

ANÁLISIS PALINOLÓGICO DE SEDIMENTOS CUATERNARIOS EN LA CUENCA INFERIOR DEL RÍO QUEQUÉN SALADO, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA.

Grill, S.C.

Laboratorio de Palinología, Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 570 (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

(Manuscrito recibido el 2 de Noviembre de 2001, aceptado el 10 de Junio de 2002)

RESUMEN: El análisis palinológico de un perfil de edad Cuaternario en la cuenca inferior del Río Quequén Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina, permitió detectar cambios en las comunidades vegetales y fluctuaciones relativas del nivel marino. Cuatro Zonas y seis Subzonas Polínicas fueron identificadas con sus respectivas inferencias paleoambientales y paleoclimáticas. Para el Pleistoceno superior se registra un paisaje con una cobertura vegetal muy pobre que evoluciona hacia la estepa halófila (Zona Polínica QS-4), paleoclima: subhúmedo / seco. En el Holoceno medio después de la destrucción del medio litoral por el ascenso del nivel marino (presencia de acritarcas y dinoflagelados) se desarrolla la estepa halófila (Zona Polínica QS-3) (7.720 ± 100 años B.P.), paleoclima: subhúmedo / húmedo. Durante el Holoceno medio / superior (Zona Polínica QS-2) bajo una leve influencia marina se desarrollan las estepas halófila seguida de gramínea (vinculada a anegamientos) culminando esta Zona con un espectro polínico muy reducido el cual sugiere alta variabilidad climática e importantes deterioros post-depositacionales. El perfil culmina con el registro de las estepas herbácea psamófila / halófila asociadas a importante acción antrópica (Zona Polínica QS-1) (Holoceno superior / tiempos históricos) las cuales reflejan condiciones semiáridas similares a las actuales en el área.

PALABRAS CLAVES: Análisis palinológico, Inferencias Paleoambientales y Paleoclimáticas, Cuaternario, Río Quequén Salado, Buenos Aires, Argentina.

SUMMARY: A Quaternary profile located in the lower valley of Quequén Salado River, Buenos Aires province, Argentina is studied, taking into account their palynological contents. This analysis reveals vegetation changes and the relative sea level fluctuations. Four pollen zones and six pollen subzones were recognized. Upper Pleistocene is characterized by a landscape without vegetation that evolves to halophytic steppe (Pollen Zone QS-4), this represents arid to semiarid climatic conditions. During the middle Holocene the destruction of the litoral environment by the relative rise of the sea level (presence of dinocysts and acritarchs) is reflected by Pollen Zone QS - 3 (7.720 ± 100 yr BP); paleoclimate: humid / subhumid. For upper / middle Holocene (Pollen Zone QS -2) under light marine influence the halophytic steppe and grass-steppe associated to flooding are registered, ended this Zone with a poor pollinic spectrum related to important variability climatic and after depositional deterioration. During historic time / upper Holocene the psammophytic herbaceous and halophytic steppe associated to exotic pollen (Pollen Zone QS - 1) suggest arid to semiarid conditions similar to the present day in the area with human influence.

KEY WORDS: Palynological Analysis, Paleoenvironment and Paleoclimate, Quaternary, Quequén Salado River, Buenos Aires province, Argentina.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad la caracterización de un perfil de edad Cuaternario en la cuenca inferior del río Quequén Salado, sur de la provincia de Buenos Aires, en base al análisis palinológico. Mediante el mismo se evalúan las comunidades vegetales desarrolladas durante el Pleistoceno superior / Holoceno, así como las fluctuaciones climáticas inferidas para el período de tiempo considerado. Las asociaciones de palinomorfos fósiles son comparadas con las actuales provenientes de muestras de superficie del centro y sur de la provincia de Buenos Aires (PRIETO, 1989,

1996), GRILL & GUERSTEIN (1995). Las comunidades vegetales inferidas a partir de las asociaciones polínicas registradas son a su vez cotegadas con unidades de vegetación actual (VERETTONI, 1961), VERETTONI & ARAMAYO (1976), CABRERA (1976), GRILL, *et al.* (en preparación: Las comunidades vegetales actuales en la cuenca inferior del río Quequén Salado, Buenos Aires, Argentina). Las asociaciones del microplancton fósil, permiten caracterizar los niveles marinos, a partir de la información obtenida de la ecología de los quistes de dinoflagelados actuales. Asimismo, las fluctuaciones relativas del nivel del mar son inferidas a partir de tales asociaciones.

