

ANÁLISIS POLÍNICO DE UNA SECUENCIA SEDIMENTARIA DEL HOLOCENO TARDÍO EN EL ABRA DEL INFIERNILLO, TUCUMÁN, ARGENTINA

Garralla, S.

CECOAL-CONICET, Casilla de correo 291 (3400) Corrientes, Argentina

(Manuscrito recibido el 11 de Septiembre de 2001, aceptado el 10 de Diciembre de 2001)

RESUMEN: Se efectuó el análisis polínico de una secuencia sedimentaria del Holoceno tardío ubicada a 3.000 m s.n.m. en la localidad denominada Abra del Infiernillo ($65^{\circ} 45' W - 26^{\circ} 45' S$) en los valles Calchaquies, provincia de Tucumán, Argentina. El espectro polínico registrado evidenció el predominio de vegetación herbácea xerófila compuesta principalmente por Poaceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae y Asteraceae con el desarrollo de períodos húmedos a secos. Se reconocieron tres zonas polínicas. Zona III: Se subdivide en: subzona IIIb (2000 ± 50 años BP): estepa herbácea con especies arbustivas bajas y vegetación característica de ambientes húmedos o inundados de lento escurrimiento. subzona IIIa: estepa herbácea con vegetación propia de ambientes secos. Zona II (1760 ± 40 años BP - 875 ± 20 años BP): estepa herbácea con vegetación arbustiva y el retorno de condiciones locales de humedad. Zona I (875 ± 20 años BP): estepa herbácea característica de ambientes secos. El aporte polínico arbóreo registrado desde 2000 ± 50 años BP hasta 875 ± 20 años BP provendría de zonas más bajas debido al efecto de los vientos del este, predominantes en la zona de estudio.

PALABRAS CLAVE: Análisis polínico. Holoceno Tardío. Valles Calchaquies. Tucumán. Argentina.

SUMMARY: A pollen analysis of a Late Holocene sequence from Abra del Infiernillo in Valles Calchaquies, Tucumán Province, ($65^{\circ} 45' W - 26^{\circ} 45' S$) at 3.000 m elevation, is presented. During the analyzed period the vegetation was dominantly xerophyte herbaceous steppe, comprising mainly the Poaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae and Asteraceae families. The development of humid and dry periods was detected. Three pollen zones are identified. Zone III are subdivided in: subzone IIIb (2000 ± 50 yr BP) a grass-shrub steppe with vegetation characteristic of wet and aquatic environments. subzone IIIa a grass steppe with species typical of dry environments. Zone II (1760 ± 40 yr BP - 875 ± 20 yr BP) a grass-shrub steppe with local humid conditions. Zone I (875 ± 20 yr BP) a grass steppe with vegetation of dry climate. The tree pollen transported from long-distance comes from lower altitudes and indicates prevalence of eastern winds during 2000 ± 50 yr BP to 875 ± 20 yr BP.

KEY WORDS: Pollen analysis. Late Holocene. Valles Calchaquies. Tucumán. Argentina.

INTRODUCCIÓN

El noroeste argentino, con a su complejidad geográfica y climática, pues presenta un mosaico de climas y microclimas originados en parte por factores de tipo topográfico y

una variedad de depósitos sedimentarios, es una región particularmente favorable para los estudios paleoclimáticos (IRIONDO, 1993). Desde el punto de vista palinológico, trabajos previos paleoclimáticos del Cuaternario efectuados en la región son los de CARRIZO

(1985), FERNÁNDEZ *et al.* (1991), KULEMEYER & LUPO (1998), LUPO (1998), LUPO & ECHENIQUE (2000), MARKGRAF (1984), PASTORINO *et al.* (1993), SCHABITZ (2000), SCHABITZ *et al.* (2000) etc. Con el fin de interpretar las comunidades vegetales en relación con los ambientes geomorfológicos, PRIETO *et al.* (1993) proponen un modelo de dispersión polínica actual a escala espacio temporal en un sistema puneño del noroeste. También, a partir de hechos históricos regionales, PRIETO & HERRERA (1992) y PRIETO *et al.* (1998), reconstruyen el clima y ambiente reinante en el suroeste de Bolivia y noroeste de Argentina durante la época de la llegada europea al área.

