

El paleoambiente post-pleistocénico en un desierto de altura. El curso medio del río Las Pitas y el sitio arqueológico Cueva Salamanca 1 como casos de estudio, Antofagasta de la Sierra, Catamarca

María Fernanda Rodríguez, María Gabriela Aguirre, Elizabeth Pintar,
Pablo Tchilinguirian, Nancy Apóstolo y Liliana Lupo

Recibido el 14 de abril de 2025. Aceptado el 18 de noviembre de 2025

RESUMEN

Esta investigación propone contribuir a la reconstrucción del paleoambiente durante finales del Holoceno temprano y el Holoceno medio -ca. 9000-5000 cal AP- en la microrregión de Antofagasta de la Sierra (Catamarca, Puna sur Argentina), tomando como puntos de referencia el curso medio del río Las Pitas y el sitio arqueológico Cueva Salamanca 1. Se busca analizar la dinámica del uso de espacios con recursos vegetales detectando continuidades e innovaciones en el patrón de manejo del paisaje a lo largo del tiempo. Para esto se llevó adelante un estudio interdisciplinario que abarcó análisis arqueobotánicos, sedimentológicos y palinológicos en tres sectores de muestreo, destacándose la riqueza de taxones identificados en la muestra de microrrestos -microcarbones, diatomeas, polen, silicofitolitos, entre otros- mencionados por primera vez para el área de estudio. Estos análisis y las evidencias de ocupación en el sitio Cueva Salamanca 1, ca. 7100 cal AP, demostraron la presencia de un ambiente local de humedal estable con agua permanente, previos a ca. 6750 cal AP, que indican la presencia de un hábitat resiliente a la aridez del Holoceno medio en el curso medio del río Las Pitas.

Palabras clave: Arqueobotánica; Paleoambiente; Palinología; Puna sur; Sedimentología

The post-Pleistocene paleoenvironment in a high-altitude desert. The middle course of Las Pitas River and Cueva Salamanca 1 archaeological site as case studies, Antofagasta de la Sierra, Catamarca

ABSTRACT

This research aims to (1) reconstruct the paleoenvironment of the region of Antofagasta de la Sierra (Catamarca, southern Argentinean puna) during the end of the Early and Middle Holocenes ca. 9000 - 5000

María Fernanda Rodríguez. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (INAPL). 3 de febrero 1378 (CP 1426). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail: mfrdriguez18@gmail.com

María Gabriela Aguirre. CONICET. Instituto de Arqueología y Museo. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Miguel Lillo 205 (CP 4000), San Miguel de Tucumán, Argentina. E-mail: mgaguirre@csnat.unt.edu.ar

Elizabeth Pintar. Gatekeeper's Museum and Marion Steinbach Basket Museum. 130 West Lake Boulevard, Tahoe City, California 96145, Estados Unidos de América. E-mail: lizzie.pintar@gatekeepersmuseum.org

Pablo Tchilinguirian. CONICET. Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). INAPL. 3 de febrero 1378 (CP 1426). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail: pabloguirian@gmail.com

Nancy Mariel Apóstolo. Programa de Estudios Interdisciplinarios en Plantas Vasculares (PIEPVas). Departamento de Ciencias Básicas. INEDES-CONICET. Universidad Nacional de Luján (UNLu). Av. Constitución y Ruta Nacional N° 5. Luján (CP 6700). Buenos Aires. Argentina. E-mail: nancy.apostolo2@gmail.com

Liliana Lupo. CONICET. Laboratorio de Palinología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA). Av. Bolivia 1239, (CP Y4600). San Salvador de Jujuy, Argentina. E-mail: lupolc@yahoo.com.ar

Intersecciones en Antropología 27(1), enero-junio: 143-170. 2026. ISSN-e 1850-373X

<https://doi.org/10.37176/iea.27.1.2026.990>

Facultad de Ciencias Sociales - UNICEN - Argentina

cal BP by taking the middle course of the Las Pitas River and Cueva Salamanca 1 archaeological site, as reference points, and (2) analyze the dynamics of the use of spaces with plant resources by detecting continuities and innovations in the pattern of landscape use over time. This interdisciplinary study includes archaeobotanical, sedimentological, and palynological analyses in three sampled sectors and highlights the richness of taxa identified in the sample of microremains -microcharcoals, diatoms, pollen, silicophytoliths, among others- which are here revealed for the first time in this study area. These analyses and the evidence of human occupation at Cueva Salamanca 1 site, ca. 7100 cal BP, demonstrates the presence of a stable local wetland environment with permanent water prior to ca. 6750 cal BP, indicating the presence of a habitat resilient to mid-Holocene aridity in the middle reaches of the Las Pitas River.

Keywords: Archaeobotany; Paleoenvironment; Palynology; Sedimentology; Southern Puna

INTRODUCCIÓN

El área de Antofagasta de la Sierra (ANS), provincia de Catamarca, corresponde a un ecosistema ubicado en el Noroeste de la Argentina por encima de 3500 msnm (Figura 1). Se registraron variadas evidencias -líticas, faunísticas y arqueobotánicas- que indican la presencia humana desde ca. 10.000 años AP de manera casi ininterrumpida (Rodríguez, 1998, 2013a; Aschero, 2010; Martínez, 2014; Pintar, 2014a; entre otros). Luego del Último Máximo Glacial (LGM, ca. 24.000-18.000 años atrás), la retirada de los glaciares, ubicados en diferentes puntos de los Andes por sobre 4500 msnm,

ocurrió al mismo tiempo que grandes cuencas endorreicas de la Puna se llenaban de agua producida por el deshielo, formando cuerpos de agua que perduran hasta la actualidad como salares o lagunas (Tchilinguirian y Morales, 2013). El estudio de distintos registros ambientales (geomorfología, sedimentología y diatomeas) obtenidos de varios perfiles en los ríos Las Pitas y Miriguaca en ANS (Figura 1), permitió plantear la ocurrencia de diversos ciclos de retracciones-expansiones de los humedales fluviales y lacustres dando información sobre los cambios ambientales ocurridos durante el Holoceno en la región (Grana, 2014; Grana et al.,

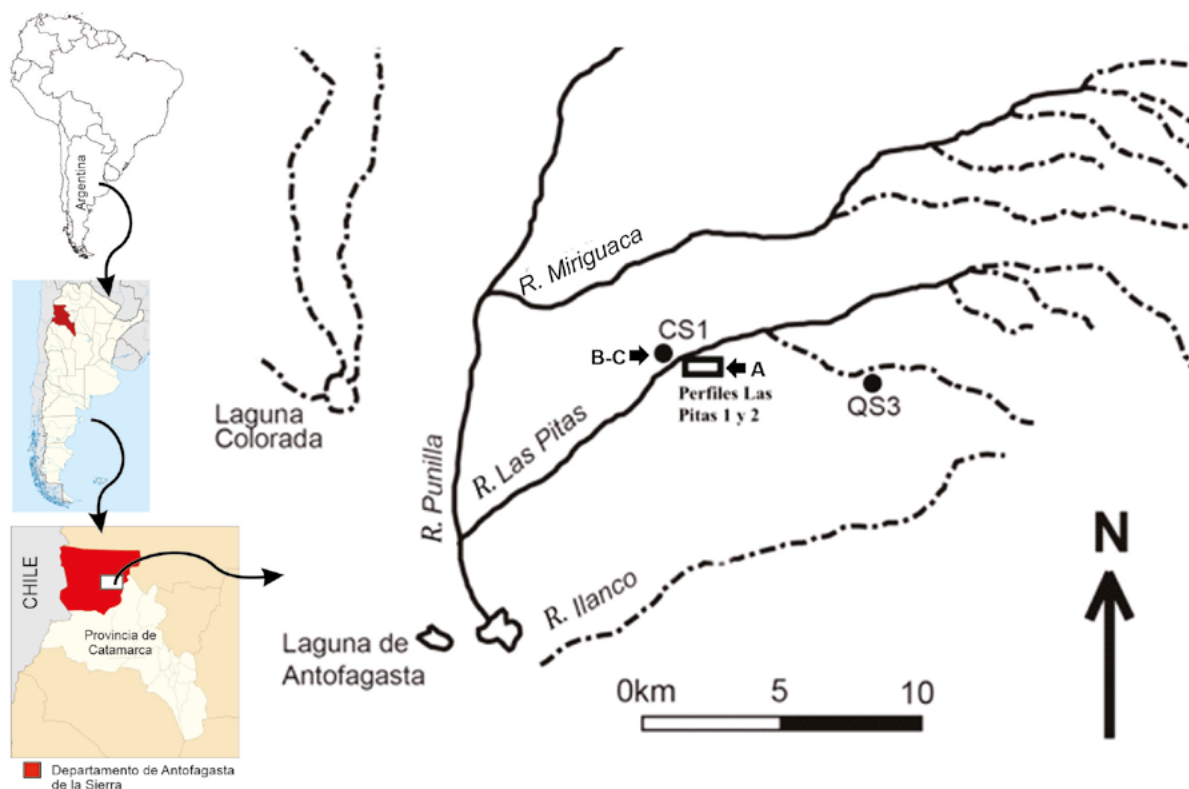


Figura 1. Microrregión de Antofagasta de la Sierra, Provincia de Catamarca, Argentina. Sectores muestreados: vega del río Las Pitas (sector de muestreo A), sitio arqueológico Cueva Salamanca 1 (sector de muestreo B) y sector externo contiguo al sitio (sector de muestreo C).

2020). Se propone que entre ca. 7200-3500 cal AP predominaron condiciones áridas e inestables en toda el área, posiblemente con dos pulsos leves de humedad ocurridos solo en el sector oriental del río Punilla. Luego, desde ca. 3500 a 1600 cal AP, las condiciones de humedad habrían predominado en diversos sistemas hídricos (Grana, 2014). En este escenario ambiental cambiante ocurrieron ocupaciones humanas de grupos cazadores-recolectores que obtenían diferentes recursos naturales mediante circuitos de movilidad (Martínez et al., 2010; Mondini et al., 2015).

Esta investigación se desarrolló dentro de un marco interdisciplinario (arqueobotánica, palinología, sedimentología) orientado a continuar con investigaciones previas y aportar información útil que permitiera comparar o proyectar los modelos elaborados hasta el momento, sobre la base de datos arqueológicos y paleoambientales. En este contexto, el objetivo general es contribuir a la reconstrucción del paleoambiente durante finales del Holoceno temprano y el Holoceno medio -ca. 9000-5000 cal AP- y analizar la dinámica del uso de espacios con recursos vegetales en la microrregión de ANS, considerando el curso medio del río Las Pitas y el sitio Cueva Salamanca 1 (CS1). Teniendo en cuenta que

durante el período post-pleistocénico hubo cambios climáticos que afectaron la distribución y la densidad de parches de recursos y de áreas óptimas/no óptimas, se propone como hipótesis que la fragmentación ambiental determinó cambios en la dinámica de la ocupación humana en el curso medio del río Las Pitas en donde se localiza CS1.

En cuanto a los objetivos específicos, se busca aportar nuevos datos que se utilizarán para ampliar los modelos paleoambientales existentes (Tchilinguirian y Olivera, 2005, 2014; Tchilinguirian, 2008; Tchilinguirian et al., 2008) y las expectativas acerca del comportamiento de cazadores-recolectores en la Puna sur, tomando como referencia el sitio CS1. Asimismo, generar un registro palinológico a partir de columnas polínicas en sedimentos arqueológicos procedentes de CS1 y de muestras actuales obtenidas en la vega del río Las Pitas, ubicada a 300 m lineales desde dicho sitio (Figura 2).

Características ambientales de la región y del área de estudio

La Puna de Atacama es un *plateau* de márgenes no-colisionales de 2000 km de longitud y 300 km

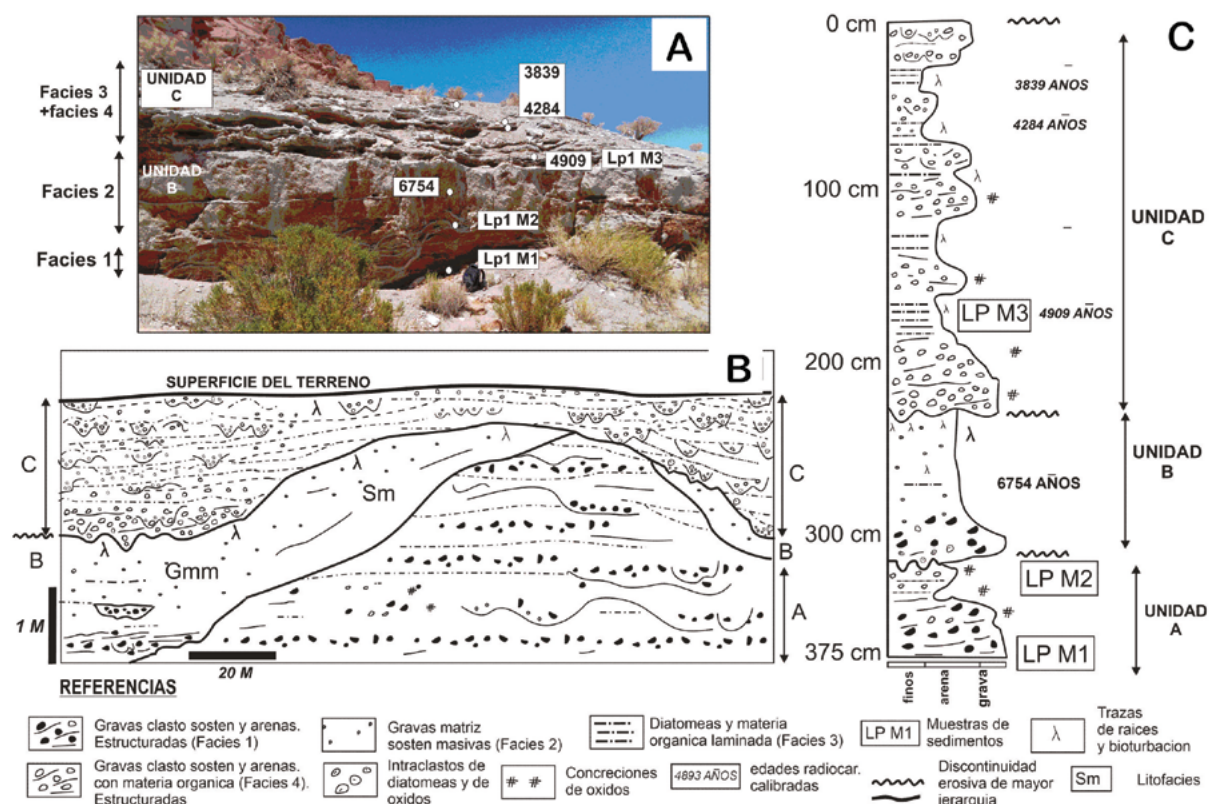


Figura 2. Vega del río Las Pitas: A- vista general; B- perfil sedimentario según el recorrido del río en donde se observan las discontinuidades entre unidades sedimentarias; C- perfil sedimentario integrado. Abreviaturas: Lp1: Las Pitas1, equivalente a LP1 en el texto; LP: perfil integrado Las Pitas 1 y 2; M1, M2 y M3: muestras.

de amplitud (Alonso y Viramonte, 1987). El clima en la zona de estudio es seco y frío, las lluvias son muy escasas (< 100 mm) y principalmente estivales. De acuerdo con los regímenes pluviales es posible diferenciar dos sectores: Norte o Puna de Jujuy, más húmedo, con arroyos, lagunas y ciénagas, y Sur o Puna meridional, más seco, con escasos cursos de agua y numerosos salares (Cabrera, 1947; Olivera, 1989). El altiplano se caracteriza por la presencia de humedales de altura o zonas en las que el agua es el principal factor de control del medio y la vida animal y vegetal (Izquierdo et al., 2018). El aporte de agua proviene principalmente del deshielo que se infiltra en el sistema hidrogeológico de alta montaña y, tras circular varias decenas de años, surge en forma de vertientes (Tchilinguirian et al., 2008). El continuo y constante aporte de las aguas subterráneas forman las típicas vegas puneñas o bofedales (White-Nockleby et al., 2021) que se definen, desde el punto de vista biológico, como comunidades vegetales siempre verdes, hidromórficas, inundadas permanentemente o durante buena parte del año (Carilla et al., 2018). Se encuentran en zonas con escasas precipitaciones y déficits de humedad del suelo (Squeo et al., 2006) y están constituidas por un tapiz vegetal denso en donde predominan plantas tipo almohadilla o cojín y cespitosas. En los sectores con cursos o pozos de agua crecen especies acuáticas y por debajo de la alfombra verde superficial, puede detectarse materia orgánica muerta (turba) (Carilla et al., 2018). Cabe destacar la importancia de los suelos orgánicos en cuanto a la preservación de distintos archivos ambientales que informan sobre entornos pasados desde la última edad del hielo (McCulloch y Reid, 2021).

