

PRIMEROS RESULTADOS PALEOAMBIENTALES DEL ANÁLISIS DE DIATOMEAS  
FÓSILES DEL HOLOCENO MEDIO Y TARDÍO DE LA CUENCA DEL RÍO MIRIGUACA,  
ANTOFAGASTA DE LA SIERRA, PUNA CATAMARQUEÑA.

GRANA, Lorena G.\*

MORALES, Marcelo\*\*

## INTRODUCCION

El presente trabajo se encuentra dentro del proyecto de investigación “Ambiente y recursos en sociedades arqueológicas de la Puna Argentina” dirigido por el Dr. Daniel E. Olivera<sup>1</sup>, el cual tiene como objetivo principal analizar la evolución paleoambiental en la Puna de Atacama y su relación con los recursos disponibles para los grupos humanos.

Nuestro tema es brindar los primeros resultados del análisis ecológico de las diatomeas de cuatro muestras obtenidas del perfil 3 de la cuenca del Río Miriguaca (3.700 msnm) en la Puna Meridional.

Dichos resultados presentan una fuerte correlación con la información de la región proveniente de otros *proxies*, como datos geomorfológicos e isótopos estables (Olivera *et al* 2002), brindando de esta manera información importante y consistente para la discusión tanto de aspectos relacionados al paleoambiente en sí mismo, como la relación entre éste y las poblaciones humanas que habitaron el área en el pasado.

## PRESENTACIÓN DEL ÁREA

La Puna Argentina es considerada como una macrorregión del sector más austral del altiplano andino, ubicada entre los 22° y 27° de Lat. S. y entre los 65°10' y 36°50' de Long O. El ambiente puneño se caracteriza por tener dos rasgos principales. Primero, el ser una región árida/semiárida, con desiertos en altura recorridos por numerosos cordones montañosos, con sentido NE-SO. El segundo rasgo es la existencia de una gran variabilidad a nivel microrregional, condicionada por la ubicación altitudinal, las coordenadas geográficas y situaciones topográficas de los paisajes (Olivera 1991), representado así un paisaje con alta heterogeneidad.

---

\*INAPL. Proyecto Arqueológico Antofagasta de la Sierra. E-mail: lorenaggrana@yahoo.com.ar

\*\*CONICET - ICA. Sección Arqueología. FFyL – U.B.A. E-mail: marcelo\_\_morales@hotmail.com

Las características ambientales actuales de la Puna son las siguientes: intensa radiación solar debida a la altitud (2500-4100 msnm); gran amplitud térmica diurna/nocturna; marcada estacionalidad con precipitaciones estivales pobres, volviendo al clima puneño altamente impredecible en el corto y mediano plazo; baja presión atmosférica; irregular distribución de nutrientes, que se concentran en sectores hídricos estables (fondos de cuenca endorreicos y quebradas altas) (Olivera 1997). La red hidrográfica endorreica, que tiene un régimen de deshielo (entre noviembre y marzo) y de aguas subterráneas, es particularmente sensible a cambios ambientales (Wolin y Duthie 1999).

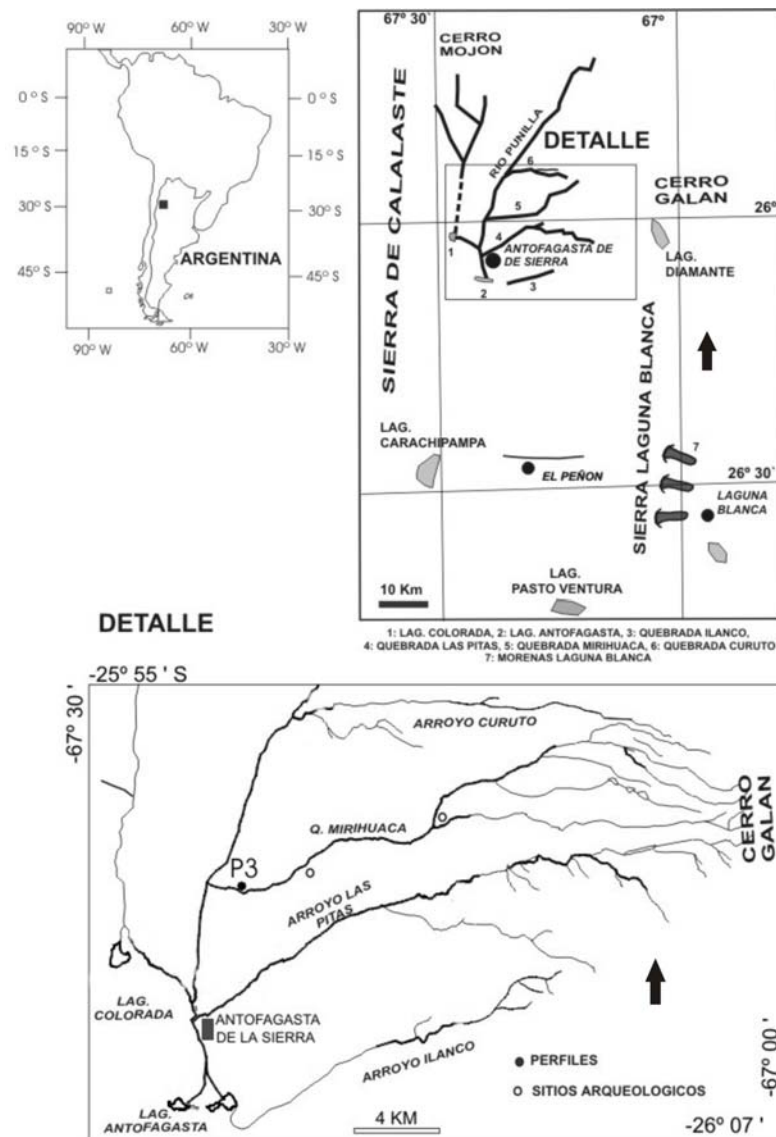


Figura 1. Mapa de Antofagasta de la Sierra (Catamarca, Argentina). P3 es el perfil analizado. Facilitado por el Dr. Daniel Olivera y el Lic. Pablo Tchilinguirian.