En la provincia de Tucumán, en el valle del Tafí, próxima al área de estudio, LUPO (1990) efectuó el primer estudio polínico preliminar sobre una secuencia sedimentaria holocénica, ubicada en la Quebrada de Muñoz, a 2450 m s.n.m., y detectó claramente la sucesión de periodos secos con periodos húmedos durante el Holoceno, sentando así las bases para futuros estudios en la zona.

Este trabajo es parte de uno más amplio, destinado a establecer la vegetación y clima en los Valles Calchaquies en la provincia de Tucumán, desde el Holoceno hasta la actualidad. Su objetivo es el de determinar, a través del análisis polínico de sedimentos turbosos, las comunidades vegetales que se sucedieron en los últimos 2000 años e inferir las posibles variaciones ambientales.

La secuencia sedimentaria estudiada se halla expuesta aproximadamente a 1 kilómetro de la ruta provincial N° 307, en la localidad denominada Abra del Infiernillo (66° 45' W; 26° 45' S) a 3000 m s.n.m. en una quebradita con orientación SE - NO, localmente denominada arroyo Cebollitas (Fig. 1).

VEGETACIÓN Y CLIMA DE LA REGIÓN

La vegetación de la región está condicionada no sólo por la altura sino también por la disposición y orientación de las quebradas. Se corresponde a la Provincia del Monte (Fig. 2) (MORELLO, 1958) donde predomina el matorral o la estepa arbustiva xerófila, sammófila o halófila. Se caracteriza por poseer un clima seco y fresco con precipitaciones que varían entre 80 y 200 mm anuales y la temperatura entre 13 y 17,5 grados centígrados de promedio anual.

En el área de los bolsones y valles intermontanos, el "jarillal" (compuesto principalmente por una asociación de *Larrea divaricata*, *Larrea cuneifolia*, *Larrea nitida*, *Montea aphylla* y *Bougainvillea spinosa*) todas de follaje permanente, ocupa amplias superficies. Hacia el piedemonte, este es sustituido por una estepa espinosa de follaje estacional, intergrado por los géneros *Bulnesia* y *Plectocarpa*. En las márgenes de los ríos o llanuras se hallan especies mesófilas o hígrofilas como *Discaria trinervis*, *Baccharis salicifolia*, *Tessaria dodonaefolia*, *Juncus acutus*, entre otros. Tanto el "jarillal" como la estepa espinosa culminan próximo a los 3.200 m s.n.m.

En las altas montañas, a lo largo del sistema del Aconquija, nevados del Cajón etc., con laderas suaves o escarpadas, mesetas o detritus de faldas, la vegetación dominante es característica del Distrito Altoandino Quíchua (CARRERA, 1976), integrada por gramíneas cespitosas que crecen formando densas matas circulares a veces mezcladas con caméfitos en forma de cojín o de placa. Los géneros más comunes son: *Festuca*, *Poa*, *Stipa*, *Baccharis*, *Mulinum*, *Azorella*, *Oxalis* etc.

En vertientes y depresiones donde se acumula el agua, se desarrollan vegas pantanosas de Cyperaceae y Juncaceae con

predominio de *Oxychloe andina*, *Carex incurva* y *Scirpus atacamensis*. Su clima es frío y seco con precipitaciones en forma de

