

CAMBIOS AMBIENTALES EN LA PUNA JUJEÑA DURANTE LOS ÚLTIMOS 1200 AÑOS: EXPLORANDO SU IMPACTO EN LA ECONOMÍA PASTORIL

Lupo, Liliana ^{1 y 2}; Morales, Marcelo R. ^{1 y 3}; Yacobaccio, Hugo D. ^{1 y 3},
Maldonado, Antonio ⁴ y Grosjean, Martin ⁵

¹ CONICET

² Laboratorio de Palinología - UNJU - Grupo Yavi

E-mail: lupoli@imagine.com.ar

³ Sección Arqueología - ICA - FFyL - UBA

E-mail: marcelomoralesarq@gmail.com

⁴ Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)

E-mail: amaldona@userena.cl

⁵ University of Bern - NCCR Climate - Switzerland

E-mail: grosjean@giub.unibe.ch

Introducción:

Se presentan los avances de los análisis polínicos y de diatomeas de Laguna Pululos. Ésta corresponde a un sistema lacustre de altura ubicada a 22° 34' S, 66° 49' W, a 4500 msnm. El ambiente está caracterizado por escasas precipitaciones, menores a 200 mm/año (concentradas en verano) y una temperatura promedio de 6 °C. La cobertura vegetal no supera el 10 - 20 % y está representada por la vegetación altoandina, rica en herbáceas, poáceas y escasas arbustivas (Cabrera, 1976).

El objetivo del trabajo es dar a conocer la interpretación paleoambiental del testigo (*Core 1012*) y discutir estos resultados en el marco de estudios previos en el área andina, como la Pequeña Edad de Hielo y la Anomalía Climática Medieval (Thompson et al. 1985, 1986, Liu et al., 2005). En este caso particular se explora las posibles relaciones entre fenómenos de sequía y sus impactos en los rebaños de llamas (*Lama glama*), como así también las estrategias de matanza selectiva de los pastores en tal situación.

Los eventos de secas periódicas detectados en el área de la puna parecen tener profundo impacto en el tamaño y composición etaria de los rebaños, tanto por efectos naturales directos como por la selección de estrategias como respuesta a este factor por parte de los pastores. Al respecto de este punto Göbel (2001) frente a la seca de 1996 que afectó Huancar (Dpto. de Susques) observa que el tamaño del rebaño se reduce hasta a la mitad de cabezas luego de una sequía grave. Como consecuencia de la sequía, la mayoría de las hembras no quedaron preñadas, abortaron y las crías murieron al poco tiempo. Pero, más importante aún, es que en pocos meses, de junio a noviembre de 1996, murió "un número excepcionalmente elevado de animales adultos" (Göbel 2001). Por otro lado, la estrategia regular de los pastores involucrados en una producción mixta (lana/carne) sacrifica preferentemente llamas adultas. Arqueológicamente esto es visible a través de la representación de un 65-80% de huesos fusionados en los registros óseos desechados en los asentamientos (Yacobaccio et al. 1998). Sin embargo, altas proporciones de animales adultos superiores a las comentadas estaría más allá de la explicación dada por el modelo de sacrificio regular en una estrategia de explotación mixta por lo que habría que considerar otros factores. Se estima que las consecuencias de sequías graves que periódicamente hay en la región dejaría una impronta de representación de restos óseos de llamas adultas en altas proporciones, tanto por mortalidad natural como por sacrificio de animales machos adultos.

Para poder trabajar con este tipo de estrategias humanas fuertemente influenciadas por condiciones ambientales a corto plazo, es necesario contar con registros paleoambientales de muy alta resolución, que son usualmente poco frecuentes (Lupo, 2006), y hasta hace unos años inexistentes, en nuestra área de estudio.

El Registro Paleoambiental De Laguna Pululos

Se analizaron en laboratorio muestras para polen y diatomeas del testigo 1012 (Cuadro 1) de 120 cm y una edad basal de ~550 años AD (^{14}C). Las muestras para polen se procesaron por técnicas estándar para polen cuaternario (Fraegri, K., Iversen, J., 1989; Moore et al., 1991). La vegetación zonal esta representada por elementos arbustivos (Cactaceae, Solanaceae, Ephedra, Asteraceae, e indicadores de ambientes salobres como Chenopodiaceas), palustres y Cyperaceas (como Carex de borde de vegas y lagunas salobres de altura) y acuáticas (Pediastrum con dos a tres especies conocidas para lagunas altoandinas salobres argentinas). La vegetación regional la integra la típica asociación del pastizal altoandino con predominio de poáceas y herbáceas (Azorela, Asteraceae subfam. Mutisiae, Bowlesia, Brasicaceae, Bowlesia, Calandrinia, Geraniaceae, Apocinaceae, Gomphrena, Ranunculaceae, Urica, *Plantago tubulosa*, entre otras).