La Puna sur se encuentra bajo la influencia de la dinámica de diversos centros anticiclónicos y ciclónicos que se desplazan latitudinalmente a lo largo del año. Durante el verano, prevalecen los vientos húmedos del este asociados al Monzón Sudamericano cuyo efecto se intensifica por la presencia de la Baja del Chaco. En niveles altos (≈ 200 hPa), el calentamiento convectivo sobre el Altiplano genera el Anticiclón del Altiplano o del Noroeste argentino, con centro sobre Bolivia o el norte argentino. Este sistema favorece el ascenso del aire y el desarrollo de la convección en la Puna norte. En invierno dicho anticiclón se debilita y se desplaza hacia el norte (en torno a $\sim 10^\circ\text{S}$), mientras la circulación del oeste seco del Pacífico, invade la Puna bloqueando el ingreso de humedad desde el

este (Chaco y Amazonia). La Puna sur es más seca porque el Anticiclón del Altiplano permanece más al norte, generando subsidencia (descenso de aire seco) y bloqueo en su borde meridional. También influye la mayor distancia a las fuentes de humedad del este y la influencia seca del Pacífico, que en conjunto determinan una marcada aridez estival y extrema sequedad invernal (Santamans et al., 2021).

El área de estudio (Figura 1) se encuentra en la Puna sur y está atravesada por una serie de cordones montañosos. La red hidrográfica, de régimen permanente y efímero, es endorreica. El río Punilla es el principal colector en la cuenca de la Laguna de Antofagasta y recibe aportes hídricos procedentes de los cordones montañosos de la sierra Calalaste, sierras de Toconquis y Cerro Mojones. El paisaje se caracteriza por extensas planicies cubiertas por detritos que forman terrazas aluviales, pedimentos y abanicos aluviales preferentemente de edad Pleistocena, así como también cerros volcánicos (Ilanco y Miriguaca), calderas (cerro Galán), conos de escorias (Alumbrera, Antofagasta), mesetas de ignimbritas o lava. En función de diferentes factores ambientales, el área fue subdividida en tres sectores: fondo de cuenca, sectores intermedios y quebradas de altura (Olivera, 1992).

Haber (1992) distingue diversas unidades de vegetación de acuerdo con la composición florística y la cobertura vegetal: vega (Figura 3A-C), pajonal, tolar (Figura 3F), campo y vegetación de río, ladera de quebradas y ojo de agua. En la vega puneña predomina la familia Juncaceae, seguida por Poaceae. Las ciperáceas aparecen esporádicamente hacia el centro de la vega, mientras que a los costados de las corrientes de agua se disponen matas de gramíneas. El pajonal puede identificarse sobre las ondulaciones de las mesetas entre 3900 y 4700 msnm. Se trata de un sector de pastoreo natural para las vicuñas y al que las llamas son conducidas especialmente. La familia más representada es Poaceae y también están presentes especies de Asteraceae y Fabaceae. El tolar, ubicado entre 3900 y 3400 msnm, es un terreno con presencia de arbustos y cobertura vegetal baja en donde se destacan las familias Asteraceae, Fabaceae y Verbenaceae. El campo, situado por debajo de 3400 msnm, corresponde a una estepa herbácea y rala con escasos arbustos y no se reconoce el uso actual de esta unidad (Haber, 1992).

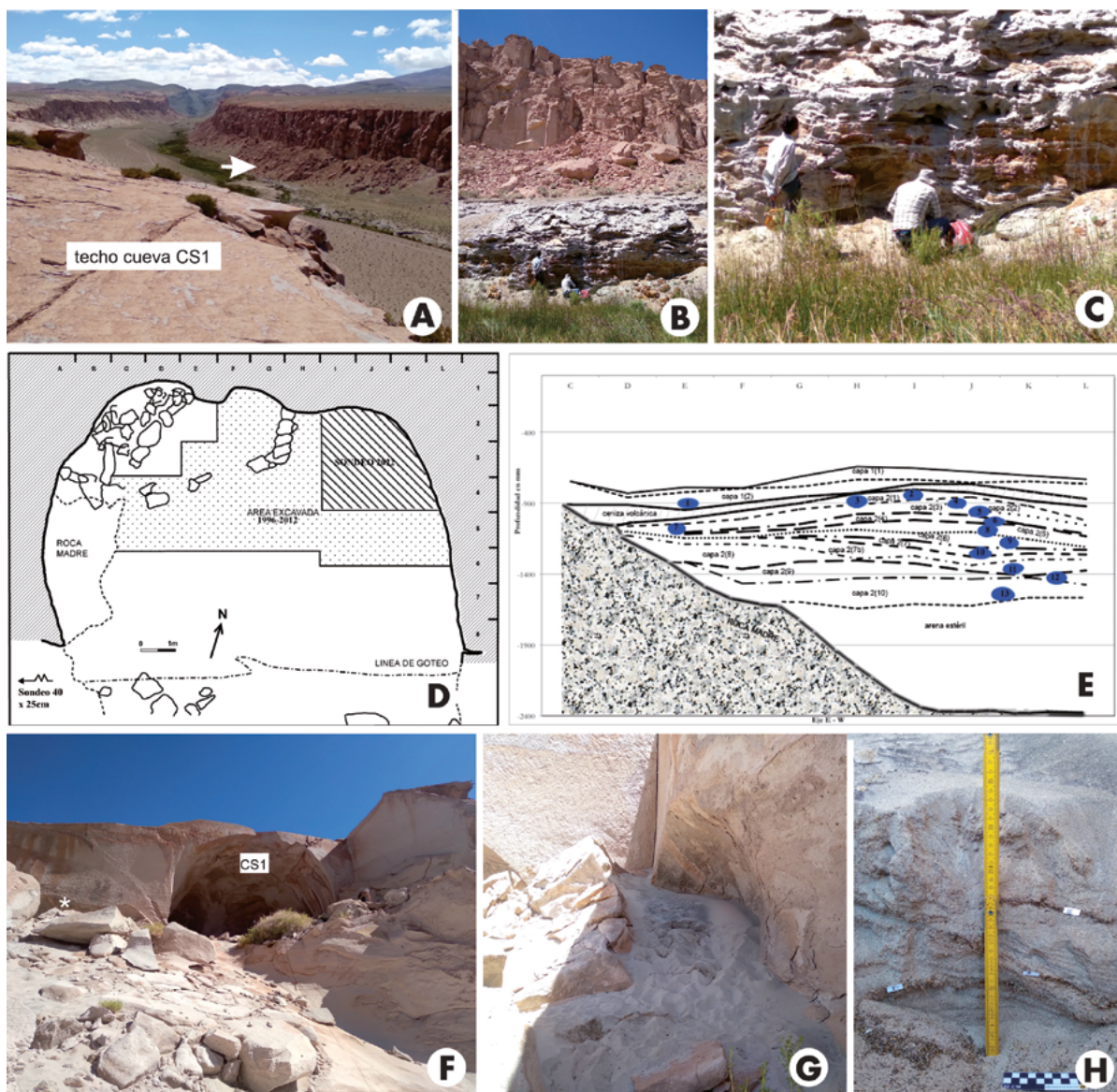


Figura 3. Sectores de muestreo. A-C. Vega del río Las Pitas: A- vista general desde el techo de Cueva Salamanca 1; B- vega del río Las Pitas y farallón de ignimbrita; C- perfil estratigráfico de la vega del río Las Pitas y equipo realizando el muestreo. D-F. Sitio Cueva Salamanca 1: D- planta de la excavación; E- perfil, capas excavadas; F- vista general de la cueva. G-H. Sector externo, contiguo a la cueva: G- vista general; H- perfil sedimentario. El asterisco blanco en F indica la ubicación del sector externo a la cueva muestreado.

Paleoambiente

La información paleoambiental del área de estudio (Olivera et al., 2004, Tchilinguirian, 2008; Tchilinguirian y Morales, 2013; Tchilinguirian y Olivera, 2014), registrada de archivos ambientales situados en diferentes lugares de ANS, incluida el área de estudio, fue resumida por Grana y colaboradores (2016). Por otra parte, el estudio de Grana y coautores (2015) compara las cuencas adyacentes de los ríos Las Pitas y Miriguaca, situada más al norte, las cuales comparten características geomorfológicas y geológicas. Ambos ríos son permanentes debido a la mayor precipitación en las partes altas de sus cuencas y llanuras de inundación, por

encima de los 4800 msnm, contienen humedales con montículos de suelo resultantes de las heladas y de la flora de las márgenes de los ríos. En los tramos medios de ambas cuencas (4800-4000 msnm), los ríos erosionaron la meseta de ignimbrita, formando cañones de 80 a 120 m de profundidad y en los tramos inferiores (4000-3200 msnm) desembocan en amplios valles insertados en conglomerados del Pleistoceno. A lo largo de ambos cursos se observan cinco terrazas fluviales del Pleistoceno tardío al Holoceno, junto con una llanura de inundación ocupada por vegas. La cuenca alta del río Las Pitas cubre un área de aproximadamente 100 km² y contiene un mayor número de manantiales en comparación con la cuenca alta del río Miriguaca

de aproximadamente 60 km² (Squeo et al., 2006; Grana et al., 2015).

Entre 7200-3600 cal AP la región fue muy heterogénea ya que la disponibilidad de humedales habría variado fuertemente entre subcuencas, factor importante a tener en cuenta para interpretar las ocupaciones de la región. Durante este lapso los sectores medios/altos de las quebradas presentaron ambientes hidrológicos estables en cuanto a disponibilidad de agua y predecibles en el mediano y largo plazo para su explotación y ocupación, mientras que las cuencas bajas fueron más inestables. En comparación con la fase previa a 7200 cal AP y posterior, las condiciones en este lapso fueron algo más áridas (Grana et al., 2015).

Hacia ca. 4800 cal AP se presentaron condiciones de mayor humedad y estabilidad hidrológica que habrían amortiguado la aridez general de la zona. Posteriormente, ca. 3500-1600 cal AP, la heterogeneidad ambiental disminuyó y predominaron condiciones de mayor humedad en la región tal como describen Apóstolo y colaboradores (2019) y Rodríguez y Aguirre (2019). La variación del ambiente no solo se tradujo en la disponibilidad de agua sino también en la localización de las comunidades vegetales ya que éstas pudieron haber variado a través del tiempo en relación con la altitud según los cambios paleoambientales (Pintar, 2014b; Pintar y Rodríguez, 2015; Apóstolo et al., 2019).

En ambas vertientes de los Andes la arqueología recurrió a una serie de conceptos que vinculan el paleoambiente y la ocupación humana del espacio. Si bien Núñez y Santoro (1988) plantearon un "silencio arqueológico del Holoceno medio", que alude a una pausa ocupacional en la región de Atacama (Chile) dadas las condiciones de hiperaridez y fragmentación ambiental durante el Holoceno medio (Tchilinguirian y Morales, 2013; Yacobaccio, 2013), posteriormente, se propusieron varios "refugios ecológicos" en ambas vertientes de los Andes que incluyen al río Barrancas, la quebrada de Lapao (Puna norte) y el curso medio del río Las Pitas (Puna sur) en la vertiente oriental, y los sitios Tulán y Puripica en la occidental (Grosjean y Núñez, 1994; Núñez et al., 1999, 2013; Pintar, 2009, 2014b; Yacobaccio et al., 2017; Morales et al., 2018). En el presente trabajo se analizan datos/archivos paleoambientales que apoyan la propuesta que considera al curso medio del río Las Pitas como un refugio ecológico durante el período de hiperaridez del Holoceno medio.

Ocupaciones tempranas en Antofagasta de la Sierra

La temprana evidencia de ocupación post-pleistocénica en ANS proviene de los sitios Peñas de las Trampas 1.1 (PT1.1) y Quebrada Seca 3 (QS3), dos aleros emplazados a 3582 y 4050 msnm, con fechados entre 11.800 y 11.200 cal AP respectivamente (Rodríguez, 1998; Aschero, 2014; Martínez, 2014; Pintar, 2014a; entre otros) y sin asociación con megafauna extinta. Estos fechados son algo más tardíos que aquellos en Puna norte (Pintoscañoc, ca. 12.300 cal AP e Inca Cueva 4, ca. 12.350 cal AP, *sensu* Yacobaccio, 2017). La baja visibilidad arqueológica, dada la ausencia de ocupaciones recurrentes, sugiere una discontinuidad ocupacional durante este lapso relacionada con un período de exploración (*sensu* Borrero, 1994-1995) del área. Luego, ca. 10.000 cal AP, se detecta un incremento en la cantidad de sitios arqueológicos y ocupaciones recurrentes (Pintar et al., 2016). Posterior, a los 9000 cal AP, se observa el comienzo de la ocupación efectiva del curso medio del río Las Pitas con una serie de ocupaciones recurrentes en los sitios QS3, Punta de la Peña 4, Peñas de la Cruz 1.1 y CS1, además de varios entierros en el sitio PT1.1 (Martínez, 2014).

El sitio CS1 está emplazado en un farallón de roca ignimbrítica a 3665 msnm en la margen derecha del curso medio del río Las Pitas (Figura 3F) (Pintar, 2004, 2014b). Presenta una historia geológica compleja que implica la intervención de varios procesos en distintas etapas de su formación que incluyen la acumulación de ignimbritas durante el Plioceno, un período de erosión inicial fluvial del proto río Las Pitas que escurría en varias ramas, de 10 a 20 m de profundidad, sobre la planicie de la ignimbrita, y procesos de remoción en masa de las paredes de la cañada de CS1, tales como caídas y vuelcos de rocas formando la hendidura inicial de CS1. Posteriormente, la hendidura fue erosionada por la acción del viento que junto con la meteorización (desgranado) provocó la profundización suavizando las irregularidades de la pared rocosa de la hendidura. Alrededor de 9000 cal AP, y posiblemente más temprano, comienza una etapa de acumulación de sedimentos que consisten en arenas cuarzosas, limpias y seleccionadas, originadas por la erosión eólica regional de las ignimbritas. La hendidura y la cañada actúan como un obstáculo para el viento procedente del oeste y permiten la acumulación de arenas dentro de la hendidura. Se reconocen pequeños fragmentos de arenas negras

durante el lapso 9000-7000 cal AP con sedimentación eólica y evidencia de ocupación y alteración humana en las capas 2(10) a 2(1). Sobre la capa 2(1) -ca. 4700-5000 cal AP- se destaca un sello de ceniza volcánica proveniente de la erupción del cerro Blanco en el extremo meridional de la Puna, ca. 4200-4800 cal AP (Fernández Turiel et al., 2019) ya que la cueva era un sector de reparo de vientos. Luego del evento eruptivo hubo un momento de ocupación: capa 1, ca. 1600-1650 cal AP (Pintar, 2014b) (Tabla 1; Figura 3E).

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo

Esta etapa incluyó el estudio de la historia geológica del curso medio del río Las Pitas y del sitio CS1, así como también la extracción de muestras en sectores con estratigrafía conocida y concentración de materia orgánica. Se trabajó en perfiles sedimentarios tanto en las barrancas del río como en CS1 y en un área delimitada contigua a éste. Se realizaron muestreos en estos tres sectores como se detalla a continuación (Figuras 1-3).

No. Muestra en Fig. 3E	Capa	Edad 14C (años AP)	Rango años calibrados ($p = 0,95$) (cal AP)	Probabilidad mediana (cal AP)	$p=$	Material	$\delta^{13}C$ (‰)	Lab.
1	1(2a)	1742 ± 22	1538-1553 1557-1626 1651-1698	1604	0,077 0,586 0,337	Semillas de quinoa	-25,4	X29743
1	1(2a)	1796 ± 23	1589-1601 1607-1710 1714-1722	1651	0,047 0,930 0,024	Semillas de quinoa	-23,8	X29741
2	2(1a)	4225 ± 41	4576-4845	4719	1	Carbón	-22,0	X36629
3	2(1a)	4460 ± 40	4865-5084 5099-5138 5164-5281	5026	0,668 0,068 0,264	Carbón	-22,2	Beta-311872
4	2(2a)	6250 ± 60	6949-7261	7100	1	Carbón	-	LP-931
5	2(3a)	7410 ± 100	7984-7990 8006-8378	8186	0,004 0,996	Carbón	-	LP-615
6	2(3a)	7630 ± 40	8224-8234 8327-8464 8471-8484 8492-8519	8395	0,008 0,952 0,009 0,031	Carbón	-23,2	Beta-311873
7	2(4a)	7500 ± 60	8054-8073 8171-8400	8274	0,013 0,987	Carbón	-21,2	Beta-178223
8	2(5a)	7550 ± 60	8187-8410	8319	1	Carbón	-22,4	Beta-178224
9	2(6a)	7540 ± 50	8189-8394	8311	1	Carbón	-22,2	Beta-280987
10	2(7a)	7620 ± 60	8205-8262 8300-8538	8388	0,088 0,912	Carbón	-22,5	Beta-178225
11	2(8a)	7870 ± 50	8452-8780 8832-8861 8885-8891 8918-8947 8957-8975	8622	0,941 0,025 0,003 0,018 0,012	Carbón	-20,8	Beta-280988
12	2(9a)	7990 ± 60	8604-8617 8634-8996	8813	0,018 0,982	Carbón	-18,0	Beta-280989
13	2(10)	8100 ± 50	8654-8667 8720-9130	8953	0,008 0,992	Carbón	-22,0	Beta-260687

Nota. Se utilizó el programa Calib 8.2 para el Hemisferio sur (SHCal20) con 2 sigmas. Referencias: Lab.: laboratorio; p : probabilidad.