La cuenca analizada en este caso es la de Miriguaca, ubicada en la microrregión Antofagasta de la Sierra (Prov. Catamarca, Argentina). Esta cuenca comprende un curso de régimen permanente afluente del río Punilla. Tiene una superficie de 150 km<sup>2</sup> y su sector

superior se desarrolla en las laderas occidentales del Cerro Galán (6000 msnm). Las litologías atravesadas por la cuenca preferentemente son ignimbritas terciarias (2.5 Ma), provenientes del colapso del Cerro Galán, y sedimentitas terciarias. A lo largo de la cuenca se identifican varios niveles de terrazas de edad cuaternaria (Pablo Tchilinguirian com. pers). El perfil analizado se ubica en la escarpa de una terraza de edad holocénica que se encuentra en la cuenca inferior del sistema fluvial.

El curso del río Miriguaca es alimentado por tres ojos de agua o manantiales que se ubican al pie del cerro Galán. Estos ojos de agua son permanentes y no registraron variaciones importantes de su caudal en tiempos recientes. Se infiere que el aporte de agua subterránea se debe a la infiltración producto de los deshielos de primavera y verano. Sin embargo, tormentas intensas en la cuenca superior pueden provocar crecientes espontáneas o incrementos drásticos del caudal (Pablo Tchilinguirian com. pers)

## ASPECTOS TEÓRICOS GENERALES

La alta heterogeneidad ambiental en la Puna nos obliga a realizar análisis en distintas escalas espaciales y temporales. Uno de los elementos a considerar es que la distribución de los recursos naturales tiene una estructura en forma de mosaico, creando parches particularmente productivos. Yacobaccio (1994) ha denominado a estos parches como “Zonas de concentración de nutrientes” (ZCN) por presentar una abundancia muy por encima de la media regional. Las ZCN son comparables con los “refugios ecológicos” (Grosjean y Nuñez 1994; Nuñez *et al* 2001), aunque no son ecosistemas cerrados como estos últimos, sino áreas discretas del paisaje que pudieron ser incorporadas dentro del rango de movilidad del grupo humano, permitiendo así ocupaciones puntuales y su explotación (Yacobaccio y Morales 2005).

El análisis ecológico de las diatomeas permite desarrollar un estudio de escala local y, de esta manera, poder observar la variabilidad existente en la región y detectar posibles “ZCN”. La información ecológica obtenida de estos análisis permite obtener la estimación de recursos, sobre todo en lo referente a la presencia vegetal (*i.e.* productividad primaria), y la disponibilidad y calidad de aguas, dos recursos elementales para las cadenas tróficas, en la que incluimos a los grupos humanos.

Además, la importancia de nuestro *proxy* seleccionado, radica que en ambientes acuáticos de altura las diatomeas muestran una distribución zonal (Reed *et al.* 1999; Servant-Vildary y Roux 1990). Consecuentemente, *proxies* con esta resolución espacial son pertinentes para abordar estudios paleoambientales en este tipo de ambientes.

## EL AMBIENTE HOLOCENICO EN LA PUNA DE ATACAMA

Bajo una perspectiva continental, Clapperton (1993) afirma que en el Holoceno Temprano (10000 al 8000 años AP) parece existir una fase de enfriamiento, seguida por un registro que implica las condiciones más cálidas del Holoceno durante el lapso comprendido entre 8000 y el 6000 años AP, el llamado Altitermal o Hypsitermal. Las condiciones ambientales durante este período parecen ser más cálidas y secas que en el presente en la mayoría de las áreas, resultando en una mayor aridez en los ambientes semiáridos, regeneración de estructuras eólicas para zonas como la pampa (Villagran 1993) y menores niveles de lagos en el Altiplano. Finalmente, la segunda mitad del Holoceno (a partir del 4000 AP) presenta la vuelta a condiciones más húmedas y frías.

En relación a lo propuesto por este autor, otros investigadores con un marco regional y usando diversos *proxies* postularon modelos más o menos inclusivos. Markgraf (1985), basándose en la secuencias polínicas del El Aguilar y Barro Negro, plantea para la puna, entre 10.000 y los 7500 años AP, un movimiento ascendente de las comunidades vegetales Altoandina y Puneñas bajo condiciones más húmedas que en la actualidad y más cálidas que en el Pleistoceno. Para el intervalo entre 7500 y 4000 años AP las precipitaciones y consecuentemente la humedad ambiental parecen haber disminuido, mientras que se registra un aumento en las temperaturas. De esta manera, para el Altitermal se propone un evento de mayor aridez.

Coincidiendo con esta postura se presentan los resultados brindados por los núcleos de hielo del glaciar Huascarán, Perú (Thompson *et al.* 1995), dejando constancia que no todos los datos generados por núcleos de hielo poseen la misma resolución espacial, soliendo mostrar la sincronía de cambios climáticos en regiones amplias (para más datos ver Alley 2000). Estos estudios evidencian un paulatino aumento de las temperaturas y de la humedad desde los 10000 hasta los 7000 años AP, mientras que las condiciones más cálidas del Holoceno se presentan entre los 8400 y 5200 años AP con el pico máximo de temperaturas para el período entre 6500 y 5200 años AP. Para la segunda mitad del Holoceno, todos los datos aquí presentados coinciden en que se manifiesta una gradiente constante de baja en las temperaturas.

Ahora bien, Baied y Wheeler (1993) sugieren, al analizar la secuencia polínica de la Laguna Seca, en el Parque Nacional Lauca, Chile, un clima húmedo y frío entre 11000 y 8000 años AP. Entre 7000 y 5000 años AP se presentan condiciones más cálidas y secas y, a partir de los 5000 años AP, pudo ocurrir un episodio húmedo pero cálido. En particular, el Holoceno Medio es considerado como un fase árida, planteando que desde los 11000 años AP comienza un proceso gradual hacia una mayor temperatura y sequedad, estableciéndose estas condiciones entre 8000 y 7000 años AP. Dichas condiciones secas permanecen hasta el 5000 años AP seguido de un corto episodio húmedo entre 4000 y 3000 años AP. Finalmente, hacia los 3500

años AP se presenta un episodio de drástica sequedad que inicia las condiciones de aridez actuales.