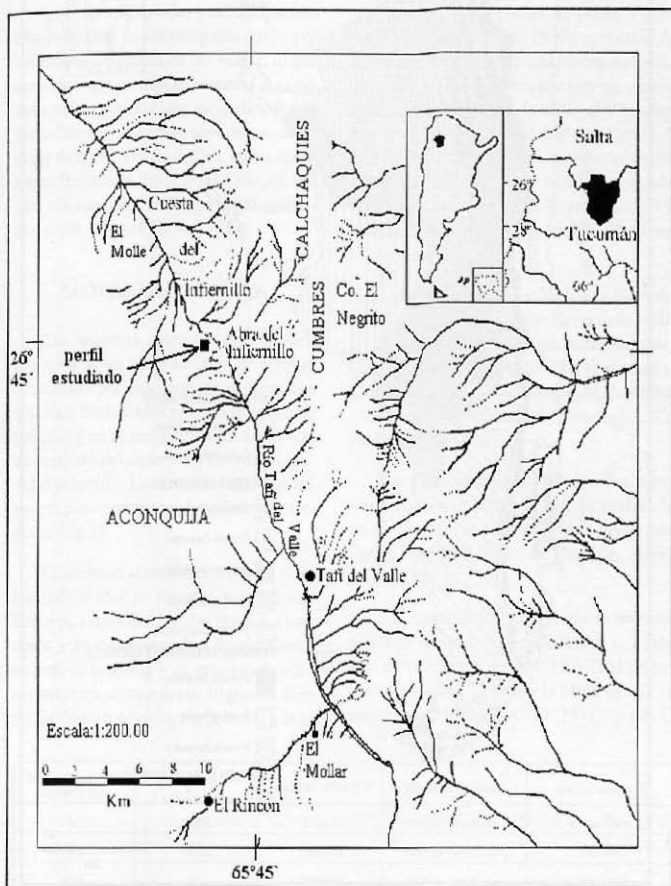


FIGURA 1. Ubicación geográfica del sitio de estudio. Adaptado de la Hoja 11e, Santa María (Ruiz Huidobro, 1972).

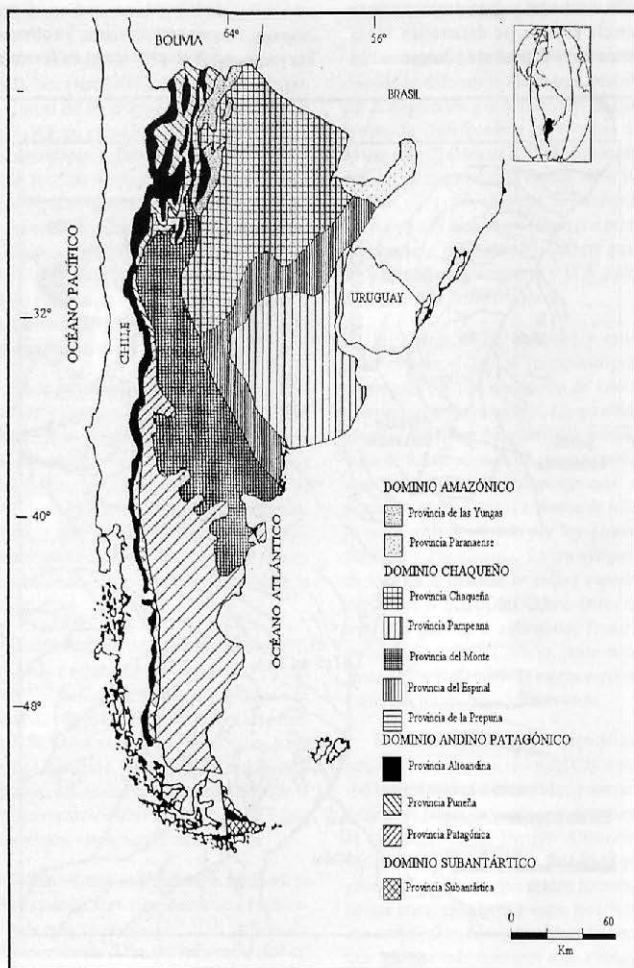


FIGURA 2. Mapa de vegetación de la República Argentina. (Cabrera, 1976).

nieve o granizo, principalmente estivales; Sólo hay nieve perpetua en las grandes alturas, por encima de 5.800 m s.n.m..

Los vientos húmedos y cálidos que vienen del noreste se ven obligados a subir por las laderas orientales de las sierras, lo que determina que pierdan su humedad por condensación a medida que ascienden. Por lo tanto, las precipitaciones disminuyen desde el pie de la sierra hacia la cima, pero aumentan su frecuencia. En Taft del Valle, las lluvias son escasas y no llegan a 400 milímetros al año. (RUIZ HUDOBRO, 1972).

MATERIALES Y METODOS

Las muestras objeto de este estudio, proceden de un perfil de 16 m de espesor, constituido por una sucesión de depósitos arenosos intercalados con limos arcillosos turbosos y en su parte central se hallan 4 m de conglomerados (de 9 m a 13 m de profundidad del perfil). La sucesión culmina con 3 metros poco expuestos, de sedimentos arenosos (Fig.3).

El muestreo se realizó en todos los niveles sedimentarios limosos y arcillosos turbosos, exceptuándose los depósitos arenosos y de conglomerados. Se obtuvieron en total 15 muestras y de cada una de ellas se extrajo una submuestra de 10 gramos. Para el cálculo de concentración polínica, a cada

submuestra se le agregó una cantidad conocida de esporas de *Lycopodium*.