Tabla 1. Fechados radiocarbónicos de Cueva Salamanca 1.

A. Muestreo en los perfiles sedimentarios de edad Holocena del río Las Pitas que incluyó la colecta de sedimentos de paleosuelos y sedimentos de las barrancas en dos lugares del río Las Pitas (Figura 2A-C) que se denominaron Las Pitas 1 (LP1-Lp1) y Las Pitas 2 (LP2). En ambos perfiles se tomaron tres muestras: M1, M2 y M3, que posteriormente fueron procesadas en laboratorio para identificar múltiples microrrestos vegetales (polen, diatomeas, fitolitos, entre otros) (Figuras 1 y 2).

Las muestras en ambos perfiles fueron extraídas como se detalla a continuación:

Muestra 1 (*terminus ante quem* ca. 6750 cal AP): capa de 1 mm de ceniza negra orgánica fluvial, interestratificada con diatomeas blancas y sin macrorrestos vegetales.

Muestra 2 (*terminus ante quem* ca. 6750 cal AP): capa de 1 mm de arena fina negra orgánica interestratificada con diatomeas blancas.

Muestra 3 (ca. 4900 cal AP): capa de 3 cm de materia orgánica interestratificada con diatomeas que constituye un paleosuelo.

B. Muestreo en el interior del sitio CS1 para análisis palinológicos (Figuras 1 y 3D-F). Del archivo sedimentario de la cueva se analizaron dos muestras procedentes de dos capas de ocupación: capa 1, ca. 1600 cal AP y capa 2(7) ca. 8400 cal AP, así como también 13 muestras de la capa de arena estéril (de 90 cm de potencia aproximadamente) que se encuentra por debajo de la más antigua ocupación del sitio: capa 2(10), ca. 9000 cal AP. Se consideraron también los macrorrestos identificados previamente (Pintar y Rodríguez, 2015, 2022).

C. Muestreo en un sector exterior y contiguo a CS1 (Figuras 1 y 3G-H). El sector externo analizado constituye un depósito natural, sin fechado, que puede estar conformado por vegetales transportados por el viento. Dentro de este sector se diferencian tres capas delgadas -I, II y III- definidas por la abundante presencia de macrorrestos orgánicos (Figura 3H). El muestreo en este sector consistió en la delimitación de un sondeo de 40 x 25 cm hacia el oeste de CS1. Se tomó una muestra de cada una de las capas y se agregó una muestra testigo que se extrajo por fuera del perfil. Todas ellas fueron procesadas en el laboratorio para su posterior identificación y análisis.

Por otra parte, se llevó a cabo una prospección para relevar las comunidades vegetales actuales circundantes al sitio. Las transectas de observación,

reconocimiento y colecta de especies vegetales se diseñaron para cubrir la planicie superior del farallón de ignimbrita donde se ubica la cueva, la zona de aprovisionamiento y cantera cercana a dicho sitio (Figura 3A) y el curso medio inferior del río La Pitas (Figura 3B).

Análisis de los macrorrestos y microrrestos recuperados

Silicofitolitos, diatomeas y otros microrrestos

Las muestras procedentes de los perfiles del río Las Pitas (Figura 2) se procesaron en laboratorio siguiendo los pasos metodológicos propuestos por Coil y colaboradores (2003). Del sedimento catalogado como LP1 y LP2 se realizó la extracción múltiple de microrrestos utilizando defloculador Calgon, sin ioduro de zinc (I2Zn). Los restos fueron observados con microscopio petrográfico Zeiss a 200 y 400X. Para la designación de las diatomeas se consultó bibliografía especializada (Rumrich et al., 2000; Maidana y Seeligmann, 2006, 2015) y para los fitolitos se utilizó el Código Internacional de Nomenclatura para Fitólitos (ICPN 2.0, 2019) y las nóminas conservadas (nomina conservanda): formas cruz, rondel, saddle. En el caso de los almidones se consideró el Código Internacional de Nomenclatura para Almidones (ICSN, 2011). Para alcanzar el conteo mínimo de silicofitolitos (N = 300) se recorrieron entre dos a cuatro transectas, dependiendo de la muestra y se realizó para cada una de ellas un escaneo en campos claros y un escaneo en campos polarizados.

Polen

Las muestras para el análisis palinológico (Tabla 2), se sometieron a métodos de laboratorio según el ambiente de sedimentación y el tipo de material a estudiar. Las técnicas empleadas fueron las estándar para sedimentos superficiales y cuaternarios como la determinación del volumen, incorporación de dos tabletas de *Lycopodium* (Universidad en Lund, Suecia) por muestra como testigos, tratamiento con KOH, HF, filtrado, acetólisis y montaje con agua glicerizada (Faegri e Iversen, 1989).

Para el conteo y la toma de fotografías se utilizó un fotomicroscopio Leica DM500 con magnificación de 40X. El análisis de los datos y gráficas se efectuó bajo el programa Tilia (Grimm, 2015) y la

Sectores de muestreo A y B / antigüedad	Número de muestras analizadas y su procedencia (capa, cuadrícula, extracción)
CS1: 1600 cal AP	Capa 1(2): G4 (n=1)
Perfil LP1-LP2, Unidad C: ca. 4900 cal AP	LP1 Muestra 3 (LP1-M3) (n=1) LP2 Muestra 3 (LP2-M3) (n=1)
Perfil LP1-LP2, Unidad B: ca. 6750 cal AP	No se tomaron muestras de sedimentos de esta unidad
Perfil LP1-LP2, Unidad A: > ca. 6750 cal AP	LP1 Muestra 2 (LP1-M2) (n=1) LP2 Muestra 2 (LP2-M2) (n=1)
	LP1 Muestra 1 (LP1-M1) (n=1) LP2 Muestra 1 (LP2-M1) (n=1)
CS1: 8400 cal AP	Capa 2(7b): I4 (n=1)
CS1: Pre-9000 cal AP	Extracción 3ª: J3, J4 (n=2)
	Extracción 4ª: I4, J3, J4 (n=5)
	Extracción 5ª: J3, J4 (n=2)
	Extracción 6ª: I3, I4, J3 (n=3)
	Extracción 7ª: J3 (n=1)

Tabla 2. Muestras tomadas para el análisis del polen en los perfiles 1 y 2 de la paleo vega del río Las Pitas (sector de muestreo A) y en el interior del sitio Cueva Salamanca 1 (sector de muestreo B). Total de muestras: CS1 = 15; LP1 = 3; LP2 = 3.

identificación de los tipos polínicos se logró con la ayuda de la Palinoteca de referencia PAL JUA del Laboratorio de Palinología, FCA/UNJu-INECOA y la literatura existente (Heusser, 1971; Markgraf y D'Antoni, 1978; Moore y Webb, 1983).

Se agruparon los tipos polínicos siguiendo un criterio ecológico (Cabrera, 1976; Burkart et al., 1999) de acuerdo con el cual se diferencian distintos tipos vegetacionales: 1- vegetación regional de la Puna (asociaciones de estepas arbustivas y herbáceas puneñas), 2- Yungas - Chaco (asociación de Bosque) y 3- vegetación local, como los indicadores de humedad y disturbio antrópico. En la asociación de disturbio se encuentran tipos polínicos registrados en la bibliografía y en relevamientos de la vegetación vinculados al disturbio antrópico y particularmente a los sistemas agropastoriles de alta montaña (Ruthsatz y Movia, 1975; Ruthsatz, 1977; Tapia-Nuñez y Flores-Ochoa, 1984; Braun Wilke, 1991; Hansen et al., 1994; Lupo, 1998; Cruz, 2012; Oxman, 2015; Lupo et al., 2017, 2018; Torres et al., 2019).

Macrorrestos del sector externo y contiguo a Cueva Salamanca 1

Se procesaron las muestras obtenidas en este sector (Figura 3G-H) con el fin de identificar los taxones vegetales presentes en este depósito natural.

Los especímenes se hirvieron en agua con detergente de uso comercial durante 1-2 minutos. Estos restos se incluyeron en parafina y se cortaron con micrótomo rotatorio (Leica RM2235). El espesor de estos cortes fue de 10 micrómetros. Fueron coloreados con safranina *fast-green* y montados en bálsamo de Canadá para ser observados y fotografiados con microscopio óptico (ZEISS AXIOPLAN). Estos pasos se llevaron a cabo en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.

Una vez preparados los materiales para su observación, fueron analizados e identificados por comparación anatómica a partir de cortes histológicos de las especies actuales que conforman la colección e histoteca de referencia de especies vegetales colectadas en el área de estudio complementando con bibliografía sobre la anatomía de dichas especies (Solbrig, 1961; Böcher, 1979; Bonzani y Ariza Espinar, 1992; Carmona y Ancibor, 1995). Para la confección de la colección de referencia, las porciones de tallo, raíz, hoja y caña florífera de cada especie actual colectada en el área de estudio fueron hervidas en agua destilada con detergente comercial, durante aproximadamente 5-10 minutos las especies herbáceas, y 10-30 minutos las especies leñosas. Luego se obtuvieron cortes transversales y longitudinales con micrótomo de deslizamiento y, en algunos casos, a mano alzada. Los cortes se colorearon con safranina *fast-green* y montaron en bálsamo de Canadá (D'Ambrogio de Argüeso, 1986; Rodríguez, 2014) para ser observados con microscopio óptico (NIKON FX-A).

Análisis geológicos

Estos consistieron en la descripción de perfiles sedimentarios en la terraza fluvial de edad Holocena que se eleva a 4 m sobre el lecho del río Las Pitas frente al sitio CS1. En los perfiles se identificaron las discontinuidades erosivas, las facies sedimentarias y su continuidad lateral. Con estos datos se separaron alonidades sedimentarias y se interpretó el paleoambiente sedimentario. Los perfiles cuentan con fechados radiocarbónicos tal como se indica en la Figura 2 (Tchilinguirian, 2008; Grana et al., 2015 y 2016). Las muestras para análisis de microrrestos en los dos perfiles (LP1 y LP2) se tomaron de la unidad A (M1 y M2) y de la base de la unidad C (M3).

RESULTADOS

Geología del curso medio del río Las Pitas y Cueva Salamanca I

El curso medio del río Las Pitas drena dentro del cañadón labrado en ignimbritas de edad Pliocena. El cañadón tiene 200 m de profundidad y 400 m de ancho, posee paredes rocosas verticales sujetas a caídas de rocas en la margen izquierda. En la margen derecha y al pie de las ignimbritas aparecen dunas que se forman al reparo del viento. En el fondo del valle se desarrollan tres niveles de terrazas fluviales impares. La más antigua se eleva a 20 m sobre el nivel del río, se compone de conglomerados gruesos y se interpreta de edad Pleistocena. Las dos restantes se elevan a 4 y 1,5 m y son de edad Holocena. En este trabajo se estudian los depósitos de la terraza fluvial de edad Holocena que se eleva a 4 m sobre el nivel del lecho, frente al sitio CS1 y especialmente en la ribera izquierda del río Las Pitas donde presenta 1000 m de afloramientos (Figura 2).

La buena exposición de los afloramientos permitió distinguir el cambio vertical y lateral de las facies sedimentarias e interpretar el paleoambiente a una escala espacial algo más extensa que un perfil sedimentario de escala puntual. Estos perfiles tienen de 3,5 a 4 m de espesor y están constituidos por las tres unidades que se denominaron A, B y C y se hallan separadas por discontinuidades erosivas que se reconocen a lo largo de 1000 m de afloramientos expuestos, es decir que se relaciona con cambios en el nivel de base (Figura 2A). La unidad B se apoya en un paleorelieve elaborado sobre la unidad A y la unidad C lo hace sobre un paleorelieve entallado en la unidad B. Cada unidad corresponde a un ciclo de agradación sedimentaria, mientras que las discontinuidades representan eventos erosivos asociados al descenso del nivel de base de dicho río.

La unidad A -1 a 2 m de espesor- es la inferior y tiene una antigüedad mayor que la unidad B, descrita en el siguiente párrafo; su base está cubierta por el aluvio actual (Figura 2). Se compone de gravas gruesas clasto sostén donde es común la presencia de estructuras entrecruzadas planares y horizontales (litofacies Gt, Gh, facies 1). Tiene clastos subangulares y subredondeados que se hallan imbricados. La matriz es arenosa gruesa y es común la presencia de pátinas rojizas de óxido de hierro. La composición de las arenas y gravas es polimíctica y dominan los litoclastos subredondeados y sub esféricos de andesitas, ignimbritas, filitas, basaltos, y en menor

proporción, cuarzo y micas. Hacia la parte superior se reconocen arenas gruesas estructuradas con láminas de diatomeas de color claro con muy delgadas laminas finas oscuras de materia orgánica. Toda la sección tiene marcas de raíces. Las muestras 1 y 2 provienen de esta unidad.

La unidad B se apoya con discontinuidad erosiva sobre la unidad A, y tiene un fechado de ca. 6750 cal AP. La superficie erosiva forma paleovalles que se encajan en la unidad A (Figura 2B). Esta unidad está constituida por varias litofacies. La basal se compone de gravas gruesas clasto sostén con estructuras horizontales entrecruzadas planar (litofacies Gt, Gh, facies 1) y grano decrecientes. Los clastos tienen pátinas rojizas similares a la hallada en la unidad infrayacente. Se reconocen solo escasos puntos a lo largo de 1000 m de exposición y se presenta en cuerpos sedimentarios con formas de corte y relleno de 0,5 a 1 m de espesor que lateralmente se extienden hasta 10 m. Las litofacies superiores son las dominantes y consisten en 1 a 2 m de arenas medias a gruesas con escasas gravas finas dispersas (litofacies Sm). Bajo lupa binocular se observan cristales de cuarzo euhedral translúcido (70%), láminas de mica (15%) y litoclastos predominantes de ignimbritas (15%) muy similares en cuanto a textura, forma y composición a los sedimentos de las dunas actuales situadas en la margen derecha del cañadón. Los clastos de gravas y bloques son angulares y se componen de ignimbritas procedentes del aporte local por remoción en masa del lateral del cañadón. Otras litofacies asociadas son las gravas matriz soportadas (litofacies Gmm, facies 2) donde la arena es predominantemente de cristales de cuarzo euhedral y clastos de forma subredondeada (70%), y en menor proporción, hay litoclastos de andesitas, basaltos, ignimbritas y filitas subredondeados (30%). En forma subordinada hay pequeñas lentes de gravas medianas y estructuradas con diatomeas laminadas datadas en ca. 6750 cal AP (Grana et al., 2016). Todo el conjunto se presenta con trazas de raíces, más abundantes cerca de la base de la unidad C. La estructura sedimentaria indica que esta unidad inició su depósito por ríos permanentes de tipo entrelazado que posteriormente fueron cubiertos por dunas y se mezclaron en proporciones variables con el aporte de la remoción en masa procedente de la escarpa de ignimbritas. En los paleovalles ocurrieron flujos densos de elevada carga sedimentaria de corta duración. El aporte eólico y coluvial indica que el río perdió capacidad de transporte y fue parcialmente obliterado quedando

algunos canales menores de donde se obtuvo la muestra para el fechado.

La unidad C se apoya en una superficie de incisión con morfología en "V" separando depósitos de granulometría contrastante (Figura 2B). La superficie trunca un paleosuelo evidenciado por la presencia de trazas de raíces. En base a estas consideraciones se interpreta la presencia de una discontinuidad erosiva en la base de la unidad C. Esta comienza con una grava gruesa de coloración rojiza con estructuras de corte y relleno (facies 1). Esta capa varía su espesor a lo largo de las exposiciones (20 cm a 1,2 m de espesor). Por encima se evidencia una sucesión cíclica de dos tipos de facies. La facies dominante se compone de limos y diatomeas de color blanco que se hallan finamente laminados con materia orgánica negra (facies 4) en cuerpos tabulares de 5 a 15 cm de espesor con una continuidad lateral que alcanza los 50 m de extensión. En forma subordinada hay gravas medianas clasto sostén y estructuradas con pátinas rojizas (facies 1). Estas forman lentes de 20 a 40 cm de espesor que presentan bases de corte y relleno y están cubiertas por las mencionadas diatomeas. En toda la sección abundan las marcas de raíces, rizolitos con óxido de hierro y carbonato y formación de suelos (colores gley y moteados). Las edades están comprendidas entre ca. 3800 y 4900 cal AP para las capas de diatomeas situadas en la sección inferior y ca. 3800 cal AP para la capa superior (Figura 2C). A partir de ese momento, el sistema fluvial se torna erosivo y profundiza su lecho hasta su configuración actual (Tchilinguirian y Olivera, 2014). La muestra 3 procede de esta unidad (Figura 2C).