### El caso de la Puna Argentina

Las investigaciones realizadas sobre el paleoambiente en la Puna Argentina se han basado en el uso de diferentes *proxies*: polen (Fernández *et al.* 1991); sedimentología y diatomeas (Maidana 1996; Morales 2004; Yacobaccio y Morales 2005; Yacobaccio *et al.* 2001); isótopos estables (Olivera *et al.* 2002). Estos estudios han demostrado la alta variabilidad paleoambiental a nivel regional en la Puna durante el Holoceno, por eso cuanto más se amplíen los estudios con líneas de evidencia independientes, mayor confiabilidad tendrán las inferencias sobre el paleoambiente.

En general los estudios actuales de las condiciones paleoclimáticas de la Puna (Fernández *et al.* 1991; Geyh *et al.* 1996; Grosjean *et al.* 1997; Nuñez *et al.* 2001; Olivera *et al.* 2002) han postulado que entre *ca.* 11.000-8400 años AP el clima era más húmedo y frío que el actual. En este periodo comienza el proceso de poblamiento de la región Andina Centro- Sur (Nuñez 1992; Pintar 1996; Yacobaccio 1994; Yacobaccio y Morales 2005) aunque la relativa abundancia de sitios en la región tienen un fechado con un rango entre *ca.* 10000-7500 AP. Así podemos sugerir que dentro de este último rango cronológico la Puna argentina ya estaba poblada por grupos humanos de cazadores – recolectores.

Para *ca.* 8400 años AP se inició un proceso de disminución de las precipitaciones, con una reducción del nivel de los lagos Pleistocénicos, acompañado de un aumento en las temperaturas, fenómeno conocido como el Hypsitermal. Este fenómeno fue acompañado por una evidente disminución de sitios arqueológicos. Este hecho ha llevado a proponer un hiato ocupacional en la Puna, el cual es conocido como el “Silencio Arqueológico del Holoceno Medio”, con una duración de aproximadamente 2000 años (entre *ca.* 8000 – 6000 años AP). Este supuesto “abandono” de la región se ha asociado al deterioro ambiental producido por el Altitermal (Grosjean y Nuñez 1994; Nuñez 1992). Sin embargo, hay varias fuentes bibliográficas que mencionan una fuerte evidencia de ocupación constante y prolongada en ciertos sitios de Argentina como Quebrada Seca (Antofagasta de la Sierra, Catamarca) (Aschero *et al.* 1998; Martínez Macchiavello 1997; Olivera y Podestá 1993; Yacobaccio 1994; Yacobaccio y Morales 2005) y Hornillos 2 (Susques, Jujuy), que representan un largo y complejo desarrollo social, y en Chile están los sitios como Confluencia, Purifica I, Tulan 51 (Nuñez 1992). Se cuestiona de este modo la existencia de un absoluto silencio arqueológico.

A partir de los 4000-3000 años AP se establecieron condiciones de mayor humedad, aunque no logrando alcanzar las del Holoceno Temprano. En el registro arqueológico se puede

notar que comienzan a aparecer evidencias de procesos complejos como la domesticación y el sedentarismo. Estudios en la cuenca de Antofagasta de la Sierra indican eventos de mayor humedad alrededor de 3900, 2800 y 1700 años AP. En la Puna Norte, análisis de suelos orgánicos dan un patrón similar alrededor del 2500 años AP (Fernández *et al.* 1991). Finalmente, para el 1.600 AP comienzan a establecer las condiciones climáticas actuales.

En la Puna Meridional se están llevando a cabo estudios sobre el paleoambiente holocénico, utilizando variadas líneas de evidencias, particularmente en la zona en la cual se lleva a cabo nuestro análisis. Ya se han realizado estudios sobre isótopos del carbono y del O<sup>18</sup>, y estudios geomorfológicos que brindan información sobre posibles variables que pudieron modificar las condiciones ambientales (*v.g.*, fenómenos de neotectónica locales o regionales) (Olivera *et al.* 2002).

## TÉCNICAS Y METODOLOGÍA

A pesar que desde hace tiempo los estudios diatomológicos son desarrollados en nuestro país (*i.e.* Frenguelli 1924 entre otros), recién en la década del '90 estos análisis han logrado enriquecer las discusiones arqueológicas (Maidana 1996; Maidana y Kligman 2003; Martínez Macchiavello *et al.* 1999; entre otros), permitiéndonos así llegar a un mejor conocimiento de la interrelación entre el ambiente y el comportamiento del hombre (*i.e.* González y Maidana 1998, Maidana 1996, Martínez Macchiavello *et al.* 1999).

Las diatomeas son algas unicelulares microscópicas. Poseen una pared celular o frústulo de sílice amorfo hidratado, permitiéndoles su conservación en los depósitos sedimentarios. Estos organismos son un buen *proxy* porque tiene un rápido *tempo* reproductivo y alta respuesta a los cambios de los nutrientes y condiciones de calidad de las aguas, ya que cada especie tiene un “*specific optimum*” y una tolerancia determinada a un tipo de agua en particular (Cooper 2000). Por lo tanto son buenos indicadores ambientales de alta confiabilidad. Las diatomeas se caracterizan por tener una alta abundancia en todos los cuerpos de agua (ríos, arroyos, lagunas, mares) a excepción de aguas calientes o hipersalinas (Cooper 2000; Martínez Macchiavello 1997; Maidana com. pers.).

