invasions into absolute desert: A 45; th000 yr rodent midden record from the Calama-Salar de Atacama basins, northern Chile (lat 22°-24° S). *Geological Society of America Bulletin* 114(3):349.
- LATORRE, C., J. L. BETANCOURT, K. A. RYLANDER, J. QUADE Y O. MATTHEI
2003 A vegetation history from the arid prepuna of northern Chile (22-23 S) over the last 13 500 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194(1):223-246.
- LATORRE, C., J. L. BETANCOURT Y M. T. K. ARROYO
2006 Late Quaternary vegetation and climate history of a perennial river canyon in the Río Salado basin (22 S) of Northern Chile. *Quaternary Research* 65(3):450-466.
- LAVALLÉE, D., M. JULIEN, C. KARLIN, L. GARCÍA, D. POZZI-ESCOT Y M. FONTUGNE
1997 Entre desierto y quebrada: Tomayoc, un alero en la Puna. *Avances en Arqueología* 3:9-39.
- LÓPEZ, G. E. J.
2008 *Arqueología de cazadores y pastores en tierras altas: ocupaciones humanas a lo largo del Holoceno en Pastos Grandes, Puna de Salta, Argentina*. British Archaeological Reports Limited, London
- MCGLUE, M. M., G. S. ELLIS, A. S. COHEN Y P. W. SWARZENSKI.
2012 Playa-lake sedimentation and organic matter accumulation in an Andean piggyback basin: the recent record from the Cuenca de Pozuelos, North-west Argentina. *Sedimentology* 59(4):1237-1256.
- MEYERS, P. A. Y J. L. TERANES
2001 Sediment organic matter. En *Tracking environmental change using lake sediments*. Editado por W.M. Last and J.P. Smol, pp. 239-269. Developments in Paleoenvironmental Research, Vol. 2. Springer
- MEYERS, P. A.
2003 Applications of organic geochemistry to paleolimnological reconstructions: a summary of examples from the Laurentian Great Lakes. *Organic Geochemistry* 34(2):261-289.
- MORALES, M.
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, Buenos Aires. Ms
- MORALES, M. Y K. SCHITTEK
2008 Primeros resultados paleoambientales del Holoceno medio en Alto Tocomar (Puna Salteña): interpretación local e implicancias regionales. Libro de resúmenes de las 1° Jornadas del Área Puneña de los Andes Centro-Sur., Tucumán, 2008,

pp. 109-110.

MORALES, M., R. BARBERENA, J. BELARDI, L. BORRERO, V. CORTEGOSO, V. DURÁN, A. GUERCI, R. GOÑI, A. GIL Y G. NEME

2009 Reviewing human–environment interactions in arid regions of southern South America during the past 3000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281(3):283-295.

MORALES, M.

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*. BAR International Series 2295, South American Archaeological Series 15. Archaeopress, Oxford.

MORENO, A., S. GIRALT, B. VALERO-GARCÉS, A. SÁEZ, R. BAO, R. PREGO, J. PUEYO, P. GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ Y C. TABERNER

2007 A 14kyr record of the tropical Andes: The Lago Chungará sequence (18° S, northern Chilean Altiplano). *Quaternary International* 161(1):4-21.

NÚÑEZ, L. Y C. M. SANTORO

1988 Cazadores de la puna seca y salada del área centro-sur Andina (Norte de Chile). *Estudios Atacameños* (9):11-60.

NÚÑEZ, L. Y M. GROSJEAN

1994 Cambios ambientales pleistoceno-holocénicos: ocupación humana y uso de recursos en la Puna de Atacama (norte de Chile). *Estudios Atacameños*:11-24.

NÚÑEZ, L., M. GROSJEAN Y I. CARTAJENA

2005 *Ocupaciones humanas y paleoambientes en la Puna de Atacama*. Instituto de investigaciones arqueológicas y museo Universidad católica del Norte-Taraxacum

OLIVERA, D. Y P. TCHILINGUIRIAN

2006 Humedales de altura y capacidad de sustentación para camélidos (Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina). Memorias del IV Congreso Mundial de Camélidos., Santa María., 2006.