La zonación se realizó con ayuda del análisis de agrupamiento (CONISS) del programa TG View 2.0.2 (Grimm, 2004). Se consideraron los incrementos de elementos palustres del borde del lago (Carex), como indicadores de momentos de retracción del lago y eventualmente más secos. Las disminuciones de los valores de palustres se vinculan a la expansión del lago, más húmedos, con la presencia de elementos de sector arbustivo circundante (tipo Tolar de Asteraceas, Chenopodiaceas de ambientes salobres) y el pastizal altoandino de poáceas y herbáceas.

Las muestras de diatomeas fueron analizadas a intervalos regulares de 2cm (~20 años de resolución en los primeros 90 cm y de ~52 años entre los 90 y 120 cm). Los preparados se realizaron siguiendo el protocolo estandar de Battarbee (1986), se cuantificaron 400 valvas por muestra. La interpretación ecológica general se apoya en la relación de abundancias relativas de especies de afinidad planctónica y bentónica. Se identificaron 91 taxones a nivel específico o sub-específico. Las especies más relevantes en las muestras analizadas son: *Cocconeis placentula*, *Thalassiosira patagonica*, *Cyclotella meneghiniana* y *Amphora veneta*.

Nro. Laboratorio	Profundidad	Método	^{14}C yr A.P.	$\pm 1 \sigma$	cal $\pm 1 \sigma$ (AD)	cal $\pm 2 \sigma$ (AD)
Hv-22924	0 cm	^{14}C	modern			
Hv-22716	48-52 cm	^{14}C	270	137	1501 - 1810	1464 - 1951
Poz-11015	79-80	^{14}C AMS	475	30	1433- 1463	1420- 1498
Poz_14703	89-90	^{14}C AMS	610	30	1324 - 1343 (0.37) 1389- 1412 (0.63)	1316- 1355 (0.41) 1382- 1428 (0.59)
Hv-22925	110-115	^{14}C	1255	160	680- 977	552- 1159

Cuadro 1. Dataciones del testigo 1012 con calibraciones de $\pm 1 \sigma$ y $\pm 2 \sigma$

Interpretación Paleoambiental

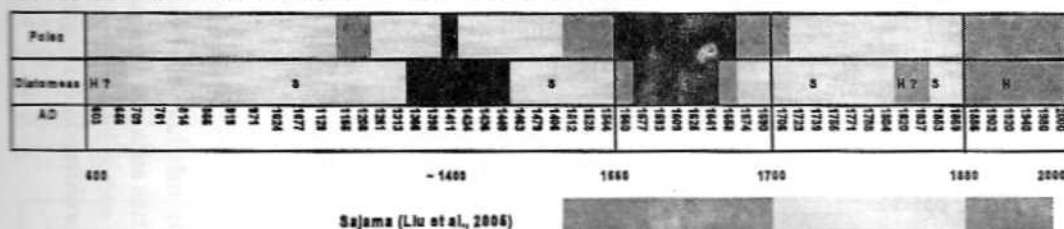
El registro polínico muestra fases con predominio de la vegetación palustre en los lapsos 1870-1700, 1500-1400 y 1050-650 AD, sugiriendo descensos del nivel lacustre y otras con un incremento en el nivel del lago, donde domina el espectro polínico de fuente regional, con un máximo entre los 1700 y 1500 AD. Se observa una tendencia al incremento de la salinidad hacia el presente, con aumento de Pediastrum a partir del 1910 AD.+

Los registros de diatomeas evidencian tendencias similares al polen; en general, con una fuerte variabilidad de corto plazo y abruptos cambios en el nivel del lago (en un lapso de 10-15 años). Se reconocen fases profundas de la laguna, mediante la relación plancton-

bentos, durante los últimos 100-150 años, entre 1660 y 1590 AD y alrededor de 666 AD. También son notables momentos áridos, particularmente durante el lapso comprendido entre 1540 y 1310 AD.