La técnica físico-química empleada para la extracción de los granos de polen y esporas (FAEGRI & IVERSEN, 1989) consistió en: defloculación de arcillas con hexametáfosfato de sodio al 10%, eliminación de ácidos húmicos con hidróxido de sodio al 5%, eliminación de los carbonatos con unas gotas de HCL al 10%, separación de la materia orgánica de la inorgánica con líquidos pesados ($ZnCl_2$) y eliminación de silicatos con HF. El montaje de las muestras se realizó en glicerina-gelatina pura.

Las muestras palinológicas obtenidos se hallan depositados en la Colección PMP-CTES (Preparados micro-paleontológicos - Corrientes), FACENA-UNNE (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste), Corrientes, Argentina.

Las dataciones con ^{14}C se efectuaron sobre materia orgánica y fueron realizadas en el laboratorio QUADRU (Quaternary Dating Research Unit), en Pretoria, África del Sur. (Tab. 1).

Las determinaciones de los tipos polínicos se efectuaron mediante la colección de referencia PAL-CTES (Palinoteca Corrientes) de la UNNE y la bibliografía especializada (HEUSSER, 1971; MAKGRAF & D'

Profundidad de la muestra (m)	$\delta^{13}C$	Edad ^{14}C Años A.P.	Materia datada	Laboratorio N°
6,7	-27,3	875± 20	Materia orgánica	Pta-7490
8,8	-28,0	1760± 40	Materia orgánica	Pta-7487
15,7	-29,6	2000 ±50	Materia orgánica	Pta-7492

TABLA 1. Dataciones con ^{14}C efectuadas sobre materia orgánica obtenida a diferentes niveles de profundidad de la secuencia sedimentaria estudiada.

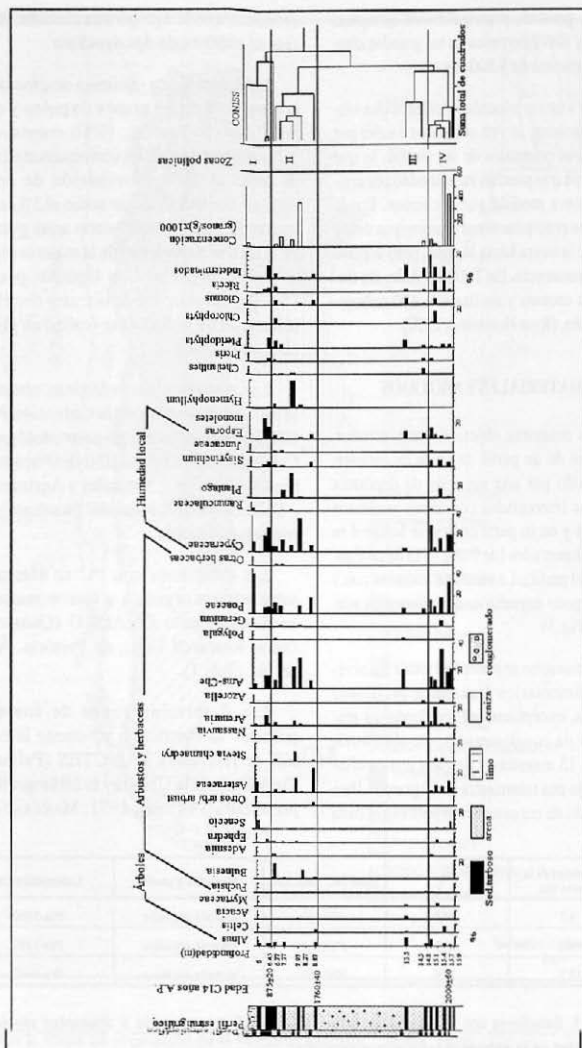


FIGURA 3. Diagrama polínico, Abra del Infiernillo en los Valles Calchaquies, provincia de Tucumán, Argentina.

ANTONI, 1978; WINGEROTH & HEUSSER, 1984; PRIETO & QUATTROCCHIO, 1993; PIRE *et al.*, 1998) entre otros. La terminología empleada para las descripciones de los granos de polen y esporas fue la de ERDTMAN, 1966 en NILSON & PRAGLOWSKI (1992).

Para la estimación de las frecuencias polínicas relativas (%), de cada muestra se contaron como mínimo 200 granos de polen y esporas. Los recuentos y determinaciones se hicieron con un microscopio Leitz Diaplan, con objetivos 40X y 100X.