La identificación taxonómica de las diatomeas nos permite inferir directamente la productividad de las aguas e indirectamente la salinidad, el pH, la alcalinidad y el estatus nutricional de las mismas, cuantificaciones que nos permiten hacer reconstrucciones sobre la evolución de cuerpos de aguas (lagos, lagunas, ríos, etc.) (Martínez Macchiavello *et al.* 1999). Al permitirnos establecer estas características, podemos precisar nuestras inferencias sobre los cambios y la distribución de recursos hídricos y, a la vez, cómo estos cambios incidieron en otros recursos, como la fauna y la flora, los cuales fueron esenciales para el desarrollo de la vida

humana (Martínez Macchiavelo *et al.* 1999; Olivera *et al.* 2002; Yacobaccio y Morales 2005). Además, consideramos que conocer las respuestas locales es fundamental a la hora de abordar problemas arqueológicos dado que, siguiendo a Dincauze (2000), las poblaciones humanas responden a los cambios ambientales que pueden ser percibidos, siendo éstos sólo aquellos que modifican la disponibilidad y abundancia de los recursos que son importantes para ellas.

Las muestras obtenidas de diatomeas provienen del perfil 3 del río Miriguaca (3700 msnm), el cual se ubica en la escarpa de una terraza de edad holocena en la cuenca inferior del sistema fluvial. Es una secuencia aluvial integrada en forma dominante por varias capas de texturas arenosas y gravosas. El perfil tiene 4,40 m de espesor y el rango de edad es entre los *ca.* 1560 y 5880 años AP. Intercalado entre las capas aluviales se desarrollan bancos de fracciones limosas de color blanco que corresponden o bien a cenizas volcánicas o a sedimentos con diatomeas. Asimismo, hay capas de color oscuro constituidas por material orgánico poco descompuesto que se interpretan como paleosuelos de antiguas vegas encharcadas (Pablo Tchilinguirian com. pers.)

Las cuatro muestras obtenidas del perfil 3 del Río Miriguaca (3700 msnm) se han utilizado para hacer diversos estudios (palinología, isótopos, sedimentología). Estas muestras usadas para el análisis diatomológico fueron fechadas con la técnica radiocarbónica convencional. Los fechados obtenidos son los siguientes: UGA RM1 5880  $\pm$  40 AP [c/d 5880  $\delta^{13}$  -23.88], UGA RM2 2910  $\pm$  40 AP [c/d 3060  $\delta^{13}$  -15.77], RM 3 (3060 y 5880 AP) y por ultimo UGA RM4 1510  $\pm$  40 AP [c/d 1560  $\delta^{13}$  -24.2].

Para la cuantificación se prepararon los sedimentos siguiendo el protocolo estándar de Battarbee (1986), en la cual solo se trata a las muestras con agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) a 30 Vol. Los desechos de oxidación se eliminan con tres lavados de agua destilada, cada uno con una diferencia de 24 hs para lograr la decantación de la fracción arcillosa del sedimento. Por último, se lo monta en un portaobjeto con Naphrax.

La identificación y cuantificación de las valvas se realizó por medio de transectas continuas con un microcopio óptico de 1000 X. Se determinó taxonómicamente y ecológicamente con la bibliografía disponible (*i.e.* De Wolf 1982; Germain 1981; Krammer y Lange-Bertalot 1991-96; Lange- Bertalot 2001; Round *et al.* 1990; Straub 1990; Van Dam *et al.* 1994; Vos y De Wolf 1993). En los casos que fueron posibles se intento llegar a un número mínimo de 400 valvas, para tener una representación estadística adecuada de las muestras. Consideramos como más precisas y abundante en relación a bases de datos las siguientes variables ecológicas: forma de vida, salinidad, nutrientes y pH. En esta última variable obtuvimos el valor absoluto para cada muestra, a través de la aplicación del Índice  $\beta$  (ver Renberg y Hellberg 1982 en Straub 1990).

Todos estos pasos se realizaron bajo un *test* ciego y una vez obtenidos los datos se los cruzó con otros *proxies*, para poder así llegar a una comprensión más adecuada sobre el

comportamiento del ambiente. En este trabajo sólo se presentan los resultados del análisis ecológico de las diatomeas y se hará referencia a los resultados de otros *proxies* ya publicados.