Las zonaciones realizadas en ambos diagramas a través del análisis e agrupamiento (polen-diatomeas) permitieron separar los diferentes momentos paleoclimáticos. Se comparan los registros (Fig 1) y pueden establecerse dos zonas claramente: **I, A** (entre 1580 AD y la actualidad), más húmeda (I a y b, A1 y A2) entre 15 y 50 cm, con presencia de *Pediastrum* y *Cyclotella meneghiniana*. **II, C** (entre 600 y 1580 AD) más seca que la superior (II-a, b, c y C- 1,2) entre 70 y 120 cm, con ausencia de *Pediastrum* y *Cyclotella meneghiniana*. Se identifica un sector intermedio o de transición (a-b y B) entre 50 y 70 cm con disminuciones importantes de *Carex* y *Cocconeis placentula*, considerado el momento de mayor aumento del nivel del lago.

La correlación entre los datos obtenidos con fuentes palinológicas a escala regional puede establecerse con los datos (Grafica 1) para la pequeña edad de hielo (LIA) de las secuencias de Sajama (Liu et al, 2005) y Quelccaya (Thompson et al., 1985, 1986). En estas se establecen dos fases: una correspondiente a un período húmedo y frío (comparable con la zona a-b y B de Pululos), con predominio de pastizales de altura entre 1500 y 1700 AD y uno seco y más cálido (comparable con I-b y A2 de Pululos) con aumentos de arbustos xerofíticos de la puna entre 1700 y 1880 AD.



Grafica 1 Los datos obtenidos aportan información sobre alternancia de fases húmedas (H) y secas (S):- 1560-80 AD a la actualidad, en general más húmeda con un momento muy húmedo (MH) entre 1560- 1700 y uno seco entre 1870-1700 AD.- 1580 a 600 AD, más seca que la anterior, con un momento muy seco (MS) hacia los 1400 AD.

Relaciones entre Arqueofauna de Diversos Sitios de Puna y Quebrada y Los Períodos Secos del Registro Paleoambiental de Pululos

Para abordar la relación entre los momentos secos de Pululos y el %NISP de fusionados de las arqueofaunas, se tomó la información disponible para 6 sitios (Cuadro 2) que comprenden TIL 22, TIL 17 y La Huerta en la Quebrada de Humahuaca y Cueva Chayal, Puesto Demetria, y alero Atuya en la Puna (Susques).