Los porcentajes de los taxa polínicos (con valores superiores al 2%) fueron representados en un diagrama de barras (Fig. 3), el cual fue dividido en zonas polínicas mediante el análisis de agrupamiento en modo Q, utilizando el coeficiente de Distancia de la cuerda de Orloci y conservando el orden estratigráfico de las muestras (programa TILIA, GRIMM 1991).

RESULTADOS

Se determinaron en total 37 tipos polínicos diferentes que fueron clasificados a nivel de familia, género o especie. Los tipos polínicos con porcentajes inferiores al 2% y de hábitat semejantes fueron agrupados como: Otros árboles y arbustos: *Schinus molle*, *Mulinum spinosum*, *Ribes*. Otras herbáceas: Cruciferae, *Gentiana prostrata*, Malvaceae. Otras Pteridophytas: *Sellaginella sellowi* y Pteridophytas indeterminadas.

El análisis de agrupamiento permitió diferenciar en el perfil tres zonas polínicas: I, II y III (Fig. 3).

Zona III: Desde los 16 metros hasta 13,55 metros de profundidad. Se subdivide en:

Subzona IIIb: Desde los 16 metros hasta 14,81 m de profundidad aproximadamente. El polen arbóreo está representado por *Alnus* que aumenta desde el 3 al 10%, *Celtis* (7%) y Myrtaceae (3%). El arbustivo por *Adesmia* y *Ephedra* con porcentajes inferiores al 5%, *Senecio* (8%) y Asteraceae obtiene el máximo de 15%. El registro de las herbáceas está dado por Poaceae que disminuye paulatinamente su frecuencia del 30 al 5%, Amaranthaceae-Chenopodiaceae (35%), *Stevia chamaedrys* y *Nassauvia* con el 5% respectivamente. Entre los taxa indicadores de humedad local están registrados Cyperaceae (entre el 20 y 30%), *Plantago* (10%), *Sisyrinchium* (5%) y las esporas monoletes que varían de >5 al 10%. Las Chlorophyta obtienen la mayor frecuencia de toda la columna sedimentaria (13%). Los valores de concentración polínica total son los más elevados de todo el perfil (600.000 granos/g).

Subzona IIIa: Desde 14,81 a 13,55 m de profundidad. La flora polínica arbórea está representado por *Alnus* (10%), *Acacia* (5%), *Celtis* y Myrtaceae (>5%). Entre las herbáceas predominan Amaranthaceae-Chenopodiaceae (20%), *Arenaria* sp. y Poaceae (5%). De los taxa que señalan humedad local sólo se registran Cyperaceae (5%) y esporas monoletes (7%). Pteridophyta (10%) y Chlorophyta (2%). Los valores de concentración polínica total disminuyen a 1000 granos/g.

Zona II: Desde los 8,87 m hasta 6,65 m de profundidad. El aporte polínico proveniente de las especies arbóreas y arbustivas continúa con bajos porcentajes (> o igual al 5%) exceptuando *Bulnesia retama* y Asteraceae que registran el 17% y 25% respectivamente.

El espectro polínico de las herbáceas es dominado por *Amaranthaceae-Chenopodiaceae* (10-35%) y *Poaceae* (10-20%). *Plantago* alcanza el 30%, *Ranunculaceae*, *Sisyrinchium* y *Juncaceae* con porcentajes inferiores al 5% y *Cyperaceae* (varía de >10-35%). Entre las *Pteridophyta*, *Hymenophyllum* (30%) es el taxón más abundante. *Chlorophyta* (3%). Los valores de concentración polínica total varían entre 400.000 granos/g y 36.000 granos/g.

Zona I: Desde 6,65 m hasta los 6 m. Está caracterizado por la presencia de *Alnus* (5%), *Senecio* (10%), *Asteraceae* (15%), *Poaceae* que incrementa sus porcentajes desde >10 a 45% hacia el tope de la zona, mientras que *Cyperaceae* disminuyen desde 30 hasta el 10%. Los valores de concentración polínica total son muy bajos de 5.000 a 290.000 granos/g.

DISCUSIÓN

La subzona IIIb se caracteriza por la presencia de una vegetación herbácea compuesta principalmente por *Poaceae*, *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Arenaria*, con elementos arbustivos bajos (*Ephedra*, *Senecio* y *Asteraceae*).