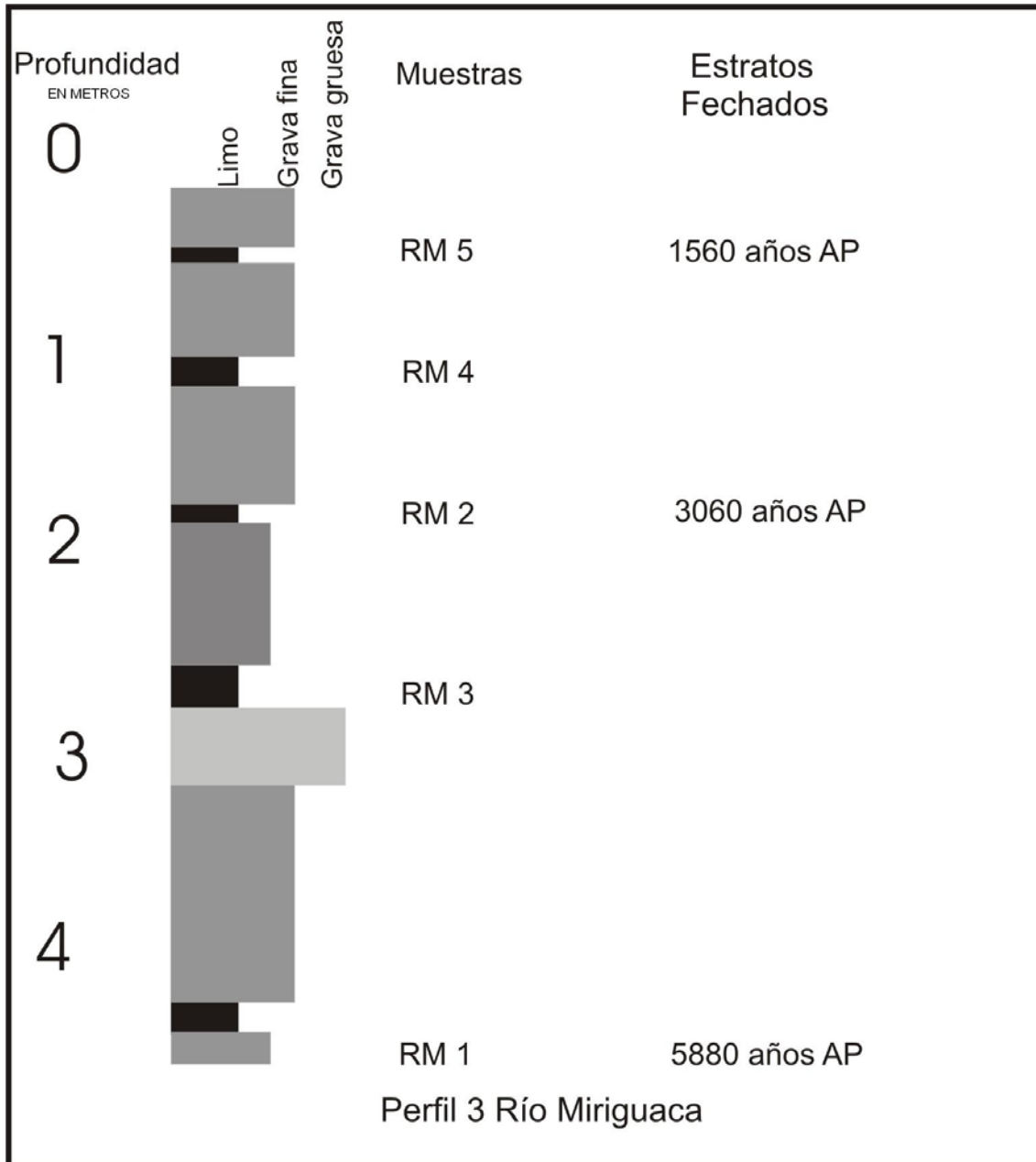


Figura 2. Representación del perfil 3 del río Miriguaca, donde se tomaron las muestras para el análisis diatomológico. Facilitado por el Lic. Pablo Tchilinguirian.

#### DATOS DE MIRIGUACA

En las muestras analizadas, se reconocieron un total de 63 especies. En la muestra RM 1 la especie dominante es la *Diademsis gallica* con un 28.11 %, las especies codominantes son: *Gomphonema punaem* (9.94%), *Navicula lauca* (9.20%) y *Planothidium lanceolatum* (7.96%).



En la muestra RM 2 las especie dominantes con un porcentaje de 7.74 % son *Navicula lauca* y *Fragilaria capucina*. Las codominantes son: *Diadsmis gallica* (6.40%), *Planothidium lanceolatum* (6.06%) y *Navicula altiplanensis* (5.72%).

La muestra RM 3 resultó estéril en cuanto a la presencia de diatomeas. Dadas sus características al microscopio parece tratarse de ceniza volcánica, aunque resta un análisis sedimentológico detallado.

En la muestra RM 4 la especie dominante es *Denticula elegans* con un 13.33 %, las codominantes son: *Diadsmis gallica* (13.14%), *Navicula lauca* (8.63%) y *Navicula parinacota* (6.27%).

Los resultados obtenidos (Figura 3) sugieren, en general, un ambiente poco salobre, con valores de pH circumneutrales a levemente alcalinos y de un trofismo de elevado a moderadamente elevado. En relación a las similitudes generales con otras muestras fósiles y actuales (v.g. L1 y Lch, en Morales 2004) puede tratarse de condiciones asimilables como una planicie aluvial. En lo particular, pueden inferirse tres momentos ambientalmente diferentes:

1. La muestra RM1 (ca 5880 años AP) sugiere un ambiente con poca presencia efectiva de agua, con presencia vegetal y un trofismo elevado (esto último por probable descomposición orgánica). Tiene un valor de pH reconstruido de 7.37
2. RM2 (ca 3060 años AP) permite inferir una presencia efectiva de agua, dada la abundancia de especies planctónicas o al menos planctónicas facultativas, el relativo, aunque leve, ascenso de especies halófilas y el descenso del tenor trófico apuntan a la misma dirección. A su vez posee un pH reconstruido más alcalino de las muestras: 7.68
3. RM4 (en el intervalo entre ca 3060 y 1560 años AP) muestra una vuelta a condiciones similares a RM1, aunque con mayor presencia de vegetación y de agua. Nótese que si bien el valor de especies planctónicas es alto, puede estar sobrestimado dado que es resultado de la alta frecuencia de la especie *Synedra acus*, la que algunos autores -con los que concordamos- suelen citar como Tycoplanctónicas o planctónicas facultativas, soliendo poseer frecuentemente una forma de vida epifita (Vos y De Wolf 1993). El pH reconstruido en este caso es de 7.57