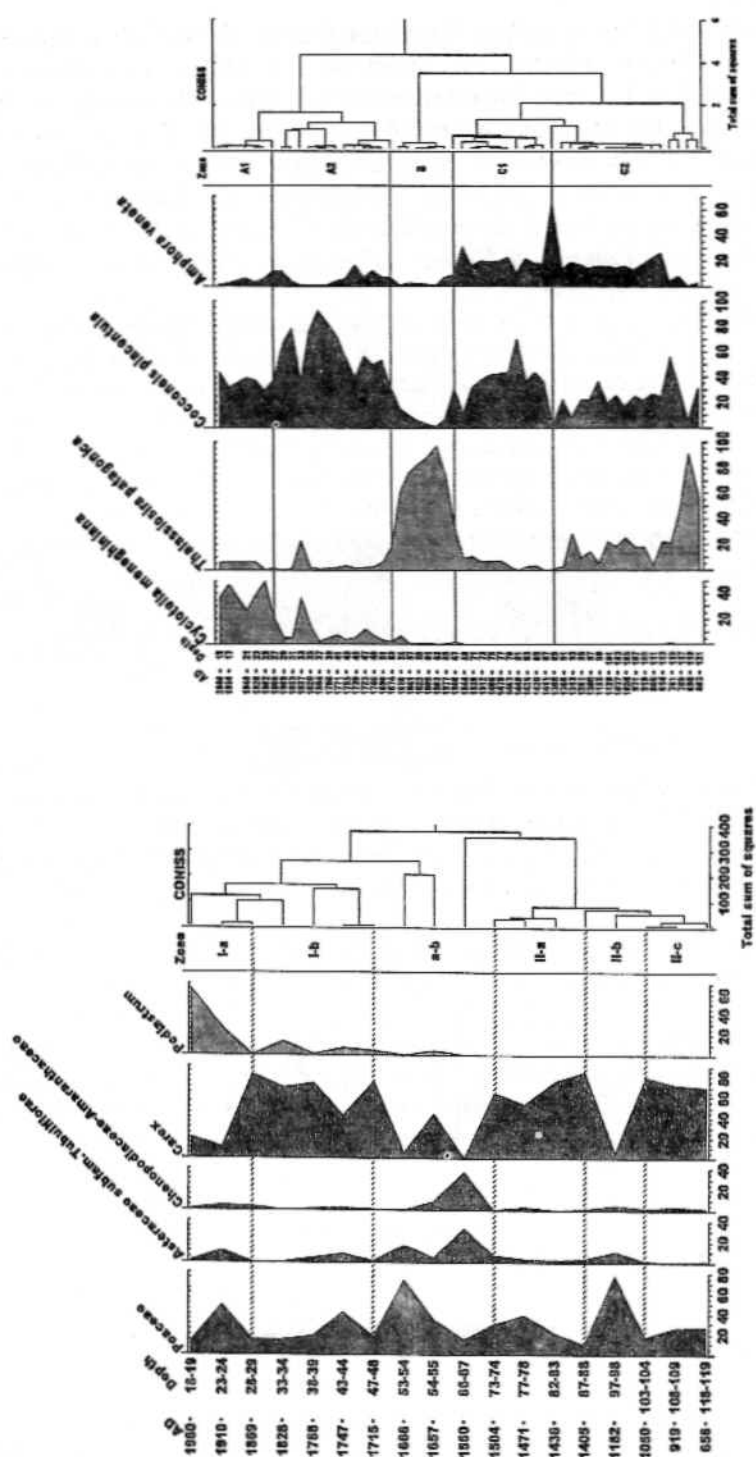


Fig. 1. Diagramas Polen-Diatomeas. **I, A** (entre 1580 AD y la actualidad), más húmeda (I a y b, A1 y A2) entre 15 y 50 cm, con presencia de *Pediastrum* y *Cyclotella meneghiniana*. **II, C** (entre 600 y 1580 AD) más seca que la superior (II-a, b, c y C-1,2) entre 70 y 120 cm, con ausencia de *Pediastrum* y *Cyclotella meneghiniana*. Se identifica un sector intermedio o de transición (a-b y B) entre 50 y 70 cm con disminuciones importantes de *Carex* v *Cocconeis placentula*, considerado el momento de mayor aumento del nivel del lago.

Sitio	Fecha (Midpoint)	Calibrada	%NISP Fusionados
TIL 22	1000		76,8
TIL 17	1200		70,7
LH A	1280		34
Chayal	1330		45,4
PD	1350		82,5
LH B	1400		56
ATY	1420		100

Cuadro 2- Sitios arqueológicos.

De la misma manera, se utilizó el segmento correspondiente entre los 1000 y 1500 años DC calibrado del registro paleoambiental presentado. Las dataciones de los sitios arqueológicos son puntos medios de edades calibradas utilizando la rutina Combine del OxCal 3.1. Conviene recordar que los primeros 400 años de este lapso se manifiestan como uno de los períodos más áridos en la media de los últimos 1000 años, correlacionables con el momento más árido de la cronozona de la Anomalía Climática Medieval. El Gráfico 2 presenta los valores de la relación entre las diatomeas con afinidades de forma de vida planctónica y bentónica (Azul), que remiten a niveles teóricos de la laguna Pululos, siendo estos datos proxy de la humedad regional (un menor nivel de la laguna implica un momento más seco y viceversa). En Rojo se presentan los %NISP de fusionados de diversos componentes de los sitios mencionados. Las líneas representan una media móvil de 2 intervalos, generadas con el fin de minimizar los sesgos y desfases resultantes de los puntos medios y los errores estándar de la calibración.