El aporte polínico de especies arbóreas anemófilas, extra locales, está dado por *Alnus*, *Celtis*, y *Myrtaceae*. Estos taxa son comunes actualmente al este de la zona de estudio; *Alnus* se manifiesta como gran productor de polen anemófilo, capaz de viajar grandes distancias (CARROZO, 1985) y es la especie dominante en el Distrito de los Bosques Montanos en la Provincia de las Yungas (Fig.2). En dicho distrito los bosques de aliso (*Alnus jorullensis* var. *spachii*) son muy conspicuos durante el invierno, cuando están desprovistos de sus hojas y forman una faja continua por encima de la selva siempre

verde (CABRERA, 1976). Las *Myrtaceae* son árboles integrantes de la selva siempre verde Tucumano-Boliviana (DIGILIO & LEGNAME, 1966) y *Celtis*, cuyo polen puede alcanzar grandes alturas (D'ANTONI & MARGRAF, 1977), se lo encuentra en el Distrito Chaqueño Occidental correspondiente a la Provincia Fitogeográfica Chaqueña. Por lo tanto es probable que el polen de dichas especies fuera transportado por los vientos del este a la zona de estudio.

Los taxa característicos de ambientes húmedos, *Sisyrinchium*, *Cyperaceae*, *Juncaceae* (entre las que se encuentra *Oxychloa*) y *Chlorophyta* señalan acumulamientos de agua locales y una vegetación similar al de las vegas alto andinas. Las vegas representan un tipo de turbera, ubicada en pendientes o en el llano, compuestas por pequeñas plantas rizomatosas que forman un césped corto, denso y duro; nacen alrededor de manantiales y acompañan arroyos, ambos, del escalón alto andino y de la Puna. (RUTHSATZ, 1978). Bajo estas condiciones ambientales también se habría desarrollado *Riccia*, pues prefiere lugares expuestos, con intensa radiación solar, al borde de cursos de agua, entre las rocas etc. (JOVET-AST, 1991). Esta zona posee una datación radiocarbónica de 2000 ± 60 años BP en la base.

El desarrollo de dicha vegetación apoya lo publicado por SAYAGO (1999) quien establece a partir de estudios geomorfológicos y estratigráficos que el clima Pre-puneño en el noroeste argentino fue húmedo y moderadamente cálido a partir de los 2500 años hasta 1100 años.

También para el norte de Chile, en las localidades: Aguas Calientes I, entre los 2500 y 1000 años y Aguas Calientes II, entre los 4.500 - 1.000 años, GRAF, 1992 (en LUPO, 1998), detectan un cambio climático, que regionalmente

estuvo señalado por un aumento de humedad con respecto a la fase seca del Holoceno medio. Registrado con los altos porcentajes de Poaceae- herbáceas y reducciones de Asteraceae.

SCHABITZ *et al.* (2000) hallaron que entre los 3700–1500 años, retornan las condiciones de humedad, con expansión de estepas e incrementos de vientos húmedos en perfiles de la Puna.

En la **subzona IIIa** (Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Poaceae) la asociación polínica refleja el desarrollo de vegetación de estepa herbácea. Se observa la ausencia del aporte polínico arbustivo y el aporte arbóreo está dado por los mismos taxa hallados en el período anterior. La reducción de la frecuencia y variedad de especies características de ambientes húmedos, sugiere una disminución de la humedad local.

En la **zona II** (Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Cyperaceae, Poaceae, Asteraceae, *Bulnesia*) se observa el predominio de estepa herbácea con vegetación arbustiva baja. Los porcentajes de Cyperaceae asociados a Ranunculaceae, *Plantago*, *Sisyrinchium*, Juncaceae, esporas monoletes, Chlorophyta y *Riccia* nos sugieren nuevamente el desarrollo de vegetación característica de ambientes húmedos o inundados. Entre las Pteridophyta, *Hymenophyllum*, especie epífita que se desarrolla sobre rocas, alcanza su mayor frecuencia polínica a mediados de este período. El aporte polínico de las especies arbóreas disminuye su frecuencia respecto a la zona anterior. Esta unidad posee un fechado radiocarbónico de 1760 ± 40 años BP en la base y 875 ± 20 años BP en el techo.

En la **zona I** se observa el predominio de una vegetación herbácea compuesta por Poaceae, y Amaranthaceae-Chenopodiaceae.