En cuanto al sitio CS1 (Figura 3D-F), durante el trabajo de campo se detectaron fragmentos de costras de ignimbrita con manchas de sales que caen por el desplazamiento en microplacas de pared; también cristales de cuarzo de tamaño arena fina producidos por la disgregación granular de la roca. Algunos cristales son de formas bipiramidales y algo redondeados lo cual indica un aporte mixto de diferentes distancias a partir de la erosión de la ignimbrita de afuera y de la pared de la cueva (desgranamiento). También se registraron fragmentos de 1 a 3 cm de vulcanitas rojas y negras que se desprenden de la ignimbrita y otros fragmentos de ignimbrita caídos directamente de la pared de la cueva. Otros elementos externos son las hojarascas traídas por el viento y atrapadas en arenas de la cueva. Se identificaron microfragmentos de material quemado y magnetita negra concentrada por la

acción eólica en la arena y la ceniza asociada a la erupción del Cerro Blanco ca. 4200-4800 cal AP (Fernández Turiel et al., 2019).

Silicofitolitos, diatomeas y otros microrrestos vegetales

Se registraron distintos tipos de microrrestos en cinco de las seis muestras tomadas en terreno (LP1 Muestra 1: 1815 microrrestos totales, LP1 Muestra 3 ceniza negra: 2062 microrrestos totales, LP2 Muestra 1: 1894 microrrestos totales, LP2 Muestra 2 ceniza negra: 2339 microrrestos totales y LP2 Muestra 3 ceniza negra: 1940 microrrestos totales) (Tablas 3 y 4; Figura 4), la M2 de LP1 brindó solo identificaciones de granos de polen que se detallan en el apartado siguiente (análisis polínico).

A nivel general, se identificaron 34 morfotipos de silicofitolitos (monocotiledóneas y dicotiledóneas), 30 taxones de diatomeas, 19 tipos de esporodogramas. Mientras que los estatocistos de *Crysophyceae*, los microcarbones y los granos de polen de especies de la familia *Poaceae* se contabilizaron en todas las muestras estudiadas, solo se detectaron granos de almidón de *Amaranthus* sp. en la Muestra 3 de Las Pitas 2. El Reino Fungi (hongos) está representado por esporas e hifas.

En ambos grupos de muestras se registraron silicofitolitos provenientes de hojas, tallos, raíces, así como también granos de polen pertenecientes a la familia *Poaceae*, subfamilias *Panicoideae* y *Chloridoideae* y silicofitolitos cónicos de la familia *Cyperaceae* (*Monocotyledoneae*). Asimismo, se hallaron restos de plaquetas equinadas asociadas a la epidermis de frutos comestibles de *Celtis* sp. (*Cannabaceae*, "tala", *Dicotyledoneae*). Tanto en monocotiledóneas como en dicotiledóneas, los silicofitolitos presentan signos de termoalteración. En cuanto a las diatomeas, los géneros *Navicula*, *Anomoensis sphaerophora* morfotipo 2 y *Rhopalodia gibba* se presentaron en las muestras de LP1 y LP2, mientras que *Pinnularia* sp. y *Luticola multicopsis* solo se identificaron en LP2. Los valores obtenidos para otros taxones de diatomeas pueden observarse en la Tabla 3.

Análisis palinológico

Perfiles del río Las Pitas

Todas las muestras obtenidas en los perfiles del río Las Pitas (Tabla 2) tienen marcas de esporas de *Lycopodium* sp. (familia *Lycopodiaceae*, división

Diatomea	Las Pitas 1 (LP1)				Las Pitas 2 (LP2)					
	M1		M3		M1		M2		M3	
	> 6750 cal AP		ca. 4900 cal AP		> 6750 cal AP		> 6750 cal AP		ca. 4900 cal AP	
	c	%	c	%	c	%	c	%	C	%
Diatomea 1	-	-	-	-	-	-	2	0,09	3	0,15
<i>Anomoensis sphaerophora</i> morf. 1	-	-	-	-	35	1,84	53	2,27	10	0,51
<i>Anomoensis sphaerophora</i> morf. 2	32	1,76	63	3,05	40	2,11	42	1,80	16	0,82
<i>Anomoeoneis</i> sp.	77	4,24	-	-	-	-	-	-	38	1,96
<i>Caloneis</i> sp.	12	0,66	-	-	73	3,85	-	-	23	1,19
<i>Diploneis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	22	1,14
<i>Encyonema</i> sp.	93	5,12	-	-	-	-	20	0,85	30	1,55
<i>Ephitema</i> sp.	-	-	-	-	-	-	16	0,68	25	1,29
<i>Ephitema adnata</i>	26	1,43	5	0,24	61	3,22	-	-	-	-
<i>Eunotia</i> sp. (<i>andino frequens</i>)	55	3,03	95	4,61	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	46	1,97	95	4,90
<i>Fragillaria</i> sp. 1	145	7,99	90	4,36	16	0,84	-	-	-	-
<i>Fragilaria</i> sp. 2	2	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frankophila similioides</i>	34	1,87	64	3,10	-	-	30	1,28	40	2,06
<i>Hantz schiaamphioxys</i>	-	-	8	0,39	-	-	6	0,26	55	2,83
<i>Luticola</i> sp.	-	-	-	-	-	-	9	0,38	33	1,70
<i>Luticola multicopsis</i>	-	-	-	-	5	0,26	-	-	-	-
<i>Luticola mollis</i>	10	0,55	18	0,87	-	-	-	-	-	-
<i>Microcostatus andinus</i>	15	0,83	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i> sp.	153	8,43	145	7,03	136	7,17	140	5,98	115	5,93
<i>Navicula dicta</i> sp.	10	0,55	-	-	-	-	5	0,21	-	-
<i>Nitzschia denticula</i>	68	3,75	56	2,72	9	0,47	63	2,69	193	9,95
<i>Nitzschia halloyii</i>	20	1,10	18	0,87	80	4,22	21	0,90	-	-
<i>Pinnularia</i> sp.1	15	0,83	143	6,93	-	-	21	0,90	-	-
<i>Pinnularia</i> sp. 2	3	0,16	7	0,34	-	-	104	4,45	-	-
<i>Pinnularia</i> sp. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,41
<i>Pinnularia</i> sp.	-	-	-	-	127	6,69	-	-	-	-
<i>Pinnularia</i> aff. <i>boliviana</i>	75	4,32	-	-	-	-	-	-	57	2,94
<i>Pinnularia</i> (agrupada)	-	-	-	-	11	0,58	-	-	-	-
<i>Rhopalodia gibba</i>	91	5,01	18	0,87	88	4,64	104	4,45	15	0,77
Fragmentos de diatomeas	128	7,05	44	2,13	125	6,59	84	3,59	40	2,06

Tabla 3. Diatomeas recuperadas en los perfiles 1 y 2 de la paleo vega del río Las Pitas (sector de muestreo A). Referencias. c: conteo. La muestra 2 (M2) de LP1 fue estéril para microrrestos.

Pteridophyta); en general la mayoría tuvieron escasa preservación polínica y, en los casos de presencia, la concentración fue muy baja. En el diagrama de la Figura 5A se presenta una síntesis con los valores absolutos de los tipos polínicos encontrados. Se observa la presencia de polen de árboles del bosque montano de las Yungas, anemófilos, tales como *Alnus acuminata* Kunth y *Celtis* sp. Entre las hierbas y arbustos, están presentes las familias Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae, características de la estepa arbustiva puneña, el género *Urtica* de

ambientes ruderales, así como también micorrizas de suelos y esporas monoletes de helechos locales. Se destaca la abundancia de especies de la familia Poaceae en la Muestra 3 de LP2, indicado por la presencia local de espigas de estas plantas (Figura 5A).

Cueva Salamanca 1

En el diagrama que se muestra en la Figura 5B se observan los valores absolutos de los tipos polínicos

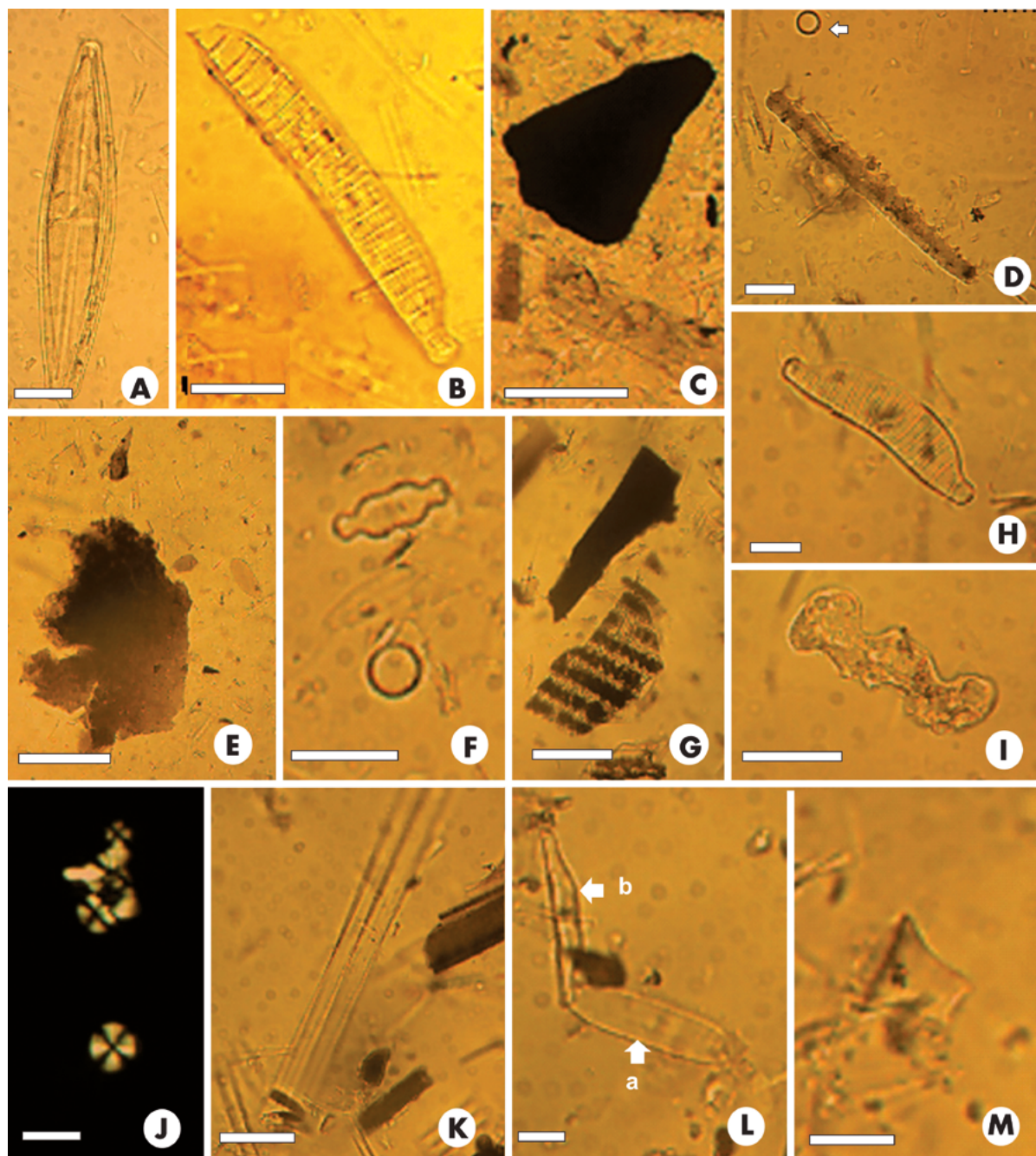
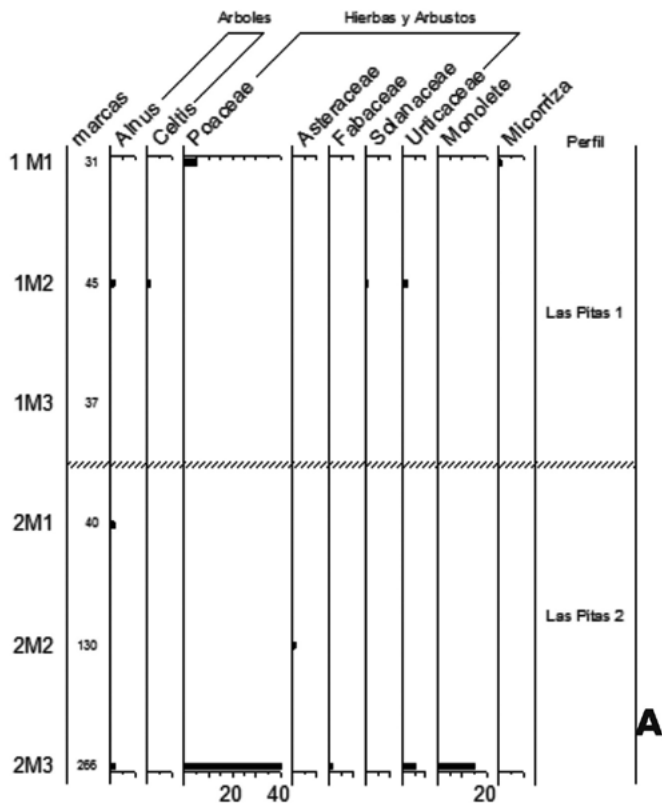


Figura 4. Microrrestos recuperados en el perfil de la vega del río Las Pitas. A-F y M: Las Pitas 1: A-diatomea de *Encyonema* sp.; B-diatomea de *Anomoeoneis* sp.; C-microcarbón; D-célula elongada; E-fragmento silicificado termoalterado; F-grano de polen de Poaceae y diatomea de *Luticola* sp.; M-célula corta. G-L. Las Pitas 2: G-microcarbón y espodograma; H-diatomea de *Epithemia adnata*; G-silicofitolito de célula corta; J-grano de almidón; K-silicofitolitos de células largas termoalteradas; L-diatomea de *Eunotia* sp. Las escalas equivalen a: A, B, F, I, K, M: 20 μm ; C, E, G: 50 μm ; D, H, J, L: 10 μm .

encontrados en CS1. Se detallan los resultados para las muestras bajo capa 2(10) ya que en las capas superiores -capa 1(2) y capa 2(7B)- no se detectó polen posiblemente a raíz de la constante acción eólica sobre el sitio y la naturaleza liviana del polen (Tabla 2). Como en el diagrama anterior, se destaca la presencia de tipos polínicos de árboles anemófilos del bosque montano de las Yungas pertenecientes a los géneros *Alnus* sp. y *Celtis* sp. Entre las hierbas,

las especies de la familia Poaceae están en casi todas las muestras y entre los arbustos y subarbustos, predominan las familias Asteraceae, Solanaceae y Malvaceae de la estepa arbustiva puneña y Urtica/ Amaranthaceae (Chenopodiaceae) de ambientes ruderales, con presencia de indicadores de humedad local como la familia Cyperaceae y especies del reino Fungi. En dos muestras hay abundantes tipos polínicos de Amaranthaceae (tipo *Chenopodium*);



algunos granos con un importante grado de deterioro (Figuras 6C-E y 7C-F).