PINTAR, E.

2009 Un “ecorrefugio” en la cuenca de la Laguna de Antofagasta (Puna Salada) entre 7900 y 6200 años AP. *Arqueología* 15:85-108.

PIROLA, M.

2014 *¿Dónde va la gente cuando no llueve? Heterogeneidad ambiental multi-escala en la Puna de Jujuy durante el Holoceno Medio: contenido de materia orgánica y carbonatos en sedimentos de paleohumedales*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Ms.

PUEYO, J. J., A. SÁEZ, S. GIRALT, B. L. VALERO-GARCÉS, A. MORENO, R. BAO, A. SCHWALB, C. HERRERA, B. KLOSOWSKA Y C. TABERNER

2011 Carbonate and organic matter sedimentation and isotopic signatures in Lake Chungará, Chilean Altiplano, during the last 12.3 kyr. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 307(1):339-355.

RAMÍREZ, E., G. HOFFMANN, J.-D. TAUPIN, B. FRANCOU, P. RIBSTEIN, N. CAILLON, F. FERRON, A. LANDAIS, J. PETIT Y B. POUYAUD

2003 A new Andean deep ice core from Nevado Illimani (6350 m), Bolivia. *Earth and Planetary Science Letters* 212(3):337-350.

RATTO, N., M. CAROLINA, F. HONGN Y M. RANDALL

2008 Gente y volcanes: el registro arqueológico de ambientes inestables del oeste Tinogasteño de Catamarca (ca. 1500-1500 AP). Primeras jornadas de arqueología del área Puneña de los Andes Centro-Sur, San Miguel de Tucumán, 2008, pp. 112-113.

RECH, J. A., J. S. PIGATI, J. QUADE Y J. L. BETANCOURT

2003 Re-evaluation of mid-Holocene deposits at Quebrada Puripica, northern Chile. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194(1):207-222.

- REIMER, P. J., E. BARD, A. BAYLISS, J. W. BECK, P. G. BLACKWELL, C. BRONK RAMSEY, C. E. BUCK, H. CHENG, R. L. EDWARDS Y M. FRIEDRICH
2013 IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal BP. *Radio-carbon*, 55 (4):1869 - 1887
- RIEDINGER, M. A., M. STEINITZ-KANNAN, W. M. LAST Y M. BRENNER
2002 A 6100 14C yr record of El Niño activity from the Galápagos Islands. *Journal of Paleolimnology* 27(1):1-7.
- RODBELL, D. T., G. O. SELTZER, D. M. ANDERSON, M. B. ABBOTT, D. B. ENFIELD Y J. H. NEWMAN
1999 An ~15,000-year record of El Niño-driven alluviation in southwestern Ecuador. *Science* 283(5401):516-520.
- RUTHSATZ, B. Y C. P. MOVIA
1975 Relevamiento de las estepas andinas del este de la Provincia de Jujuy. FECIC.
- SAMEC, C., M. MORALES Y H. YACOBACCIO
2014 Exploring Human Subsistence Strategies and Environmental Change through Stable Isotopes in the Dry Puna of Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology* 24(2):134-148.
- SCHITTEK, K.
2014 *Cushion peatlands in the high Andes of northwestern Argentina as archives for palaeoenvironmental research*. Cramer in der Gebr.-Borntraeger-Verlag-Buchh., Stuttgart
- SCHUMACHER, B. A.
2002 Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments. *Ecological Risk Assessment Support Center*:1-23.
- SERVANT, M. Y S. SERVANT-VILDARY
2003 Holocene precipitation and atmospheric changes inferred from river paleowetlands in the Bolivian Andes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194(1):187-206.
- SQUEO, F. A., H. VEIT, G. ARANCIO, J. R. GUTIERREZ, M. T. ARROYO Y N. OLIVARES
1993 Spatial heterogeneity of high mountain vegetation in the Andean desert zone of Chile. *Mountain Research and Development* 13(2):203-209.
- SQUEO, F. A., R. OSORIO Y G. ARANCIO
1994 *Flora de los Andes de Coquimbo: cordillera de Doña Ana*. Universidad de La Serena
- TCHILINGUIRIAN, P.
2009 Paleoambientes holocenos en la Puna Austral, Provincia de Catamarca (27°S): implicancias geoarqueológicas. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ms.
- TCHILINGUIRIAN, P. Y M. R. MORALES
2013 Mid-Holocene paleoenvironments in Northwestern Argentina: Main patterns and discrepancies. *Quaternary international* 307(0):14-23.
- TCHILINGUIRIAN, P., M. R. MORALES, B. OXMAN, L. C. LUPO, D. E. OLIVERA Y H. D. YACOBACCIO
2014a Early to Middle Holocene transition in the Pastos Chicos record, dry Puna of Argentina. *Quaternary international* 330(0):171-182.
- TCHILINGUIRIAN, P., M. MORALES, B. OXMAN Y M. PIROLA
2014b Paleoenvironmental studies of the Quebrada de Lapao, Jujuy Province, Argentina (23°22' 01" S, 66° 21' 52.8" W, 3650 m a.s.l.) for the 9400 - 7300 yrs B.P. span. En *Physical, Chemical and Biological Markers in Argentine Archaeology: Theory, Methods and Applications*. Editado por D. Kligmann y M. Morales. British Archaeological Research International Series, Archaeopress (En prensa), Oxford
- 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(5220):46-50.