El aporte polínico arbóreo queda reducido a escasos porcentajes de *Alnus*, mientras que el aporte arbustivo está dado por *Senecio*, *Ephedra* y Asteraceae. La reducción de taxa indicadores de humedad local señalan la presencia de ambientes más secos respecto a la zona anterior. Por otra parte la baja concentración polínica observada en las zonas I y subzona IIIa junto con la escasa diversidad de taxa sugieren una cobertura vegetal pobre y un crecimiento rápido de los depósitos sedimentarios, condiciones características de las regiones áridas (HOROWITZ, 1992).

CONCLUSIONES

El análisis polínico de la secuencia sedimentaria estudiada evidencia el predominio de vegetación de estepa herbácea xerófila, compuesta principalmente por Poaceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Asteraceae y Cyperaceae. Durante el período comprendido entre 2000 ± 50 años BP hasta 875 ± 20 años BP se interpreta que el aporte polínico arbóreo integrado por *Alnus*, *Celtis*, *Acacia* y Myrtaceae provendría de zonas más bajas, transportado por vientos predominantemente del este a la zona de estudio.

A lo largo del período estudiado se observan cambios vegetacionales locales con episodios húmedos a menos húmedos o secos. Alrededor los 2000 ± 60 años BP (subzona IIIb) se observa el predominio de una estepa herbácea con especies arbustivas bajas y una vegetación característica de ambientes húmedos o inundados, señalando acumulamientos de agua locales de lento escurrimiento. Se continúa con un período (subzona IIIa) en donde la frecuencia polínica y variedad de especies características de ambientes húmedos disminuye sugiriendo la

presencia de ambientes más secos respecto al período anterior.

Desde 1760 ± 40 años BP hasta 875 ± 20 años BP (zona II) se registra nuevamente la presencia de vegetación de estepa herbácea con numerosas especies arbustivas y el desarrollo de especies indicadoras de humedad local, señalando el establecimiento de condiciones ambientales húmedas en la zona.

A partir de los 875 ± 20 años BP (zona I) se observa la disminución del aporte polínico extra-local en la zona de estudio y el desarrollo de vegetación de estepa herbácea característica de ambientes secos, concordando esto con la llamada "Anomalía Medieval Árida", detectada entre los 1100 y 600 años en la región pre-punaña del noroeste argentino (SAYAGO, 1999)

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece al Dr. R. Herbst y a la Dra. M. Quattrocchio por el asesoramiento, correcciones y sugerencias del manuscrito. Este trabajo fue financiado por el Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas (Proyecto de Estímulo a la Investigación PEI N° 0215).

BIBLIOGRAFÍA

- CABRERA, A.L. (1976). Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II, Editorial Acme S.A.C.I. Buenos Aires.
- CARRIZO, J. (1985). *Palinología de suelos en ambientes fitogeográficos diversos en la provincia de Tucumán*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Tucumán.
- D'ANTONI, H.L. & MARKGRAF, V. (1977). Dispersión del polen actual en Argentina en relación con la vegetación. III Coloquio sobre paleobotánica y palinología. Memorias, 86:53-74.
- DIGILIO, A.P.L. & LEGNAME, P.R. (1966). Los árboles indígenas de la provincia de Tucumán. Opera Lilloana XV. Universidad Nacional de Tucumán. Instituto Miguel Lillo. Tucumán, Argentina.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, D. (1989). *Textbook of pollen analysis*. Hafner press, New York.
- FERNÁNDEZ, J.C.; MARKGRAF, V.; PANARELLO, H.O.; ALBERO, M.; ANGIOLINI, F.E.; VALENCIO, S. & ARRIAGA, M. (1991). Late Pleistocene/Early Holocene environments and climates, fauna and human occupation in the argentine altiplano. *Geoarchaeology* 6:251-272.
- GRIMM, E. (1991). *Tilia software*. Illinois State Museum. Research and Collection Center Springfield, Illinois.
- HEUSSER, C.J. (1971). *Pollen and spores of Chile*. University of Arizona Press, Tucson.
- HOROWITZ, A. (1992). *Palinology of arid lands*. Elsevier Sci. Pub., Amsterdam.
- IRIONDO, M. (1993). Cambios climáticos en el noroeste durante los últimos 15.000 años. *El Holoceno en la Argentina*, 2:35-44.
- JOVET-AST, S. (1991). *Riccia* (Hépatiques, Marchantiales) D'Amérique Latine. Taxons Du Sous-Gente *Riccia*. *Cryptogam. Bryol. Lichénol.* 12(3):189-370.
- KULEMEYER, J. & LUPO, L. (1998). Evolución del paisaje bajo influencia antrópica durante el Holoceno Superior en la cuenca del río Yaví. Borde oriental de la Puna. Jujuy, Argentina. *Bamb. Geogr. Schrift. Bb.* 15:256-268.
- LUPO, L.C. (1990). *Palinología de una secuencia del Holoceno en el valle de Taffi, provincia de Tucumán, Argentina*. *FACENA* 8:87-98.
- 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 Yaví. Borde Oriental de la*