Macrorrestos vegetales recuperados en un sector externo y contiguo a CS1

Con respecto a la muestra obtenida en el sector contiguo al sitio CS1, se identificaron taxones que pertenecen a cinco familias (Figuras 6A-B, F-G y 7A-B, G-K): Amaranthaceae (*Atriplex* aff. *imbricata*), Asteraceae (aff. *Chuquiraga atacamensis* y aff. *Parastrephia* sp.), Ephedraceae (aff. *Ephedra multiflora*), Poaceae (aff. *Cinnagrostis deserticolay* aff. *Deschampsia eminens* var. *fulva*) y Verbenaceae (aff. *Aloysia* sp.). En la Tabla 5 se detalla cada uno de ellos señalando, entre otras cosas, la capa en la que fueron recuperados (I, II, III). En algunos casos se trata de la muestra testigo tomada por fuera del perfil (véase Métodos). La descripción anatómica de los taxones identificados se presenta en Material suplementario.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS E INFORMACIÓN QUE BRINDAN ACERCA DEL PALEOAMBIENTE

El estudio del curso medio del río Las Pitas permitió generar información florística actual y pasada relevante, así como también aportar datos geológicos y paleoambientales (Figuras 4-7; Tablas 3-6) para el lapso ca. 9000 a 5000 cal AP. Los perfiles LP1 y LP2 presentaron similitudes y diferencias en relación con los análisis sedimentológicos. En este sentido, la composición de la unidad A es similar a la hallada en los sedimentos del lecho del cauce actual del río Las Pitas. Se interpreta que dicha unidad corresponde a ríos permanentes de alta energía con canales entrelazados en una llanura aluvial con vegetación. Al no estar datada, solo se puede asegurar que es previa a la edad de la unidad sobreyacente datada en ca. 6750 cal AP (Figura 2). Por otra parte, la unidad B representa un lapso durante el cual las condiciones climáticas fueron más secas con respecto a las fases previas y posteriores. Similar situación paleoambiental de

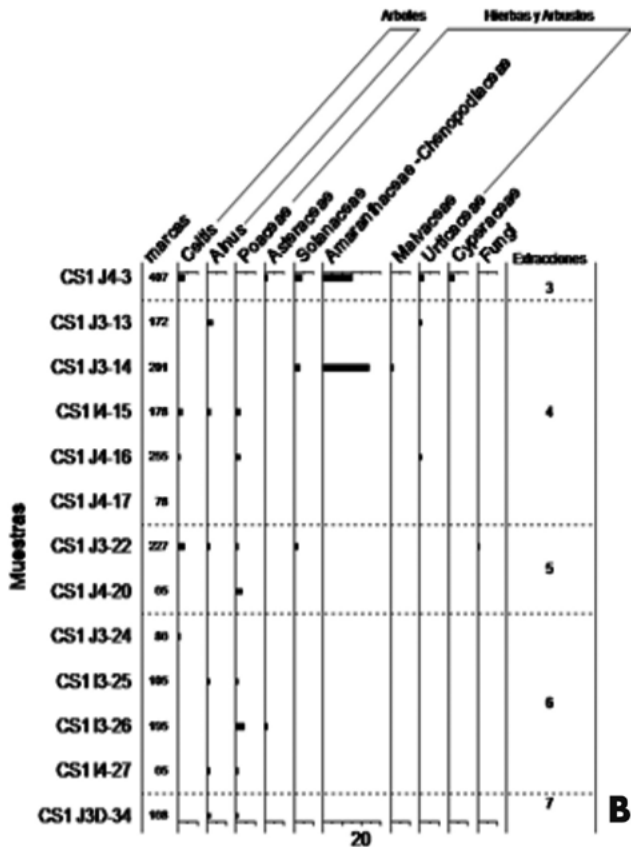


Figura 5. A-B. Diagramas polínicos: A- Las Pitas 1 y 2; B- sitio Cueva Salamanca 1, muestras ordenadas por profundidad bajo capa de arena -capa 2(10)- formada previamente a la primera ocupación de la cueva, ca. 8960 cal AP. En ambos casos solo se tuvieron en cuenta las muestras que arrojaron presencia de polen.

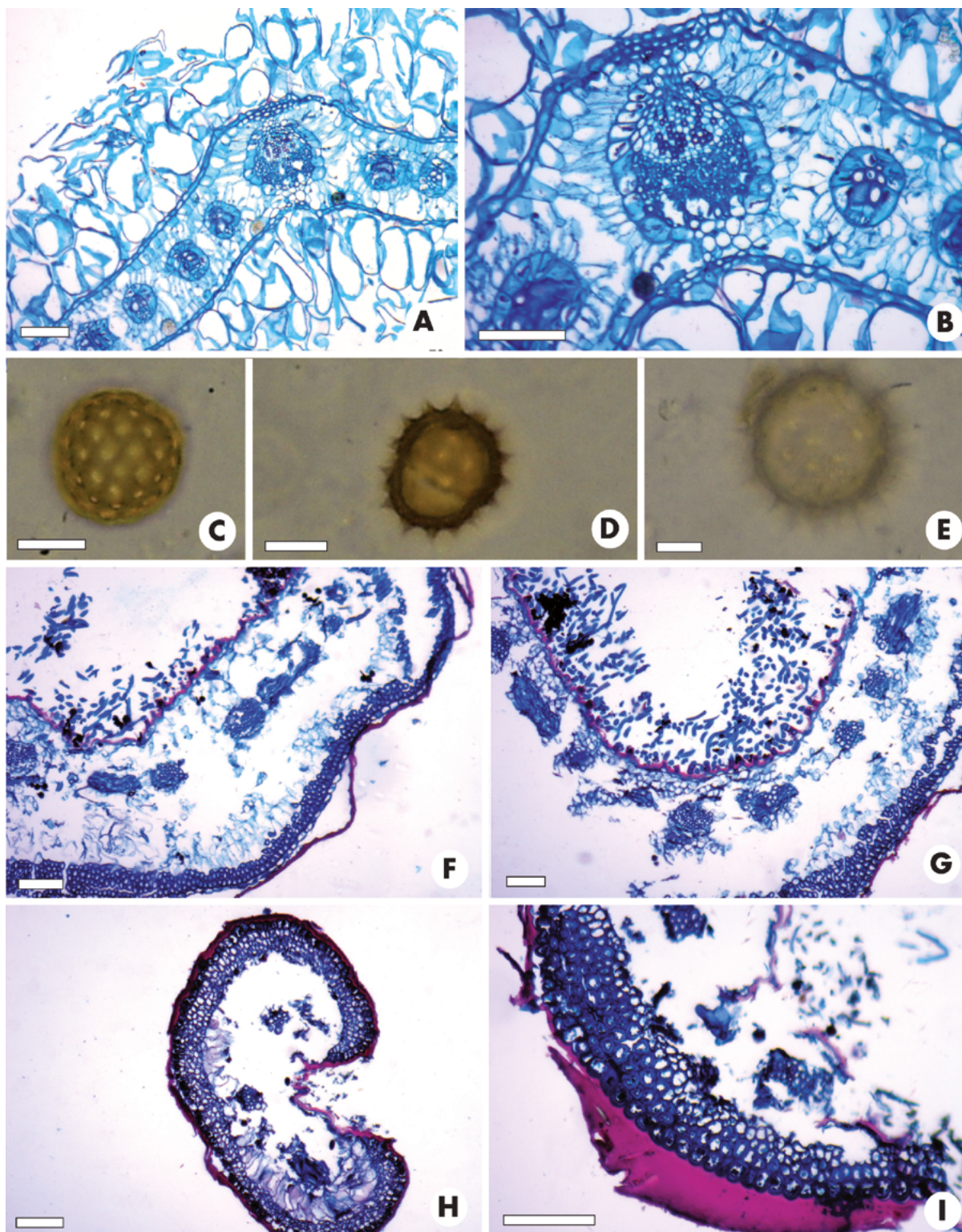


Figura 6. Macrorrestos (sector contiguo a Cueva Salamanca 1) y polen (sitio Cueva Salamanca 1). A-B. Macrorresto. Amaranthaceae. *Atriplex* aff. *imbricata*, corte transversal de hoja. C-E. Polen: C- Amaranthaceae, aff. *Atriplex* sp.; D- Asteraceae, aff. *Parastrephia* sp.; E- Asteraceae, aff. *Werneria* sp. F-I. Macrorrestos, Asteraceae: F-G- aff. *Parastrephia* sp., corte transversal de hoja; H-I- aff. *Chuquiraga atacamensis*, corte transversal de hoja. Las escalas equivalen a: A, B, E, I: 100 μ m; C-E: 10 μ m.

aridez se registra, con mayor énfasis, en la quebrada de Miriguaca situada 5 km al norte (Grana et al., 2015). Por último, las características de la

unidad C se asocian a cursos de agua permanentes, divagantes, con cauces de elevada energía y llanuras de inundación con lagunillas someras.

Microrresto	Las Pitas 1 (LP1)				Las Pitas 2 (LP2)					
	M1		M3		M1		M2		M3	
	> 6750 cal AP		ca. 4900 cal AP		> 6750 cal AP		> 6750 cal AP		ca. 4900 cal AP	
	c	%	c	%	C	%	c	%	c	%
Arenas cristalinas	14	0,77	48	2,33	30	1,58	57	2,44	-	-
Cristal	21	1,16	-	-	15	0,79	23	0,98	1	0,05
(s) Bulbos aguzados 1 (ACU BUL)	108	5,95	-	-	76	4,01	147	6,28	83	4,28
(s) Bulbos aguzados 2 (ACU BUL)	27	1,49	118	5,72	48	2,53	47	2,01	95	4,90
(s) Bulbos aguzados 3 (ACU BUL)	25	1,38	48	2,33	59	3,11	125	5,34	76	3,92
(s) Bulbos aguzados 4 (ACU BUL)	-	-	65	3,15	-	-	-	-	-	-
(s) Bulbos aguzados elongado ssinuados (ACU BUL ELO SIN)	-	-	50	2,42	-	-	-	-	26	1,34
(s) Bilobados (BIL) tipo Panicoideae	-	-	2	0,10	-	-	2	0,09	-	-
(s) Bloque (BLO)	-	-	-	-	-	-	11	0,47	-	-
(s) Conico aff. Cyperaceae	4	0,22	-	-	10	0,53	4	0,17	1	0,05
(s) Crenado (CRE) Poaceae	-	-	-	-	-	-	3	0,13	-	-
(s) Elongado braquiforme (ELO BRA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicotiledónea	30	1,65	59	2,86	135	7,12	116	4,96	31	1,60
(s) Elongado clavado (ELO CLA)	-	-	15	0,73	-	-	11	0,47	-	-
(s) Dendritico (ELO DEN)	10	0,55	-	-	18	0,95	10	0,43	5	0,26
(s) Elongado dentado (ELO DET)	18	0,99	65	3,15	22	1,16	9	0,38	10	0,51
(s) Elongado entero (ELO ENT)	92	5,07	83	4,02	98	5,17	137	5,86	69	3,56
(s) Elongado entero dentado (ELO ENT DET)	-	-	-	-	-	-	33	1,41	-	-
(s) Elongado entero porado (ELO ENT POR)	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,31
(s) Elongado sinuado 1 (ELO SIN)	77	4,24	89	4,32	111	5,85	120	5,13	63	3,25
(s) Elongado sinuado 2 (ELO SIN)	-	-	-	-	3	0,16	-	-	42	2,16
(s) Facetado	-	-	-	-	-	-	2	0,09	-	-
(s) Fragmento vegetal (FV)	75	4,13	82	3,98	57	3,01	-	-	-	-
(s) Fragmento vegetal (FV1)	-	-	-	-	-	-	27	1,15	40	2,06
(s) Fragmento vegetal (FV2)	-	-	-	-	-	-	-	-	20	1,03
(s) Fragmento vegetal aff. <i>Celtis</i> sp.	-	-	4	0,19	1	0,05	32	1,37	-	-
(s) Papilado (PAP)	-	-	85	4,12	-	-	34	1,45	58	2,99
(s) Placa perforada Poaceae	8	0,44	-	-	42	2,21	-	-	-	-
(s) Polilobado (POL) tipo Panicoideae	-	-	-	-	2	0,10	-	-	-	-
(s) Rondel 1 (RON) tipo Panicoideae	32	1,76	45	2,18	15	0,79	-	-	23	1,19
(s) Rondel 2 (RON) Poaceae	3	0,16	-	-	1	0,05	9	0,38	-	-
(s) Saddle (SAD) tipo Chloridoideae, Poaceae	-	-	-	-	-	-	4	0,17	1	0,05
(s) Ordando esferoide aff. <i>Amaranthus</i> sp. (SPH ORN)	-	-	-	-	-	-	1	0,04	1	0,05
(s) Traqueida (TRA)	2	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
(s) Traqueida anillada (TRA ANN)	3	0,16	-	-	-	-	46	1,97	-	-
(s) Traqueida picada (TRA PIT)	-	-	-	-	2	0,10	-	-	-	-
(e) ELO CLA	-	-	31	1,50	-	-	37	1,58	47	2,42
(e) ELO CLA ACU BUL	-	-	8	0,39	-	-	-	-	-	-
(e) ELO CLA SAD	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,31
(e) ELO DEN	-	-	-	-	-	-	3	0,13	39	2,01
(e) ELO DET	9	0,50	-	-	5	0,26	-	-	-	-
(e) ELO ENT	-	-	8	0,39	-	-	18	0,77	46	2,37
(e) ELO SIN POR	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,05
(e) ELO SIN con oclusiones	-	-	11	0,53	-	-	-	-	-	-
(e) ELO SIN	-	-	50	2,42	32	1,69	87	3,72	70	3,61
(e) ELO SIN con estomas	-	-	-	-	-	-	2	0,09	-	-
(e) ELO SIN porado ACU BUL	-	-	-	-	-	-	13	0,56	-	-
(e) ELO SIN ACU BUL	-	-	-	-	8	0,42	80	3,42	-	-
(e) ELO SIN ACU BUL SAD	-	-	20	0,97	-	-	-	-	-	-
(e) LO SIN SAD	-	-	-	-	-	-	50	2,14	-	-
(e) ELO SIN SAD ACU BUL	-	-	-	-	-	-	-	-	28	1,44
(e) BIL	-	-	7	0,34	-	-	-	-	-	-
(e) SAD tipo Chloridoideae	-	-	3	0,14	-	-	-	-	-	-
(e) TRA ANN	-	-	-	-	-	-	4	0,17	-	-
(e) TRA PIT	-	-	5	0,24	-	-	-	-	-	-
(eh) Espora de hongo	1	0,05	3	0,14	10	0,53	1	0,04	-	-
(eh) <i>Alternaria</i> sp.	1	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
(eh) <i>Glomus</i> sp.	-	-	1	0,05	-	-	-	-	-	-
Hifas de hongos	1	0,05	-	-	-	-	2	0,09	-	-
Estatocisto de Crysoyphyceae	96	5,29	113	5,48	145	7,64	61	2,61	83	4,28
Grano de almidón aff. <i>Amaranthus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	7	0,36
Grano de polen tipo Poaceae	78	4,30	90	4,36	68	3,58	50	2,14	65	3,35
Microcarbón	16	0,88	80	3,88	78	4,11	155	6,63	79	4,07

Tabla 4. Microrrestos recuperados en los perfiles 1 y 2 de la paleo vega del río Las Pitas (sector de muestreo A). Referencias. c: conteo; e: espodograma; eh: espora de hongo; s: silicofitolito. Para la designación de fitolitos y almidones se utilizó el Código Internacional de Fitólitos (ICPN 2.0, 2019) y el Código Internacional de Nomenclatura para Almidones (ICSN, 2011), respectivamente. La muestra 2 (M2) de LP1 fue estéril para microrrestos.

Sector de muestreo externo (C): capa y muestra testigo	Género/Especie	Familia	Estructura vegetativa o reproductiva
I	Aff. <i>Ephedra multiflora</i>	Ephedraceae	Tallo
	Aff. <i>Chuquiraga atacamensis</i>	Asteraceae	Hoja
	Aff. <i>Parastrephia</i> sp.	Asteraceae	Hoja
	Aff. <i>Cinnagrostis deserticola</i>	Poaceae	Caña florífera
II	Aff. <i>Ephedra multiflora</i>	Ephedraceae	Tallo
	Aff. <i>Aloysia</i> sp.	Verbenaceae	Tallo primario
III	Aff. <i>Deschampsia eminens</i> var. <i>fulva</i>	Poaceae	Caña florífera
Muestra testigo	<i>Atriplex</i> aff. <i>imbricata</i>	Amaranthaceae	Hoja
	Aff. <i>Ephedra multiflora</i>	Ephedraceae	Tallo
	Aff. <i>Aloysia</i> sp.	Verbenaceae	Hoja

Tabla 5. Macrorrestos recuperados en las tres capas definidas en el perfil del sector externo contiguo a Cueva Salamanca 1 y en la muestra testigo tomada por fuera del perfil (sector de muestreo C).

Con respecto a los microrrestos vegetales identificados (Figura 4; Tablas 3 y 4), la Muestra 1 del perfil LP1, con una antigüedad mayor a ca. 6750 cal AP, correspondiente a un periodo de río permanente de alta energía y llanura aluvial con vegetación -facies 1-, mostró diferentes tipos de microrrestos asignados a las familias Cyperaceae y Poaceae, subfamilia Panicoideae, típicas de la Puna. Los morfotipos de Cyperaceae son en número y variedad menores que los morfotipos de Poaceae y contribuyeron en la recreación del aspecto de la vega. Haber (1992) propone una distribución particular de estas familias dentro de los bofedales ya que las especies enanas de Cyperaceae se ubican principalmente hacia el centro de los mismos mientras que los márgenes son ocupados por taxones de Poaceae. Las diatomeas halladas en esta muestra (18 morfotipos que representan 936 individuos) corresponden a grupos propios de los humedales andinos de gran tolerancia a la salinidad (Seeligmann y Maidana, 2019). En la Muestra 1 solo se detectó un morfotipo de silicofitolito asociado a dicotiledóneas. Por su parte, la Muestra 3 -ca. 4900 cal AP- (12 morfotipos que representan 730 individuos) de este perfil es similar a la Muestra 1, en cuanto a las diatomeas registradas, pero presenta diferencias en relación con los esporodogramas. La Muestra 3 contiene nueve tipos diferentes de esporodogramas mientras que la Muestra 1 presenta solo un tipo. Otra diferencia significativa es el alto número de microcarbones en la Muestra 3, cuyo origen puede deberse al aporte de diferentes fuentes relacionadas con eventos naturales y/o antrópicos. Un origen similar podría atribuirse a la identificación de silicofitolitos afines a *Celtis* sp. El perfil LP2 presentó similitudes en

diatomeas (morfotipos y número de individuos) y silicofitolitos en las tres muestras que lo integran, siendo la diferencia más significativa, la presencia del género *Amaranthus* solo en LP2. Por otra parte, la riqueza de microrrestos es similar en ambos perfiles siendo la Muestra 2 de LP2 de ma-

yor riqueza y la Muestra 1 de LP2 de menor riqueza (Tablas 3 y 4).