THOMPSON, L. G., M. E. DAVIS, E. MOSLEY-THOMPSON, T. SOWERS, K. A. HENDERSON, V. S. ZAGORODNOV, P. N. LIN, V. N. MIKHALENKO, R. K. CAMPEN Y J. F. BOLZAN

1998 A 25,000-year tropical climate history from Bolivian ice cores. *Science* 282(5395):1858.

THOMPSON, L. G., E. MOSLEY-THOMPSON Y K. A. HENDERSON

2000 Ice-core palaeoclimate records in tropical South America since the Last Glacial Maximum. *Journal of Quaternary Science* 15(4):377-394.

VALERO-GARCÉS, B., A. DELGADO-HUERTAS, N. RATTO, A. NAVAS Y L. EDWARDS

2000 Paleohydrology of Andean saline lakes from sedimentological and isotopic records, Northwestern Argentina. *Journal of Paleolimnology* 24(3):343-359.

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. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194(1):319-338.

VEIT, H.

1996 Southern Westerlies during the Holocene deduced from geomorphological and pedological studies in the Norte Chico, Northern Chile (27–33 S). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 123(1):107-119.

VILLAGRÁN, C.

1993 Una interpretación climática del registro palinológico del último ciclo glacial-postglacial en Sudamérica. *Bulletin de l'Institut Francais*

d'Études Andines 22:243-258.

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.

YACOBACCIO, H.

1994 Biomasa animal y consumo en el Pleistoceno-Holoceno Surandino. *Arqueología* 4:43-71.

YACOBACCIO, H.

2004 Social dimensions of camelid domestication in the southern Andes. *Anthropozoologica* 39(1):237-247.

YACOBACCIO, H. Y M. R. MORALES

2005 Mid-Holocene environment and human occupation of the Puna (Susques, Argentina). *Quaternary international* 132(1):5-14.

YACOBACCIO, H. D., CATÁ, M. P., MORALES, M. R., JOLY, D., CÁCERES, M., OXMAN, B. I., & SAMEC, C.

2014 Ocupaciones humanas tempranas en la Puna de Atacama: el alero Hornillos 2, Susques (Jujuy). En *Artefactos Líticos, movilidad y funcionalidad de sitios: problemas y perspectivas*. Editado por P. Escola y S. Hocsman. Pp 1-10. British Archaeological Research International Series, Archaeopress, Oxford.

YACOBACCIO, H. D. Y M. R. MORALES

2014 Ambientes pleistocénicos y ocupación humana temprana en la Puna argentina. *Boletín de Arqueología PUCP* (15):337-356.

ZHOU, J. Y K. LAU

1998 Does a monsoon climate exist over South America? *Journal of Climate* 11(5):1020-1040.