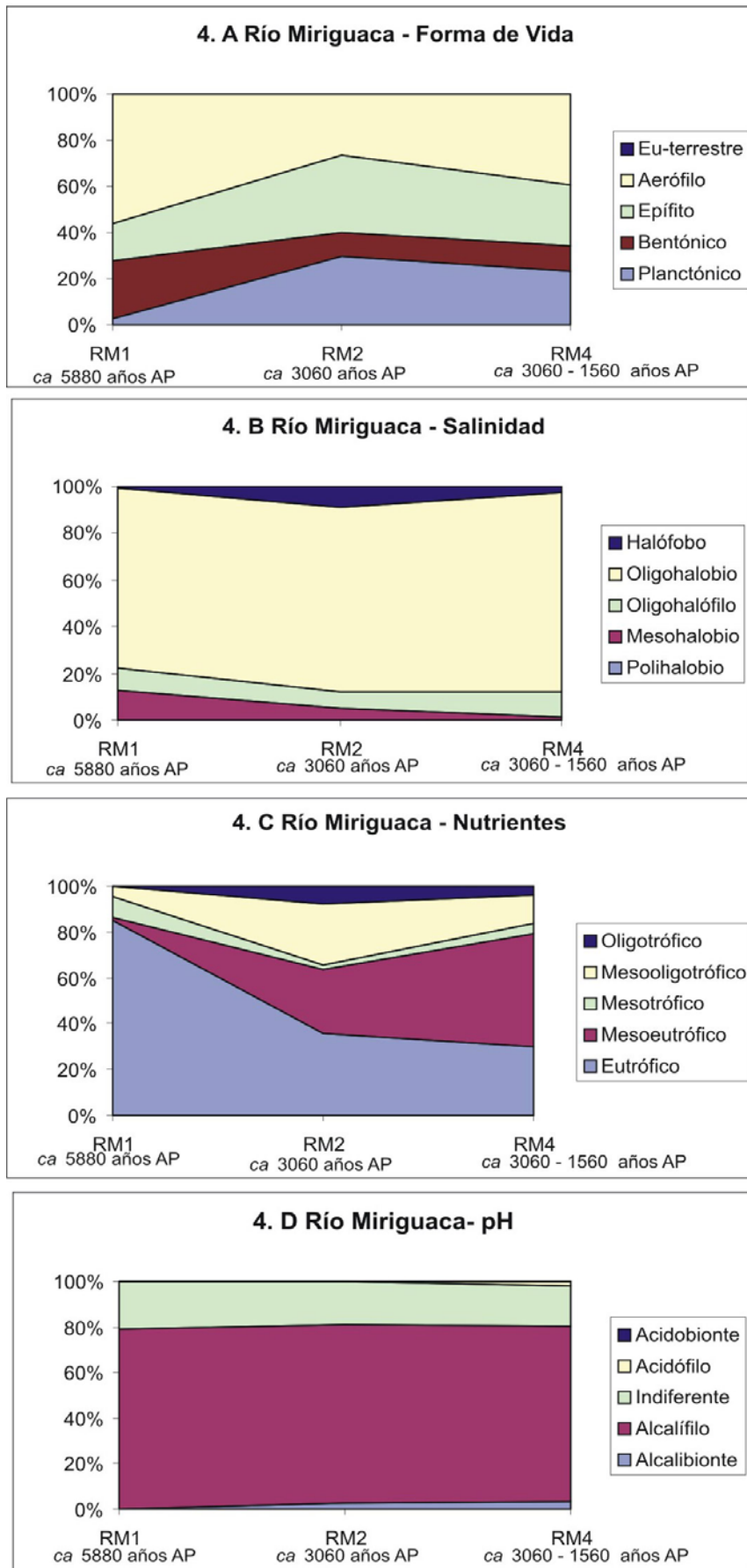


Figura 3. Gráficos de las variables ecológicas obtenidas del análisis diatomológico del río Miriguaca.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Las muestras sugieren un cambio en el perfil analizado del Río Miriguaca. Para el Holoceno Medio (*ca.* 5880 años AP) este sector del río presenta la menor presencia de agua en el perfil, aunque no llega a ser un ambiente totalmente seco. Recién aproximadamente hacia el 3060 años AP la presencia de humedad es notoria. En adelante dicha humedad parece reducirse aunque sin llegar a las condiciones del Holoceno Medio. Este descenso no parece ser drástico como se ha postulado para estos momentos, ya que a pesar de la disminución de humedad siguió siendo un ambiente productivo con posible presencia periódica de aguas.

Aunque estos resultados ecológicos presentan una fuerte correlación con la información de la región proveniente de otros *proxies*, como datos geomorfológicos y de isótopos estables, llevados a cabo en la salina Los Colorados y en los valles aledaños del Río Punilla (Miriguaca y Curuto) (Olivera *et al.* 2002), resta aun un análisis más completo del perfil para contar con una información paleoambiental más detallada.

Los análisis realizados por Olivera y colaboradores (2002) en los valles aledaños del Río Punilla (Río Miriguaca y Río Curuto) como de la salina Los Colorados sugieren que la estratigrafía de estas áreas indica una alta energía marcando una fase árida entre *ca.* 8600 – 3000 años AP y una fase más húmeda representada por sedimentos de menor energía hacia los *ca.* 3000 hasta *ca.* 1600 años AP. A partir del *ca.* 1600 años AP en adelante los perfiles denotan un sedimento típico de clima más árido, donde la participación de la humedad es limitada y los cuerpos de agua presentan una regresión hacia las salinas. Este último momento coincide con lo observado con la muestra RM4, en lo relativo a una vuelta a condiciones más áridas pero sin perder completamente su humedad y sin llegar a los niveles del Holoceno Medio.

Los isótopos dan un resultado semejante, entre los *ca.* 3000 y 1600 años AP muestran una mayor disminución de los valores del  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ , indicando un aumento de la humedad y de las plantas  $\text{C}_3$  en el ambiente (Olivera *et al.* 2002). Esto coincide con los resultados de RM2 que marca el período con mayor humedad y de vegetación.

Los resultados obtenidos de los análisis ecológicos de las diatomeas resultan interesantes en varios aspectos. En primer lugar, demuestran que es posible observar el impacto diferencial de cambios ambientales de escala amplia (mega-meso *sensu* Dincauze 2000) en ambientes locales afectados por factores microambientales. Un claro ejemplo es el caso de RM1 que sugiere una vez, y como se ha observado en otras localidades de la puna como Ramadas (San Antonio de los Cobres, Salta) con una fecha de 5210+/- 40 años AP y Lapao (Susques, Jujuy) con fechas entre *ca.* 8000 y el 5000 años AP, que ciertos ambientes durante el Hypsitermal se presentan más húmedos que lo que se ha sugerido para este período. Esto comienza a demostrar que pudieron haber existido “Zonas de concentración de nutrientes” (ZCN) donde se pudieron implementar diferentes estrategias económicas por los grupos

humanos en el pasado. Por esta razón parece cada vez más lejano la posibilidad de un hiato ocupacional en la Puna Argentina para el Holoceno Medio. Sostenemos que hay absolutas evidencias que indican que dichos ambientes pudieron haber sido explotados por grupos humanos que hubiesen modificados algunos aspectos de sus organización (económico, político, social) coincidiendo con el registro arqueológico de la región andina (ver *supra*).