A partir de los datos palinológicos, las familias y los géneros identificados en LP1 y LP2 coinciden en gran parte con aquellos presentes en CS1: familias Asteraceae, Betulaceae -*Alnus* sp.-, Cannabaceae-*Celtis* sp.-, Lycopodiaceae -*Lycopodium* sp.- (marcas), Poaceae, Solanaceae y Urticaceae -*Urtica* sp.- así como también hongos y micorrizas (Fungi). Sin embargo, los monoletes de helechos y la familia Fabaceae son exclusivos de las muestras tomadas en la vega del río Las Pitas y las familias Amaranthaceae, Cyperaceae y Malvaceae solo están presentes en aquellas procedentes de CS1 (Figura 5A-B; Tabla 6).

Es importante considerar que el polen de especies de la familia Cyperaceae que crece en el área de estudio es un buen indicador de humedad ya que estas plantas se desarrollan en áreas inundables y pantanosas. Los granos son transportados por el agua y no se dispersan por el viento a media o larga distancia. Su presencia en el sitio, anterior a 9000 cal AP, estaría indicando un momento de mayor humedad que corresponde al Holoceno temprano. Por otra parte, en las especies de la familia Amaranthaceae la dispersión por el viento es baja y se encuentran en los espectros regionales de lluvia polínica de superficie en no más de un 10%. Si hay altos valores (> 20-30%) es generalmente por una situación local, tal como puede ocurrir en zonas de ambientes salobres o de cultivo-abandono, entre otros (Lupo, 1998; Lupo et al., 2018).

Al comparar el polen y los microrrestos recuperados en los sedimentos de LP1 y LP2, es interesante

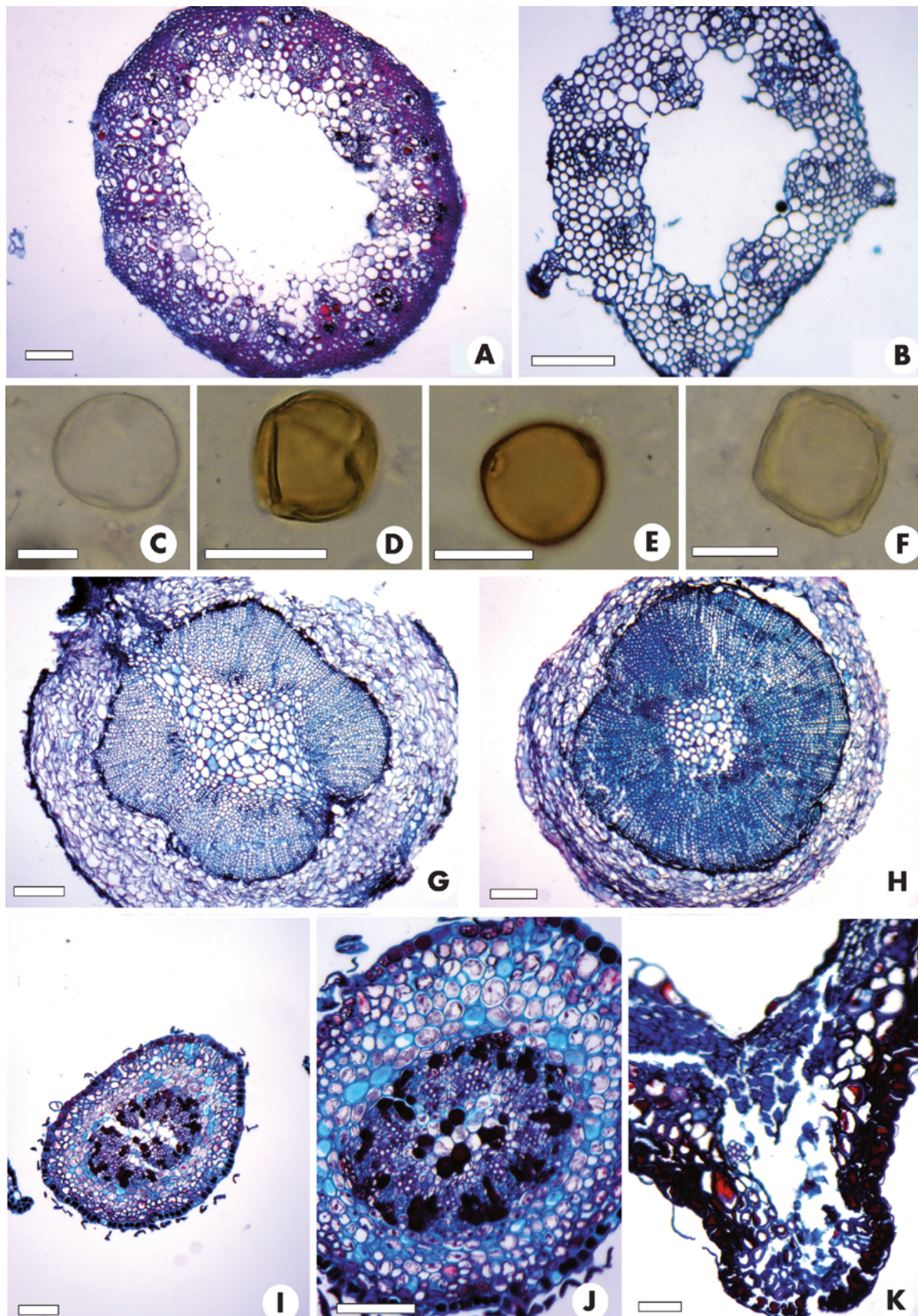


Figura 7. Macrorestos (sector contiguo a Cueva Salamanca 1) y polen (sitio Cueva Salamanca 1). A-B. Macrorestos, Poaceae: A- aff. *Deschampsia* sp., corte transversal de caña florífera; B- aff. *Cinnagrostis* sp., corte transversal de caña florífera. C-F. Polen: C- Poaceae; D- Solanaceae, aff. *Fabiana* sp.; E- Cannabaceae, aff. *Celtis* sp.; F- Betulaceae, aff. *Alnus* sp. G-I. Macrorestos: G- Ephedraceae aff. *Ephedra* sp., corte transversal de tallo; H-I- Verbenaceae, aff. *Aloysia* sp. (= *Acantholippia*): H- corte transversal de tallo; I- corte transversal de hoja. Las escalas equivalen a: A, B, G-I: 100 μ m; C-F: 20 μ m.

Taxones	Las Pitas 1 y 2 (A) Polen (ca. 6750-4300 años AP)	Las Pitas 1 y 2 (A) Microrrestos (ca. 6750-4300 años AP)	CS1 (B) Macrorrestos (ca. 1600-8300 cal AP)	CS1 (B) Polen (pre-9000 cal AP)	Sector externo contiguo a CS1 (C) Macrorrestos Actual
Amaranthaceae	X	X	X	X	X
Asteraceae	X	-	X	X	X
Betulaceae	X	-	-	X	-
Brassicaceae	-	-	X	-	-
Cactaceae	-	-	X	-	-
Cannabaceae	X	X	-	X	-
Caryophyllaceae	-	-	X	-	-
Crysophyceae	X	-	-	-	-
Cyperaceae	-	X	-	X	-
Ephedraceae	-	-	X	-	X
Fabaceae	X	-	X	X	-
Lycopodiaceae	X	-	-	X	-
Malvaceae	-	-	X	X	-
Monoletes (helechos)	X	-	-	-	-
Poaceae	X	X	X	X	X
Protistas: diatomeas	X	-	-	-	-
Solanaceae	X	X	X	X	-
Urticaceae	X	-	-	X	-
Verbenaceae	-	-	X	-	X
Reino Fungi	x	-	-	x	-

Tabla 6. Taxones identificados y proxies considerados en los sectores muestreados: Las Pitas 1 y 2 (sector A), sitio CS1 (sector B), sector externo contiguo al sitio (sector C).

destacar que las familias Amaranthaceae, Poaceae y Solanaceae están presentes en ambos casos. Por otra parte, estos taxones también se hallaron en el registro polínico del sitio CS1, junto con aquellos mencionados en el párrafo anterior. Asimismo, se identificaron macrorrestos de Amaranthaceae, Poaceae y Solanaceae en CS1, así como también aquellos pertenecientes a las dos primeras familias en el sector externo (Figuras 4, 6 y 7; Tabla 6). Es importante aclarar que, por lo general, en los contextos arqueológicos la frecuencia de polen recuperado es baja debido a la sedimentación y conservación polínica diferencial (Renault-Miskovsky, 1988) ya que estos contextos no son ambientes ideales de preservación natural y están generalmente expuestos al disturbio antrópico.

Con respecto a los macrorrestos vegetales, se realizaron hasta la fecha diversos análisis en la capa 2 del sitio CS1 (Pintar y Rodríguez, 2015, 2022; Apóstolo et al., 2019). Los resultados de dichos análisis fueron contrastados con aquellos realizados en este trabajo en el sector externo contiguo como se detalla a continuación. La finalidad de este testeo fue comparar los taxones identificados en la estratigrafía de la cueva y en el espacio externo que la rodea, así como también analizar procesos

tafonómicos a partir de la acumulación de sedimento fuera y dentro de la cueva (Tablas 5 y 6). El sector externo analizado constituye un depósito natural de 25 cm de profundidad en el cual se determinaron tres capas que se diferencian por presentar un color más intenso debido a la presencia de restos de especies vegetales. Estas capas fueron denominadas I, II y III y están conformadas por vegetales naturales transportados por el viento u otros agentes. Por otra parte, se tomó una muestra testigo por fuera del perfil estudiado en este sector (Figuras 6A-B, F-G y 7A-B, G-K).

El análisis presentado en la sección anterior indica que los taxones recuperados en el mencionado depósito están también presentes en el interior de CS1, excepto *Chuquiraga atacamensis*, tal como se detalla en la Tabla 4 (Muñato et al., 2011; Apóstolo et al., 2013, 2019; Pintar y Rodríguez, 2015). Estos taxones crecen en el área cercana a CS1 en las unidades vegetacionales que corresponden al tolar (especies subarbustivas) y a la vega (gramíneas). La información que brinda este depósito natural se suma a aquella que proviene de las transectas realizadas en la microrregión (Rodríguez, 2013a, 2013b).

En cuanto a los muestreos realizados en los tres sectores -A, B y C- (Figura 1), el sector C (externo y contiguo a CS1) da cuenta de un ambiente con gran estabilidad de cobertura vegetal en el lapso estudiado. Los taxones identificados en dicho sector dan información acerca de la flora local que complementa aquella obtenida a partir de las transectas realizadas en el área (Rodríguez, 1998, 2013a, 2013b) y apoyan el uso prioritario de especies locales por los grupos cazadores-recolectores que habitaron este sitio. Por otra parte, el análisis del polen en los sectores A y B (LP1, LP2 y CS1, respectivamente) señala la presencia de algunos taxones de regiones distantes tales como los géneros *Alnus* y *Celtis* que crecen en los bosques montanos entre 1500 y 2000 msnm lo cual se explica debido a que ambos poseen polen anemófilo que se esparce a grandes distancias. Es interesante mencionar la presencia de restos de *Celtis* sp. -tala-, género característico del Chaco seco y del Espinal (Chamorro, 2022), en silicofitolitos de fruto y polen de tala en morteros fijos de la localidad de Paicuí (ANS) (Cohen et al., 2021). Adicionalmente, y como era esperable, en los perfiles LP1 y LP2 (sector A), se identificaron microrrestos vinculados con un ambiente acuático tales como algas.

Cabe remarcar la identificación de diferentes tipos de restos vegetales pertenecientes a la familia Amaranthaceae en este sector de la vega. Dicho grupo de plantas es relevante para el área debido a los diversos usos que tuvieron en el pasado y en la actualidad. La flora actual de ANS incluye especies tales como *Chenopodium quinoa*, *C. pallidicaule* y *Atriplex imbricata* (Haber, 1992; Rodríguez, 1998, 2013a, 2013b; Cuello, 2006; Pérez, 2006). Se registró el uso de *A. imbricata* -cachiyuyo- como combustible en los sitios Quebrada Seca 3, Punta de la Peña 3 y 9 y Alero Sin Cabeza (Rodríguez, 1998; Aguirre, 2015) y para generar la *llista*, ceniza que se obtiene al quemar ciertas plantas que luego se usa para mascar coca y hacer figurinas que se colocan en ofrendas (Rodríguez et al., 2024). Las especies del género *Chenopodium*, principalmente *C. quinoa*, fueron identificadas y estudiadas en diversos contextos arqueológicos tales como CS1 y Punta de la Peña 4 en donde se recuperaron tallos y semillas (Rodríguez et al., 2006; Arias et al., 2014; Winkel et al., 2018). Arreguez y colaboradores (2013) identificaron la especie silvestre (no local) *Amaranthus hybridus* L. var. *hybridus* en el sitio Peñas de la Cruz 1.1 cuyo contexto general corresponde a ocupaciones de grupos cazadores-recolectores datadas entre ca. 8050-8700 cal AP. El registro de semillas

de dicha especie permitió plantear su potencial consumo como complemento en la alimentación de los grupos humanos que habitaron en el área tempranamente. La identificación de restos de esta familia para momentos tempranos de la ocupación de CS1, así como también en el ambiente, marcan la disponibilidad de recursos con los cuales se establecieron diferentes tipos de relaciones a lo largo del tiempo (recolección, manejo, cultivo) (Pintar y Rodríguez, 2015, 2022).

En síntesis, en todos los sectores muestreados es llamativa la presencia de diferentes tipos de restos botánicos asignables a la familia Poaceae, subfamilia Festucoideae, con adaptaciones morfológicas y fisiológicas para sobrevivir en condiciones ambientales de sequía y aridez (Apóstolo et al., 2019), así como también otros pertenecientes a las subfamilias Panicoideae (lugares tropicales y subtropicales) y Chloridoideae (lugares cálidos y áridos) (Twiss, 1992).

Además, es útil determinar cómo se integran los resultados de los muestreos realizados con la historia ocupacional de CS1 (Tabla 6). Bajo la capa 2(10), la más antigua con ocupación humana, se identificó polen de ciperáceas y amarantáceas (Figura 5B) que se caracteriza por no ser transportado a grandes distancias por el viento, condición que podría indicar que su presencia se debe a la agencia humana. También se hallaron restos de microcarbones, pequeñas astillas óseas y desechos líticos. Si bien podría argumentarse que estos hallazgos se desplazaron verticalmente (Pintar, 1995) desde la más antigua ocupación, la presencia de una lasca secundaria de materia prima no presente en las ocupaciones tempranas del sitio sugiere su relación con una probable ocupación efímera de la cueva para el período previo a ca. 9000 cal AP.

A pesar de que para este período temprano se desconocen las condiciones micro-ambientales en el curso medio del río Las Pitas, dada la falta de evidencia geológica y paleoambiental que resulta de la nula exposición de la base de la unidad A, la interpretación paleoambiental en Laguna Colorada situada 4 km del poblado de ANS, al pie de los volcanes Antofagasta y La Alumbra -ca. 11.250 a 9600 cal AP (Holoceno temprano)- sugiere un paleoambiente con menor temperatura y mayor humedad. Más tarde, en CS1 se registraron ocupaciones casi ininterrumpidas y con muy altos aportes antrópicos (restos líticos, faunísticos y vegetales) entre ca. 9000 y 8200 cal AP (final del Holoceno temprano y comienzos del Holoceno medio I, o

temprano), paralelamente al incremento de la temperatura y aridez regional (Tchilinguirian y Olivera, 2014). Posteriormente, la ausencia de depósitos antrópicos en el sitio señala un hiato ocupacional de 1100 años, entre ca. 8200 cal AP y 7100 cal AP, coincidente con un hiato en Laguna Colorada entre las unidades A y B ca. 9625-7250 cal AP que sugiere condiciones áridas en la región.