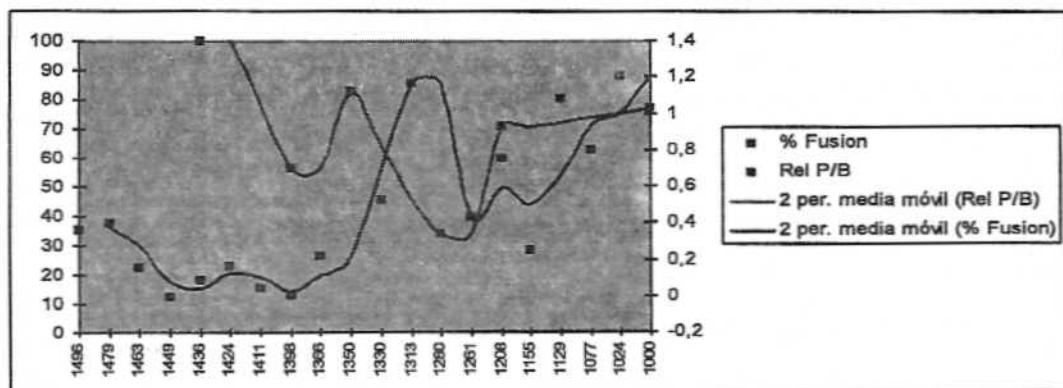


Gráfico 2. Medias móviles y datos de la relación Planctónicas/Bentónicas de las afinidades de forma de vida de las diatomeas de Pululos (azul) y %NISP de fusionados en los sitios mencionados entre 1000 y 1500 años DC cal.

Se evidencia (Gráfica 2) una relación prácticamente inversa entre la presencia de fusionados y los momentos más húmedos del registro de Pululos. Dicha relación es coherente con lo observado en los registros faunísticos de pastores actuales, en tanto la alta proporción de llamas adultas responde a mortalidad causada por sequías, con las estrategias puestas en práctica para superar sus efectos. Por lo tanto, esta tendencia parece responder a la mortalidad natural causada por la sequía del período o a una estrategia empleada por los pastores del pasado para resolver la preservación del rebaño en momentos secos, donde juega un rol importante la disponibilidad de pasturas y la conservación del potencial reproductivo de los rebaños de llamas.

Conclusiones y Perspectivas Futuras:

El registro de Laguna de Pululos presenta una interpretación paleoambiental con una metodología multi-proxi novedosa para la región. Esta aporta interesante información a las problemáticas arqueológicas, especialmente por la cronología de alta resolución para el período Tardío.

En relación al problema de la representación etaria diferencial en el registro arqueológico, este trabajo permite extraer conclusiones preliminares debido especialmente al escaso número de casos tratados. Las tendencias son significativas y merecen tenerse en cuenta a la hora de interpretar la estructura etaria de la arqueofauna de los sitios de las regiones áridas del NOA. En futuros trabajos se espera involucrar una mayor cantidad de sitios y otras líneas de evidencia como la genética para la determinación del sexo de los individuos, o indicadores más precisos de edad que ayudarán a definir con mayor precisión la problemática planteada.

Bibliografía

- Battarbee, R. W. 1986. Diatoms Analysis. En Handbook of Holocene paleoecology and paleohydrology. pp:527-570. Editado por B. E. Berlung, J. Wiley & Sons, New York.
- Cabrera, A. L. 1976: Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Segunda edición. Tomo 2-1. Bs. As.
- Fraegri, K., Iversen, J., 1989. Textbook of Pollen Analysis. Cuarta Edición por Fraegri, K., Kaland, P.E., Krywinski, K., Chichester.
- Grimm, E. 2004. TGView 2.0.2. Illinois State Museum. Research and Collection Center. Springfield, Illinois.
- Göbel, B. 2001. El ciclo anual de la producción pastoril en Huancar (Jujuy, Argentina). En: El uso de los camélidos a través del tiempo. GZC - ICAZ, Editorial del Tridente, Buenos Aires.
- Liu, K-B, Carl A. Reeseb, Lonnie G. Thompsonc, 2005: Ice-core pollen record of climatic changes in the central Andes during the last 400 yr. *Quaternary Research* 64 () 272-278.
- Lupo, L. C.; Bianchi, M. M.; Araoz, E.; Grau, R., Lucas, C.; Kern, R; Tanner, W; Camacho, M; Grosjean, M. 2006. Climate and human impact of the last 2000 years as recorded in Lagunas de Yala, Province of Jujuy, northwestern Argentina. *Quaternary International*, Canada, v. 158, p. 30-43.
- Moore, P.D.; Webb, J.A., Collinson, M.E., 1991. Pollen Analysis. Segunda edición. Blackwell Scientific Publications, London.
- Thompson, L.G., Mosley-Thompson, E., Dansgaard, W., Grootes, P.M., 1986. The "Little Ice Age" as recorded in the stratigraphy of the tropical Quelccaya ice cap. *Science* 234, 361- 364.
- Yacobaccio, H., C. M. Madero y M. Malmierca. 1998. Etnoarqueología de pastores surandinos. GZC - ICAZ. Buenos Aires.