Por lo tanto, afirmamos que si bien es posible que los cambios a escala global tengan efectos en las diferentes localidades, los mismos se manifiestan de manera heterogénea particularmente en ambientes altamente complejos y heterogéneos como la Puna. Coincidimos en este sentido con Markgraf (1985) en que, mientras que la calidez del Altitermal parece haber sido un fenómeno global, se han observado contrastes a escala regional en sus efectos en Sudamérica. Los datos redundan en indicar al Hypsitermal como un cambio gradual y altamente variable, presentando áreas de mayor humedad relativa que la media regional y aún mayor a la actual, permitiendo así la inclusión de las mismas dentro de los circuitos de explotación de los grupos humanos.

Para finalizar, consideramos que los presentes resultados, así como los obtenidos hasta el momento en otras regiones, permiten, conocer con mayor precisión los escenarios con los que debieron interactuar las poblaciones humanas en el pasado y ofrecer una mejor comprensión, más acabada y precisa, de esta variabilidad y las relaciones entre el hombre y el ambiente. De este modo, es factible generar modelos paleoambientales para predecir áreas potencialmente disponibles para la explotación humana y proponer estrategias humanas esperables para dicha explotación, para finalmente contrastarlas con el registro arqueológico. De esta forma, los datos paleoambientales tendrán mayor importancia en la construcción de los modelos arqueológicos y no serán meramente un complemento.

Por otro lado, este tipo de estudios permiten conocer mejor la variabilidad paleoambiental de la región y su evolución para tener una mejor comprensión del comportamiento del ambiente a través del tiempo. Pero para acceder a este tipo de comprensión, no sólo necesitamos continuar trabajando con muestras de diatomeas provenientes de diferentes ambientes y localidades de la Puna, sino también es necesario desarrollar un trabajo interdisciplinario, que permita cruzar la información obtenida a partir de diferentes *proxies* y archivos ambientales provenientes de la Puna de Atacama en su conjunto.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer los comentarios y opiniones del Dr. Daniel Olivera y la Dr. Débora Kligman. La ayuda interdisciplinaria del Lic. Pablo Tchilinguirian y la Dr. Nora Maidana. Los autores del presente trabajo se hacen responsables de los datos e ideas expuestas en el mismo.

## BIBLIOGRAFIA

Alley, R. B.

2000. Ice-core evidence of abrupt climate changes. *PNAS* 97 (4):1331-1334.

Aschero, C; D. Elkin y E. Pintar.

1998. Aprovechamiento de recursos faunísticos y producción lítica en el Precerámico Tardío. Un caso de estudio: Quebrada Seca 3 (Puna Meridional Argentina). En: *XI Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, pp. 67-79. Santiago, Museo Nacional de Historia Natural y Social Chilena de Arqueología.

Baied, C. A. y J. C. Wheeler.

1993. Evolution of high Andean Puna ecosystems: Environment, climate, and culture change over the last 12000 years in the central Andes. *Mountain Research Development* 13: 145-156.

Battarbee, R. W.

1986. Diatoms Analysis. En: *Handbook of Holocene paleoecology and paleohydrology*, pp. 527-570. New York, B. E. Berlung, J. Wiley & Sons (Eds).

Clapperton, C.

1993. *Quaternary Geology and Geomorphology of South America*. Amsterdam, Elsevier Science Publishers.

Cooper, S.R.

2000. Estuarine paleoenvironmental reconstructions using diatoms. En: E. F. Stoermer and John P. Smol (Eds.) *The Diatoms, Applications for Environmental and Earth Sciences*, pp. 352-373. London, Cambridge University Press.

De Wolf, H.

1982. Method of coding of ecological data from diatoms for computing utilization. *Med. Rijks Geol. Dienst* 36: 95–99.

Dincauze, D. F.

2000. *Environmental Archaeology: Principles and Practice*. London, Cambridge University Press.

Fernández J., V. Markgraf, H. Panarello, M. Albero, F. Angiolini, S. Valencia y M. Arriaga

1991. Late Pleistocene-early Holocene Environment and climates, fauna, and human occupation in the Argentine Altiplano. *Geoarcheology* 6 (3): 251-272.

Frenguelli, J.

1924. Diatomeas de Tierra del Fuego. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 97: 87-118, 221-266. Buenos Aires.

Germain, H.

1981. *Flore des diatomeés*. Paris, Societe Nouvelle des editions Boubée.

Geyh, M., M. Grosjean, W. Kruck y U. Schotterer.

1996. Sincronopsis del desarrollo morfológico y climatológico del Chaco Boreal y de Atacama en los últimos 35.000 años AP. En: *Memorias del XII Congreso Geológico de Bolivia*, Tomo III, pp. 1267-1276. Tarija, Sociedad Geológica de Bolivia.

Gonzalez M. y N. Maidana

1998. Post-Wisconsinian paleoenvironments at Salinas del Berbedero basin, San Luis, Argentina. *Journal of Paleolimnology* 20: 353-368

Grosjean, M. y L. Núñez.

1994. Lateglacial, Early and Middle Holocene Environments, Human Occupation, and Resource Use in the Atacama (Northern Chile). *Geoarchaeology* 9:271-276.

Grosjean, M., L. Nuñez, I. Cartajena y B. Messerli

1997. Mid-Holocene Climate and Cultural Change in the Atacama Desert, Northern Chile. *Quaternary Research* 48: 239-246.

Krammer, K. y H. Lange-Bertalot.

1991-1996. *Bacillariophyceae*. Tomos 1, 2, 3 y 4. Jena, Fisher.

Lange-Bertalot, H. (Ed.)

2001. *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*.

Vol. 2. ARG Ganter Verlag K. G.

Maidana, N. I.

1996. Asociación de diatomeas fósiles del sitio arqueológico Potrero del Caballo Muerto (Puna de Jujuy, Argentina). En: *Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina (13ª Parte)*, Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael, Tomo XXV (1/4), 53-60. San Rafael, Mendoza.