Se registró una ocupación en la capa 2(2) de CS1, ca. 7100 cal AP, durante un lapso de humedad indicado por los análisis de diatomeas y otros microrrestos identificados en las Muestras 1 y 2 (LP1, LP2) de la unidad A, con una antigüedad mayor a ca. 6750 cal AP. Al mismo tiempo, se detectaron breves condiciones de mayor humedad en el río Miriguaca y Laguna Colorada entre 7250 y ca. 6750 cal AP (Tchilinguirian y Olivera, 2014; Grana et al., 2016). Un segundo hiato de aproximadamente 2000 años le siguió a esta ocupación. Esta evidencia, sumada a la ausencia de otros sitios arqueológicos con fechados coetáneos de 7100 cal AP en el curso medio del río Las Pitas, sugieren una reducción en la intensidad ocupacional de la microrregión asociada a la aridez que caracterizó al Holoceno medio II (o tardío). Las únicas otras ocupaciones registradas en la región durante este período corresponden al sitio QS3 que, si bien está ubicado en la cuenca del río Las Pitas, se halla emplazado en una quebrada aledaña al curso fluvial y a mayor altitud (4100 msnm), lo cual sugiere una reorganización del sistema de asentamiento, subsistencia y movilidad de estos grupos cazadores-recolectores hacia otras altitudes durante este período árido (Pintar, 2014b; Pintar y Rodríguez, 2015; Pintar et al., 2016).

Por lo tanto, se propone que, aproximadamente 7100 años atrás, este sector del curso medio del río Las Pitas habría constituido un refugio ecológico *sensu* Grosjean et al. (2007) y Núñez et al. (2013) durante breves períodos con pulsos de humedad que permitieron el desarrollo de un humedal (vega) estable con agua permanente, una llanura aluvial y vegetación que proveyeron una concentración de recursos vegetales e hídricos para el consumo humano. Por ende, la suma de la evidencia presentada refuerza la propuesta de la existencia de un hábitat resiliente a la aridez del Holoceno medio en la zona estudiada. La presencia de otros refugios en la Puna norte, tales como la quebrada de Lapao y la cuenca del río Barrancas (Yacobaccio y Vilá, 2016; Morales et al., 2018), hablan a favor de la capacidad humana de crear estrategias alternativas de asentamiento, movilidad, tecnología y

subsistencia que favorecerían su supervivencia en un medio ambiente árido.

Hacia ca. 5000 cal AP, la cueva volvió a ser ocupada durante un evento más húmedo identificado en la Muestra 3 de la Unidad C en LP1, LP2, ca. 4900 cal AP, en donde se hallaron microcarbones y silicofitolitos afines a *Celtis* sp. Este período de mayor humedad coincide con aquel propuesto para el Holoceno tardío en el curso medio del río Las Pitas, sobre la base de los análisis de diatomeas realizados por Grana y colaboradores (2016, 2020) en los perfiles del río Las Pitas.

Por último, considerando las recientes revisiones del modelo de eco refugio para la Quebrada de Puripica y Tulán en la Puna de Atacama (Grosjean et al., 2007; Núñez et al., 2013), y dado que en el lapso correspondiente a 7100 cal. AP se observa una sola ocupación en la capa 2(2) de dicho sitio, se propuso que aproximadamente 7100 años atrás, este sector del curso medio del río Las Pitas habría correspondido más a una situación ambiental de eco refugio restringido espacialmente que a un oasis, tal como se registró para el periodo anterior a ca. 7100 cal AP. Por lo tanto, las condiciones húmedas habrían permitido la recuperación de recursos bióticos y la concentración de grupos cazadores-recolectores por algún tiempo (Pintar, 2009, 2014b). Los breves períodos con pulsos de humedad proveyeron una concentración de recursos vegetales e hídricos para grupos cazadores-recolectores. Hacia ca. 5000 cal AP, la cueva volvió a ser ocupada durante un evento más húmedo identificado en la Muestra 3 de la unidad C en LP1, LP2, ca. 4900 cal AP, en donde se hallaron microcarbones y silicofitolitos afines a *Celtis* sp. Este período de mayor humedad coincide con aquel propuesto para el Holoceno tardío en el curso medio del río Las Pitas, sobre la base de los análisis de diatomeas realizados por Grana y colaboradores (2016, 2020) en los perfiles del río Las Pitas, hecho que también fue detectado en la vertiente occidental de los Andes para el altiplano Chileno, el Norte Chico, la costa central y las Regiones de Antofagasta y Atacama (Villagrán y Varela, 1990; Veit, 1996; Grosjean et al., 1998; Valero Garcés et al., 2000).

CONCLUSIONES

En síntesis, los archivos paleoambientales (diatomeas, polen, microrrestos y macrorrestos vegetales) y sedimentarios analizados en LP1, LP2 y CS1

apoyan la propuesta de la presencia de un ambiente local de humedal estable con agua permanente en el curso medio del río Las Pitas, una llanura aluvial y vegetación previos a ca. 6750 cal AP (Muestra 1 y Muestra 2, unidad A). La evidencia de ocupación en el sitio CS1 en torno a 7100 cal AP (edad promedio, ver Tabla 1) y el paralelismo en los archivos paleoambientales analizados, sugieren la presencia de un hábitat resiliente a la aridez del Holoceno medio en la cuenca del río Las Pitas. Una situación similar ocurre en refugios identificados en la Puna norte según autores citados anteriormente, entre ellos Morales y colaboradores (2018).

Asimismo, la ocupación temprana de CS1 quedó evidenciada por diferentes materialidades arqueológicas y obedece a las condiciones paleoambientales del curso medio del río Las Pitas en donde se sitúa, cuyo análisis se amplió en este trabajo. Su ubicación con amplio reparo y la visibilidad del entorno que ofrece su emplazamiento habrían sido factores muy valorados por sus antiguos habitantes. A esto se suma la cercanía a una vega rica en especies vegetales con un curso de agua más o menos abundante según los datos disponibles. En general, en el área de estudio, los sitios arqueológicos con ocupaciones para el lapso ca. 7200-3600 cal AP, CS1 entre ellos, son bases residenciales de cazadores-recolectores en reparos rocosos con buenas condiciones de refugio, asociadas principalmente a los sectores medios y altos (> 3500 msnm) de los ríos Las Pitas y Miriguaca.

Retomando los objetivos específicos de este trabajo, con relación al primero de ellos, esta investigación aportó datos geológicos y taxonómicos referidos a microrrestos vegetales. Estos últimos no habían sido enunciados de forma detallada en la bibliografía paleoambiental existente para el área y apoyan la interpretación de una alta biodiversidad de la vega durante el Holoceno medio. Los resultados arqueobotánicos presentados aportan evidencia que se complementa con el tradicional enfoque geoarqueológico utilizado hasta el momento para estudiar el paleoambiente. De esta forma, las características de la vega se vincularían con la ocupación recurrente del sitio CS1 durante el lapso estudiado, con pequeños hiatos como se dijo en el apartado anterior, a pesar de las condiciones paleoambientales de aridez reportadas por los antecedentes a nivel regional. Con una mirada más abarcativa, es posible que a lo largo del Holoceno la cuenca de la Laguna de Antofagasta haya consistido en una serie de oasis con extensión a lo largo de ríos tributarios

rodeados de un ambiente desértico, es decir oasis fluviales, *sensu* Bruniard (1999). Estos habrían conformado múltiples áreas en sectores próximos con una relativa estabilidad de recursos bióticos, entre las cuales hubo cierta sincronidad durante algunos momentos del Holoceno medio, tales como aquellas en donde se emplazan los sitios CS1, QS3 y Peñas de la Cruz 1.

Con respecto al segundo objetivo específico, el polen brindó interesantes datos a pesar de su baja tasa de preservación. Fue posible obtener columnas polínicas tanto en el interior de CS1 como en los perfiles LP1 y LP2. Esta información fue evaluada juntamente con la abundancia y diversidad de otros microrrestos que pudieron recuperarse y ser identificados en dichos perfiles y dan cuenta de la estabilidad y riqueza de recursos bióticos de la vega en espacio y tiempo.

A partir de aquí y retomando el objetivo general de contribuir a los modelos paleoambientales existentes y analizar la dinámica del uso de espacios con recursos vegetales entre ca. 9000-5000 cal AP, las evidencias recuperadas en la paleo vega indican la persistencia de biodiversidad vegetal a pesar de la aridez ambiental del área para el lapso considerado. Dados los cambios climáticos post-pleistocénicos que afectaron la distribución y densidad de recursos bióticos llevando a la fragmentación ambiental, el curso medio del río Las Pitas, donde se encuentra el sitio CS1, habría correspondido a un área óptima para la obtención de agua y recursos vegetales en donde se destaca la presencia de una vega con alta productividad biótica desde hace al menos ca. 6750 cal AP, de acuerdo con los datos generados. Esto responde a la hipótesis acerca de las características paleoambientales y el modo en que estas incidieron en la ocupación humana en el sector mencionado. Asimismo, los estudios geológicos permitieron evaluar la dinámica del río Las Pitas con relación al contexto climático del lapso estudiado.

Para finalizar, desde el punto de vista metodológico e interdisciplinario, esta investigación permitió articular análisis realizados desde distintas disciplinas que a su vez se enfocaron en diferentes tipos de evidencias recuperadas en los tres sectores de muestreo ubicados en el curso medio del río Las Pitas. De este modo, converge la información geológica con la vasta información taxonómica obtenida a partir de los microrrestos procedentes de dos perfiles de la paleo vega del mencionado río, el polen

presente en estos perfiles y en CS1, así como también los macrorrestos vegetales hallados en dicho sitio y en el depósito externo. La riqueza de taxones que componen la muestra de microrrestos y que se mencionan por primera vez para ANS a partir de este estudio, constituyen el punto de partida para futuros estudios arqueológicos y biológicos dentro del área de trabajo.

Agradecimientos

Esta investigación se llevó a cabo en el marco del Proyecto PICT-2018-0874. Agradecemos a la ANPCyT, así como también a la DPA de Catamarca, por permitir el desarrollo de dicho proyecto. Nuestro especial agradecimiento a los pobladores de Antofagasta de la Sierra quienes nos abrieron las puertas de sus tierras aportando valiosa información. A las técnicas Julieta Zapatiel y Mónica Burgos, CPA del Laboratorio de Arqueobotánica del ISES-CONICET-UNT, por su minucioso trabajo de identificación de microrrestos y a la técnica Natalia Batallamos, CPA del INECO-CONICET-UNJu, por el procesamiento en laboratorio de las muestras palinológicas.

MATERIAL SUPLEMENTARIO

Descripción anatómica de los taxones identificados en el sector externo contiguo a CS1.

REFERENCIAS CITADAS

- Aguirre, M. G. (2015). Antracología en Antofagasta de la Sierra. Propuesta metodológica. En C. Belmar y V.S. Lema (Eds.), *Avances y desafíos metodológicos en Arqueobotánica: miradas consensuadas y diálogos compartidos desde Sudamérica* (pp. 352-371). Monografías Arqueológicas. Facultad de Patrimonio Cultural y Educación, Universidad SEK.
- Alonso, R. N. y Viramonte, J. G. (1987). Geología y metalogenia de la puna. *Estudios geológicos*, 43, 393-407.
- Apóstolo, N., Mufato, N., Acosta, D. y Rodríguez, M. F. (2013). Caracterización de los diferentes niveles de ocupación del sitio Cueva Salamanca 1 (Antofagasta de la Sierra, Catamarca) mediante la identificación de macrorrestos vegetales. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 48(Supl.), 114.
- Apóstolo, N., Rodríguez, M. F. y Pintar, E. (2019). Macrorrestos vegetales en el sitio arqueológico Cueva Salamanca 1, Antofagasta de la Sierra (Catamarca, Argentina). *Paleoambiente y uso de la vegetación durante el Holoceno. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 54(1), 43-65. <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n1.23586>
- Arias, M. E., Aguirre, M. G., Luque, A. C. y Escola, P. (2014). Caracterización anatómica de tallos de *Chenopodium* (Chenopodiaceae). Aportes al estudio de restos arqueológicos. *Intersecciones en Antropología*, 15(1), 265-276.
- Arreguez, G., Martínez, J. G. y Ponessa, G. (2013). *Amaranthus hybridus* L. ssp. *hybridus* in an archaeological site from the initial mid-Holocene in the Southern Argentinian Puna. *Quaternary International*, 307, 81-85. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.02.035>
- Aschero, C. A. (2010). Arqueologías de Puna y Patagonia centro-meridional: Comentarios generales y aporte al estudio de los cazadores-recolectores puneños en los proyectos dirigidos desde el IAM (1991-2009). En C. Aschero, P. Arenas y C.Taboada (Eds.), *Rastros en el camino.... Trayectos e identidades de una institución. Homenaje a los 80 años del IAM-UNT* (pp. 257-293). EDUNT.
- Aschero, C. A. (2014). Hunter-Gatherers of the Puna in a temporal perspective (10,500-3500 BP): the case of Antofagasta de la Sierra (Catamarca, Argentina). En E. Pintar (Ed.), *Hunter-gatherers from a high-altitude desert. People of the Salt Puna (northwest Argentina)* (pp. 25-42). BAR International Series 2641. British Archaeological Reports.
- Böcher, T. (1979). Xeromorphic Leaf Types. Evolutionary Strategies and Tentative Semophyletic Sequence. *Det Kongelig e Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter*, 22, 8.
- Bonzani, N. y Ariza Espinar, L. (1992). Estudios Anatómicos de algunos Tomillos usados en Argentina. *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 11(3), 129-138.
- Borrero, L. (1994-1995). Arqueología de la Patagonia. *Revista Palimpsesto*, 4, 9-69.
- Braun Wilke, R.H. (1991). *Plantas de interés ganadero de Jujuy y Salta*. Universidad Nacional de Jujuy.
- Bruniard, E. D. (1999). El escenario geográfico. En M. A. De Marco (Ed.), *Nueva Historia de la Nación Argentina, Tomo 1, La Argentina Aborigen. Conquista y Colonización* (pp. 39-63). Planeta.

- Burkart, R., Bárbaro, N. O., Sánchez, R. O. y Gómez, D. A. (1999). *Ecorregiones de la Argentina*. Administración de Parques Nacionales.
- Carmona, C. S. y Ancibor, E. (1995). Anatomía ecológica foliar de las especies de *Acantholippia* (Verbenaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 31(1-2), 3-12.
- Cabrera, A. L. (1947). Notas sobre la vegetación de la Puna argentina. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 12, 15-38.
- Cabrera, A. L. (1976). Regiones Fitogeográficas Argentinas. En Kugler, W. F. (Ed.), *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, (2ª ed., pp. 1-85). Acme.
- Carilla, J. Grau, A. y Cuello, A. S. (2018). Vegetación de la Puna Argentina. En R. Grau, J. Babot, A. Izquierdo y A. Grau (Eds.), *La Puna argentina. Naturaleza y cultura, Serie Conservación de la Naturaleza 24* (pp. 143-156). Fundación Miguel Lillo.
- Cohen, M. L., Puente, V., Martel, A., Ponce, N. A., Martínez, M. S., Lepori, M.,...Desimone, P. M. (2021). Nuevas investigaciones arqueológicas en las quebradas de Antofagasta de la Sierra (Catamarca): el caso de Paicuqui. *Mundo de antes*, 15(1), 45-78.
- Coil, J., Korstanje, M. A., Archer, S. y Hastorf, C. (2003). Laboratory goals and considerations for multiple microfossil extraction in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 30, 991-1008. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(02\)00285-6](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(02)00285-6)
- Cruz, A. (2012). *Los cambios del paisaje a través de la vegetación en el Valle del Bolsón (Belén, Provincia de Catamarca)*. Estudio paleopalinoológico [Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy, Argentina].
- Cuello, S. (2006). *Guía ilustrada de la Flora de Antofagasta de la Sierra, Catamarca* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina].
- Chamorro, D. C. (2022). *Estudio filogenético y biogeográfico del género Celtis L. (Cannabaceae) en el cono sur Sudamericano* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina].
- D'Ambrogio de Argüeso, A. (1986). *Manual de Técnicas en Histología Vegetal*. Hemisferio Sur.
- Faegri, K. e Iversen, J. (1989). *Text book of pollen analysis*. (4ª ed.). Blackburn Press.
- Fernández-Turiel, J. L., Perez-Torrado, F. J., Rodríguez-Gonzalez, A., Saavedra, J., Carracedo, J. C., Rejas, M.,...Ratto, N. (2019). The large eruption 4.2 ka cal BP in Cerro Blanco, Central Volcanic Zone, Andes: Insights to the Holocene eruptive deposits in the southern Puna and adjacent regions. *Estudios Geológicos*, 75(1), e088. <https://doi.org/10.3989/egeol.43438.515>
- Grana, L. G. (2014). Arqueología y paleoambiente: dinámica social y cambio ambiental en sociedades complejas de la Puna argentina. *Arqueología*, 20(2), 287-29
- Grana, L., Tchilinguirian, P., Hoszman, S., Escola, P. y Maidana, N. (2015). Paleohydrological changes in highlands desert rivers and human occupation, 7000-3000 cal yr BP, South Central Andes, Argentina. *Geoarchaeology*, 31, 412-433. <https://doi.org/10.1002/gea.21559>
- Grana, L.G., Tchilinguirian P., Olivera D. E., Laprida C. y Maidana, N. (2016). Síntesis paleoambiental en Antofagasta de la Sierra: heterogeneidad ambiental y ocupaciones humanas en los últimos 7200 cal AP. *Intersecciones en Antropología*, 4, 19-32.
- Grana, L., Quesada, M. N. y Arévalo, V. C. (2020). *Agricultural oasis at the southern puna: Ancient water management in Antofagasta de la Sierra (Argentina)* [Trabajo de presentación a congreso] 60th Annual Meeting of Institute of Andean Studies. Berkeley, California, EEUU.
- Grimm, E. (2015). *Tilia* (version 2.1.7) [Software]. Illinois State Museum. Research and Collection Center. Springfield.
- Grosjean, M. y Núñez, L. (1994). Entorno glacial tardío, Holoceno temprano y medio, ocupación humana y uso de recursos en Atacama (norte de Chile). *Geoarqueología*, 9, 271-286.
- Grosjean, M., Geyh, M. A., Messerli, B., Schreier H. y Veit, A. (1998). A late-Holocene (< 2600 B.P.) glacial advance in the south-central Andes (29 °S), northern Chile. *The Holocene*, 8, 473-479. <https://doi.org/10.1191/095968398677627864>
- Grosjean, M., Santoro, C., Thompson, L., Núñez, L. y Standen, V. (2007). Mid-Holocene climate and culture change in the South Central Andes. En Anderson, D., Maasch K. y Sandweiss, D. (Eds.), *Climate Change and Cultural Dynamics: a Global Perspective on Mid-Holocene Transitions* (pp. 51-115). Academic Press.
- Hansen, B.C.S., Seltzer, G.O. y Wright, H.E. (1994). Late Quaternary vegetational change in the central Peruvian Andes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 109, 263-286.
- Haber, A. (1992). Pastores y pasturas. Recursos forrajeros en Antofagasta de la Sierra (Catamarca) en relación a la ocupación Formativa. *Shincal*, 2, 15-23.