- Puna, Noroeste argentino. Tesis de doctorado. Bamberg, República Federal de Alemania, (DAAD).
- LUPO, L.C. & ECHENIQUE, M.R. (2000). Reconstrucción arqueopalinológica de los distintos momentos de ocupación del Yacimiento formativo "Moralito". Jujuy, Noroeste argentino. Resúmenes del XI Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, AMEGHINIANA 37(4) Suplemento pp. 53. Tucumán, Argentina.
- MARKGRAF, V. (1984). Paleoenvironmental History of the last 10,000 years in northwestern Argentina. *Zentralblatt Geol. Paläontol.* 11-12:1739-1749.
- MARKGRAF, V. & D'ANTONI, H. (1978). Pollen flora of Argentina. Modern spores and pollen types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae. The University of Arizona Press, Tucson.
- MORELLO, J. (1958). *La Provincia Fitogeográfica del Monte*. Opera Lilloana II.
- NILSON, S. & PRAGLOWSKI, J. (1992). *Erdtman's Handbook of Palynology*. Ed. Munksgaard, Copenhagen.
- PASTORINO, S., PEREZ, C.F. & MANCINI, M. V. (1993). Relación polen-vegetación a través de registros polínicos atmosféricos y de suelo superficial en Antofagasta de la sierra (Catamarca). XVI Reunión Argentina de Ecología, pp. 91. Buenos Aires.
- PIRE, S.M.; ANZÓTEGUI, L.M. & CUADRADO, G.A. (1998). *Flora Polínica del Nordeste Argentino*. EUDENE-UNNE.
- PRIETO, M. & HERRERA, R. (1992). Las perturbaciones climáticas de fines del siglo XVIII en el área andina. Estudio del país del interior. Junta de Andalucía, Sevilla, 1:7-35.
- PRIETO, M.R.; HERRERA, R. & DUSSEL, P. (1998). Clima y disponibilidad hídrica en el sur de Bolivia y noroeste de Argentina entre 1560 y 1710. Los documentos españoles como fuente de datos ambientales. *Bamb. Geogr. Schr. Bd.* 15:35-56.
- PRIETO, A.R.; PAEZ, M. & MANCINI, M.V. (1993). Modelo polínico actual de un sistema árido en la Puna sur, Argentina. Actas del Taller Internacional El Cuaternario de Chile y 5 Reunión Anual del Proyecto IGCP 281. Climas Cuaternarios de América del Sur, pp. 81. Chile.
- PRIETO, A.R. & QUATTROCCHIO, M.E. (1993). Briofitas y Pteridofitas en sedimentos del Holoceno de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 6:17-37.
- RUIZ HUIDOBRO, O.J. (1972). Descripción geológica de la hoja 11e, Santa María. Ministerio de Industria y Minería. Subsecretaría de Minería. Servicio Nacional Minero Geológico. Boletín N°134.
- RUTHSATZ, B. (1978). Las plantas en cojín en el NW argentino. *Darwiniana* 21:491-537.
- SAYAGO, J. (1999). El cuaternario de la región pre-punaña del noroeste argentino. In: R. CAMINOS (ed.), *Geología Argentina*, pp. 688-691. SEGAMAR, Buenos Aires.
- SCHÄBITZ, F. (2000). Investigaciones palinológicas y paleoambientales en las zonas áridas de Argentina. Resúmenes del XI Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, pp. 102. Tucumán, Argentina.
- SCHÄBITZ, F.; LUPO, L.C.; KULEMEYER, J.Y. KULEMEYER, J. (2000). Variaciones de la vegetación, el clima y la presencia humana en los últimos 15.000 años en el Borde Oriental de la Puna, provincias de Jujuy y Salta, Noroeste Argentino. Resúmenes del XI Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, AMEGHINIANA 37(4) Suplemento pp. 63. Tucumán, Argentina.
- WINGENROTH, M. & HEUSSER, C. (1984). Polen en la alta cordillera, Quebrada Benjamín Matienzo. IANIGLA (CONICET), Mendoza, Argentina.