Maidana, N. I. y D. Kligmann.

2003. Diatomeas del alero de las Circunferencias. En: *Procesos de formación de sitios arqueológicos: tres casos de estudio en la Puna meridional (Chaschuil, Tinogasta, Catamarca)*.

Tesis de doctorado de la UBA (área arqueología)

Markgraf, V.

1985. Paleoenvironmental history of the last 10.000 years in Northwestern Argentina. En: *Zentralblatt fur Geologie und Palaontologie*, T.1 (11/12), pp. 1739-1748. Stuttgart.

Martínez Macchiavello, J.C.

1997. *Introducción a las diatomeas Fósiles*. Buenos Aires, Ed. CONICET.

Martínez Macchiavello, J. C., G. de la Fuente y N. Ratto.

1999. La utilización de diatomeas (Bacillariophyta) en la investigación arqueológica: una perspectiva interdisciplinaria. *Arqueología* 9: 49-69.

Morales, M.

2004. *Casi invisible: Diatomeas, ambientes locales y grupos humanos del Holoceno Medio en la Puna desértica*. Tesis de Licenciatura de la carrera de Ciencias Antropológicas. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Buenos Aires. MS.

Núñez, L.

1992. Ocupación arcaica en la puna de Atacama: secuencia, movilidad y cambio. En: B. J. Meggers (Ed.) *Prehistoria Sudamericana – Nuevas Perspectivas*, pp. 283-307. Washington, Taraxacum.

Núñez, L; M. Grosjean, e I. Cartagena.

2001. Human dimensions of Late Pleistocene/Holocene Arid Events in Southern South America. En: *Interhemispheric Climate Linkages*, pp.105-117. San Diego, Academic Press.

Olivera, D. E.

1991 El Formativo en Antofagasta de la Sierra (Puna Meridional, Argentina): Análisis de sus posibles relaciones con contextos arqueológicos agro-alfareros Tempranos del Noroeste Argentino y Norte de Chile. En: *Actas XI Congreso Arqueología Chilena*, II, pp. 61-78. Santiago de Chile, Museo Nacional de Historia Natural.

1997. La importancia del recurso *Camelidae* en la Puna de Atacama entre los 10.000 y 500 años A.P. *Estudios Atacameños* 14: 27-38. San Pedro de Atacama, Chile.

Olivera, D. y M. Podestá.

1993. Los recursos del Arte: Arte rupestre y sistemas de asentamiento- subsistencia Formativos en la Puna Meridional Argentina. *Arqueología* 3: 265-301.

Olivera, D., P. Tchilinguirian y M.J. De Aguirre

2002. Cultural and environmental evolution in the meridional sector of the Puna of Atacama during the Holocene. En: *Simposio "Change in the Andes", XIV Congreso de la Unión de Ciencias Prehistóricas y Protohistóricas de Europa*. Iedja (Bélgica), BAR.

Pintar, E.

1996. Movilidad, artefactos y materias primas: la organización tecnológica en la Puna Desértica. En: *Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina (13ª Parte)*, Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael, Tomo XXV (1/4), pp.17-21. San Rafael, Mendoza.

Reed, J.M., N. Roberts y M.J. Leng

1999. An evaluation of diatom response to Late Quaternary environmental change in two lakes in the Konia Basin, Turkey, by comparison with stable isotope data. *Quaternary Science Review* 18: 631-646.



Round, F. E., R. M Crawford y D. G. Mann.

1990. *The Diatoms*. Cambridge, Cambridge University Press.

Servant Vildary, S. y M. Roux.

1990. Variations de temperature estimees a partir du deplacement en altitud des associations de diatomees dans une sequence holocene de la Cordillere Orientale de Bolivia. *Academie Sciences Paris* 311, serie 2: 429-436.

Straub, F.

1990. Diatomeés et reconstitution des environnements préhistoriques. *Archéologie neuchathloise* 10. Hauterive-Chapréveyers 4 :17-30.

Thompson, L., E. Mosley-Thompson, M. Davis, P. Lin, K. Henderson, J. Cole-Dai y K. Liu

1995. Late Glacial Stage and Holocene tropical Ice Core Records from Huscarán, Peru. *Science* 269: 46-50.

Van Dam, H., A. Mertenés y J. Sinkeldam

1994. A coded checklist and ecological indicator values of fresh water diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28:117-133.

Villagrán, C.

1993. Una interpretación climática del registro palinológico del último glacial-postglacial en Sudamérica. *Bulletin de l'Institute Francaise des Etudes Andines* 22 (1): 243-258.

Vos, P. C. y H. De Wolf.

1993. Diatoms as tool for reconstructing sedimentary environments in coastal wetlands; methodological aspects. *Hidrobiología* 269/270: 285-296. Belgium, Kluwer Academic Publishers.

Wolin, J. A. y H. C. Duthie.

1999. Diatoms as indicators of water level change in freshwater lakes. En *The Diatoms: Applications for the environmental and earth science*, pp.183-204. London,. Cambridge University Press.

*Primeros resultados...- Grana, M. G. y M. Morales.*

Yacobaccio, H. D.

1994. Biomasa Animal y Consumo en el Pleistoceno-Holoceno Surandino. *Arqueología* 4: 43-72.

Yacobaccio H. D. y M. Morales.

2005. Environment and Human Occupation during the Middle Holocene of the Puna (Susques, Jujuy). *Quaternary International* 132: 5-14

Yacobaccio, H.; F. Pereyra y M. Morales.

2001. Ambiente y ocupaciones humanas en el Holoceno Medio en Susques (Puna de Jujuy). En: *Resúmenes XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 249. Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Humanidades y Artes. Rosario.

---

#### NOTAS

<sup>1</sup> Proyecto F182 UBACYT 2004-2007. "Ambiente y recursos en sociedades arqueológicas de la Puna Argentina" dirigido por el Dr. Daniel E. Olivera.