- Heusser C. J. (1971). *Pollen and spores of Chile*. The University of Arizona Press.
- ICSN (2011). The international Code for Starch Nomenclature. <http://fossilfarm.org/ICSN/Code.html>
- ICPN. (2019). International Code for Phytolith Nomenclature. *Annals of Botany*, 124(2), 189-199. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz064>
- Izquierdo, A. E., Aragón, R. M., Navarro, C. J. y Casagrande, E. (2018). Humedales de la Puna: principales proveedores de servicios ecosistémicos de la región. En H. R. Grau, J. Babot, A. E. Izquierdo y A. Grau, A. (Eds.), *La Puna Argentina: naturaleza y cultura*. Tucumán, Argentina: Serie Conservación de la Naturaleza (pp. 96-111). Fundación Miguel Lillo.
- 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 de Doctorado, Universidad de Bamberg, Alemania].
- Lupo L. C., Torres, G. R., Oxman, B. I., Fierro, P. T., Sanchez, A. C. y Schitteck. K. (2017). Disturbio antrópico en la vegetación de la puna durante el Holoceno. Noroeste argentino. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 52(Suppl), 352-353.
- Lupo, L. C., Torres, G. R., Fierro, P. T., Oxman, B. I., Sánchez, A. C., Pereira, E. y Schitteck, K. (2018). El disturbio antrópico en los registros polínicos de montaña durante el Cuaternario tardío en el noroeste argentino. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina*, 18(2), 39-53. <https://doi.org/10.5710/PEAPA.29.05.2018.257>
- Maidana, N. y Seeligmann, C. (2006). Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes acuáticos de altura de la provincia de Catamarca (Argentina) II. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 41(1-2), 1-12.
- Maidana, N. y Seeligmann, C. (2015). Diatomeas (Bacillariophyceae) en humedales de altura de la provincia de Catamarca (Argentina) III. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 50(4), 447-466.
- Markgraf, V. y D'Antoni, H. (1978). *Pollen Flora of Argentina*. The University of Arizona Press.
- McCulloch, R. y Reid, B. (2021). Reconstrucción paleoambiental a partir de turberas, una visión desde la región de Aysén, Chile. En E. Domínguez y M. P. Martínez (Eds.), *Funciones y Servicios Ecosistémicos de las Turberas de Sphagnum en la Región de Aysén*. Colección Libros INIA 41 (pp. 49-63). Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Martínez, J. (2014). Contributions to the knowledge of natural history and archaeology of hunter-gatherers of Antofagasta de la Sierra (Southern Argentinian Puna): The case of Penas de las Trampas 1.1. En E. Pintar (Ed.), *Hunter-gatherers from a high-altitude desert. People of the Salt Puna (northwest Argentina)* (pp. 71-93). BAR International Series 2641. British Archaeological Reports.
- Martínez, J., Mondini, M., Pintar, E. y Reigadas, M. C. (2010). Cazadores-recolectores tempranos de la Puna Meridional Argentina: avances en su estudio en Antofagasta de la Sierra (Pleistoceno final-Holoceno temprano/medio). En J. R. Bárcena y H. Chiavazza (Eds.), *Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo. XVII Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (Tomo IV, Cap. 32, pp. 1691-1696). Universidad Nacional de Cuyo – INCIHUSA CONICET.
- Mondini, M., Marozzi, A. y Pintar, E. (2015). Interacciones entre humanos y animales en la Puna salada durante el Holoceno medio: el caso de Cueva Salamanca 1, Antofagasta de la Sierra, Catamarca. *Arqueología*, 21(1), 73-87.
- Moore, P. y Webb, J. (1983). *An illustrated guide to pollen analysis*. Hodder and Stoughton.
- Morales, M., Bustos, S., Oxman, B. I., Pirola, M., Tchilinguirian, P., Orgeira, M. J. y Yacobaccio, H. (2018). Exploring habitat diversity of mid-holocene hunter-gatherers in the South Central Andes: multi-proxy analysis of Cruces Core 1 (TC1), Dry Puna of Jujuy, Argentina. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 18, 708-721. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.07.010>
- Mufato, N., Acosta, D., Apóstolo, N. M. y Rodríguez, M. F. (2011). Restos vegetales recuperados en el sitio arqueológico Cueva Salamanca 1, Puna Meridional Argentina. Usos y paleoambiente. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica*, 46(Supl.), 138.
- Núñez, L. y Santoro, C. (1988). Cazadores de la puna seca y salada del área centro-sur Andina (Norte de Chile). *Estudios Atacameños*, 9, 11-60.
- Núñez, L., Grosjean, M. y Cartajena, I. (1999). Un ecorrefugio oportunístico en la puna de Atacama durante eventos áridos del Holoceno Medio. *Estudios Atacameños*, 17, 125-174.
- Núñez, L., Cartajena, I. y Grosjean, M. (2013). Archaeological silence and ecorefuges: Aridevents in the Puna of Atacama during the Middle Holocene. *Quaternary International*, 307, 5-13. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.04.028>
- Olivera, D. E. (1989). Prospecciones arqueológicas en Antofagasta de la Sierra (Puna Argentina),

- Provincia de Catamarca. Informe preliminar. *Shincal*, 1, 7-23.
- Olivera, D. E. (1992). *Tecnología y estrategias de adaptación en el Formativo (Agro-alfarero Temprano) de la Puna Meridional Argentina. Un caso de estudio: Antofagasta de la Sierra (Pcia. de Catamarca, República Argentina)* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina].
- Olivera, D., Tchilinguirian, P. y Grana, L. (2004). Paleambiente y arqueología en la Puna meridional argentina: archivos ambientales, escalas de análisis y registro arqueológico. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 29, 229-247.
- Oxman, B. (2015). *Paleoambiente y sociedad durante el Holoceno en la Puna Seca de Jujuy: un abordaje arqueopalinológico* [Tesis de Doctorado, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina].
- Pérez E. L. (2006). *Las plantas utilizadas por la comunidad de Antofagasta de la Sierra, Puna catamarqueña, Argentina* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina].
- Pintar, E. (1995). Los conjuntos líticos de los cazadores holocénicos en la puna salada. *Revista Arqueología*, 5, 9-23.
- Pintar, E. (2004). Cueva Salamanca 1: ocupaciones altitermales en la Puna sur (Catamarca). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 29, 357-366.
- 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.
- Pintar, E. (2014a). Desert hunter-gatherers: mobility and aridity thresholds. A view from the Argentine Salt Puna. En E. Pintar (Ed.), *Hunter-gatherers from a high-altitude desert. People of the Salt Puna (northwest Argentina)* (pp. 95-116). BAR International Series 2641. British Archaeological Reports.
- Pintar, E. (2014b). Continuidades e hiatos ocupacionales durante el Holoceno Medio en el borde oriental de la Puna Salada, Antofagasta de la Sierra, Argentina. *Chungara Revista de Antropología Chilena*, 46(1), 51-71. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562014000100004>
- Pintar, E. y Rodríguez, M. F. (2015). Understanding foraging radius and mobility in a high desert. *Journal of Archaeological Science*, 59, 142-158. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.04.013>
- Pintar, E. y Rodríguez, M. F. (2022). Plant dependency and risk management in the Andean Puna during the Mid to Late Holocene. *The Holocene*, 32(12), 2-33. <https://doi.org/10.1177/09596836221121782>
- Pintar, E., Johnson, A. y Lamkin, S. (2016). *Using Binford's frames of reference to model hunter-gatherer mobility and group size in the Andean Puna*. [Trabajo de presentación a congreso] 81st Annual Meeting of the Society for American Archaeology. Society for American Archaeology. Orlando, Florida.
- Renault-Miskovsky, J. (1988). Palynologie archéologique. A la recherche des climats, des paysages et des coutumes de la Préhistoire. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistoria*, 1, 471-489.
- Rodríguez, M. F. (1998). *Arqueobotánica de Quebrada Seca 3: Recursos vegetales utilizados por cazadores-recolectores durante el período Arcaico en la Puna Meridional Argentina* [Tesis de Doctorado, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina].
- Rodríguez, M. F. (2013a). Los grupos humanos y las plantas en la Puna meridional argentina: Arqueobotánica de Antofagasta de la Sierra. *Intersecciones en Antropología*, 14, 315-339.
- Rodríguez, M. F. (2013b). Acerca de la flora de Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina. Ambiente y Paleoambiente. *Darwiniana*, 1(2), 295-323. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2013.12529>
- Rodríguez, M. F. (2014). Metodología para el análisis de especies vegetales recuperadas en sitios arqueológicos. En Zarlavsky, G. (Ed.), *Histología vegetal. Técnicas simples y complejas* (pp. 141-145). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica.
- Rodríguez, M. F. y Aguirre, M. G. (2019). Historia y desarrollo de las investigaciones arqueobotánicas en la Puna Sur Argentina. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos*, 5(1), 68-87.
- Rodríguez, M. F., Rúgolo de Agrasar, Z. E. y Aschero, C. A. (2006). El uso de las plantas en unidades domésticas del sitio arqueológico Punta de la Peña 4, Puna meridional argentina. *Chungara. Revista de Antropología Chilena*, 38(2), 257-271. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562006000200009>
- Rodríguez, M. R., Aguirre, M. G. y Babot, M. P. (2024). Las plantas del fuego. Aportes de los saberes nativos para la comprensión de los registros antracológicos en la puna. *Chungara. Revista de Antropología Chilena*, 56(1), 79-108. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-73562024005000502>

- Rumrich, U., Lange-Bertalot, H. y Rumrich, M. (2000) Diatoms of the Andes. From Venezuela to Patagonia/Tierra del Fuego and two additional contributions. En H. Lange-Bertalot (Ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 9. Phytogeography-Diversity-Taxonomy*. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Ruthsatz B. (1977). Pflanzenellschaften und ihre Lebensbedingungen in den Andinen Halbwüsten Nordwest – Argentinien. *Dissertationes Botanicae, Band, 39*, 1-168.
- Ruthsatz B. y Movia, C. (1975). *Relevamiento de las estepas andinas del Noroeste de la provincia de Jujuy, Rep. Argentina*. Fundación Educación, Ciencia y Cultura.
- Santamans, C. D., Córdoba, F. E., Franco, M.G., Vignoni, P. y Lupo, L. C. (2021). Hydro-climatological variability in Lagunas de Vilama System, Argentinean Altiplano-Puna Plateau, Southern Tropical Andes (22° S), and its response to large-scale climate forcings. *Science of The Total Environment*, 767, 144926. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144926>
- Seeligmann, C. y Maidana, N. (2019). Consideraciones sobre la comunidad de diatomeas en relación a gradientes de altitud y salinidad en humedales de la Puna y los Altos Andes (Catamarca y Jujuy, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 54(4), 475-486.
- Solbrig, O. T. (1961). Leaf and nodal anatomy of some andean. Compositae-Astereae. *Journal of the Arnold arboretum*, 42, 276-294.
- Squeo, F. A, Barry, W., Aravena, G. y Espinoza, D. (2006). Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. *Revista chilena de historia natural*, 79(2), 245-255.
- Tapia-Núñez, M. y Flores-Ochoa, J. (1984). *Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú*. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria.
- Tchilinguirian P. (2008). *Paleoambientes Holocenos en la Puna Austral, Provincia de Catamarca: Implicancias geoarqueológicas* [Tesis de Doctorado, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina].
- Tchilinguirian, P. y Morales, M. (2013). Mid-Holocene paleoenvironments in Northwestern Argentina: main patterns and discrepancies. *Quaternary International*, 307, 14-23. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.12.028>
- Tchilinguirian, P. y Olivera, D. (2005). *Evolución paleoambiental e implicancias geoarqueológicas en Laguna Colorada, Puna Catamarqueña, Argentina*. [Trabajo de presentación a congreso] XVI Congreso Geológico Nacional. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Tchilinguirian, P. y Olivera, D. (2014). Late Quaternary paleoenvironments, South Andean Puna (25°-27°S), Argentina. En E. Pintar (Ed.), *Hunter-Gatherers from a High-Elevation Desert. People of the Salt Puna (Northwest Argentina)* (pp. 45–72). BAR International Series 2641. Archaeopress.
- Tchilinguirian P., Olivera, D. y Grana, L. (2008). *Expansiones y retrocesos de humedales de altura durante el holoceno, Puna austral Argentina*. [Trabajo de presentación a congreso]. XVII Congreso Geológico Argentino. Universidad Nacional de Jujuy, Argentina.
- Torres, G. R., Fierro, P. T., Sánchez, A. C. y Lupo, L. C. (2019). Relationship between vegetation assemblages and modern pollen in semiarid environments of Jujuy, northwestern Argentina. *Palynology*, 43(3), 494-506. <https://doi.org/10.1080/001916122.2018.147692>
- Twiss, P. C. (1992). Predicted world distribution of C₃ and C₄ phytolith. En G. Rapp y S. Mulholland (Eds.), *Phytolith Systematics* (pp. 113-128). Plenum Press.
- Valero-Garcés, B. L., Delgado-Huertas, A., Ratto, N., Navas, A. y Edwards, L. (2000). Paleohydrology of Andean saline lakes from sedimentological and isotopic records, Northwestern Argentina. *Journal of Paleolimnology*, 24, 343–359.
- 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, 107–119.
- Villagrán, C. y Varela, J. (1990). Palynological evidence for increase aridity on the central Chilean coast during the Holocene. *Quaternary Research*, 34, 198–207. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(90\)90031-F](https://doi.org/10.1016/0033-5894(90)90031-F)
- White-Nockleby, C., Prieto, M., Yager, K. y Meneses, R. I. (2021). Understanding Bofedales as Cultural Landscapes in the Central Andes. *Wetlands*, 41(102). <https://doi.org/10.1007/s13157-021-01500-y>
- Winkel, T., Aguirre, M. G., Arizio, C. M., Aschero, C., Babot, M. P., Beniot, L.,...Joffre, R. (2018). Discontinuities in quinoa biodiversity in the dry Andes: An 18-century perspective based on allelic genotyping. *PLoS ONE*, 13(12), 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207519>
- Yacobaccio, H. (2013) Towards a human ecology for the Middle Holocene in the Southern Puna. *Quaternary International*, 307, 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.08.2109>

Yacobaccio, H. (2017). Peopling of the high Andes of northwestern Argentina. *Quaternary International*, 461, 34-40. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.01.006>

Yacobaccio, H.D. y Vilá, B. (2016). A model for llama (*Lama glama* Linnaeus, 1758) domestication in the southern Andes. *Anthropozoologica*, 51(1), 5-13. <http://dx.doi.org/10.5252/az2016n1a1>.

Yacobaccio, H., Morales, M. y Huguin, R. (2017). Habitats of ancient hunter-gatherers in the Puna: Resilience and discontinuities during the Holocene. *Journal of Anthropological Archaeology*, 46, 92-100. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.08.004>