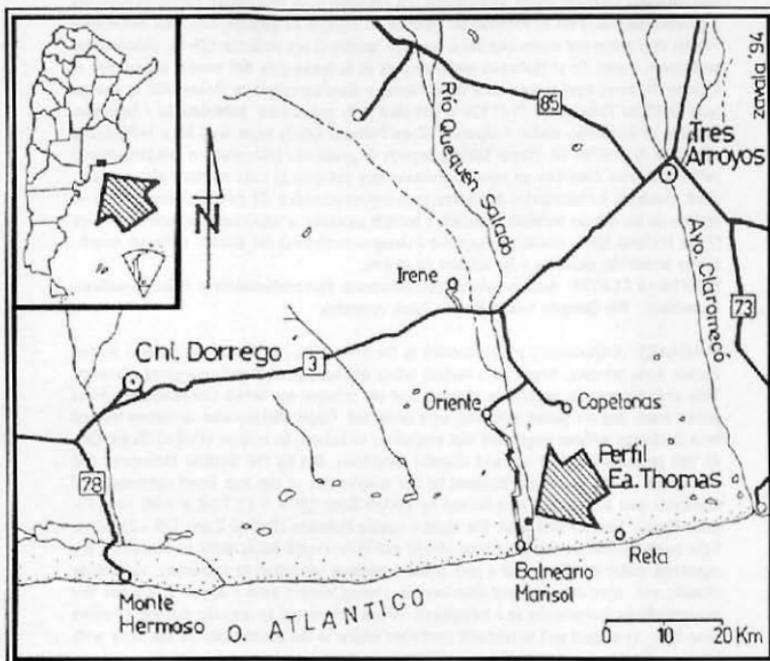


FIGURA 1: Mapa de ubicación: el perfil estudiado se señala con una flecha.

Investigaciones geológicas previas en el área de estudio corresponden a FRENGUELLI (1928). Recientemente FARINATI & ZAVALA (1995) estudian la malacofauna y sedimentología y MARTÍNEZ & GUTIERREZ TELLEZ (1998) las asociaciones de ostrácodos y diatomeas de la sección estratigráfica y de las muestras paleontológicas aquí analizadas. La información obtenida en el presente trabajo es comparada con los resultados publicados por estos autores.

El perfil estudiado (38° 53' S, 60° 32' W) se halla a 12,5 km de la localidad de Oriente y está ubicado en la margen derecha del río Quequén Salado (Estancia Thomas) a 8 km aproximadamente de su desembocadura (Fig. 1).

El presente trabajo representa el primer estudio palinológico en la cuenca del río Quequén Salado.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA

La provincia de Buenos Aires ocupa la porción centro oriental de la República Argentina y extiende su territorio entre los 33° y 43° de latitud sur. Esto determina su ubicación climática dentro de la faja típicamente templada de la Tierra (BURGOS, 1968). Por su posición en el país y en el continente sudamericano, participa, en forma evidente, del factor oceanidad (BURGOS, op. cit.). Ello trae aparejado una atemperación del clima, en especial en la zona costera. Los rasgos de continentalidad se intensifican a medida que nos alejamos de la costa (VERETTONI & ARAMAYO, 1976).

Respecto de la circulación general de los vientos, las masas de aire que circulan con dirección predominante NE-SW, tanto en los meses cálidos como en los fríos, atraviesan la

provincia. Ello se debe a la actividad del flanco occidental del anticiclón semipermanente del Atlántico sur y a la del anticiclón del Pacífico sur. También la afectan las masas de aire frío subantártico que provienen del SW y las masas de aire cálido del norte, provocados por los retrocesos ocasionales del anticiclón del Pacífico (BURGOS, op. cit.). Según CABRERA (1976) la "provincia pampeana" presenta un clima templado cálido, con lluvias todo el año, intensas en primavera y otoño y escasas en verano, las precipitaciones disminuyen de sur a norte y de este a oeste.

Respecto de la vegetación actual y según CABRERA (1976), la provincia de Buenos Aires pertenece desde el punto de vista fitogeográfico a la Región Neotropical, con un área pequeña ocupada por el Dominio Amazónico y el resto cubierto por el Dominio Chaqueño. Este último se halla representado por las Provincias del Monte, del Espinal y Pampeana. El área de estudio corresponde a la Provincia Pampeana (Distrito Pampeano Austral). En ella la vegetación prístina se halla profundamente modificada por los cultivos, el pastoreo y la introducción de árboles forestales.

De acuerdo a GRILL *et al.* (en preparación: Las comunidades vegetales actuales en la cuenca inferior del río Quequén Salado, Buenos Aires, Argentina) en la cuenca inferior del río Quequén Salado la estepa psamófila está integrada por diversas especies nativas e introducidas que colonizan las formaciones medanosas. A medida que dichas formaciones avanzan desde la costa marina hacia el continente son fijadas progresivamente por la vegetación, al igual que en las depresiones interdunas.

En los médanos vivos más cercanos al mar son pioneras *Calycera crassifolia*,

Sporobolus rigens y *Cortaderia selloana*. En los médanos fijados parcialmente con vegetación es dominante la especie introducida *Tamarix gallica*, hallándose asociada a *Sporobolus rigens*, *Cortaderia selloana*, *Spartina coarctata*, *Poa lanuginosa*, *Senecio quequensis*, *Solidago chilensis*, *Oenothera mollissima* y *Parapholis incurva*, frecuente además en estepas halófilas. En los médanos con alta cobertura de vegetación se destacan *Hyalis argentea*, *Solidago chilensis*, *Achyrocline satureioides*, *Poa lanuginosa* y *Pinus radiata*, forestal introducido. En las depresiones interdunas las comunidades están representadas por *Juncus acutus*, *Sporobolus rigens*, *Panicum urvilleanum*, *Cortaderia selloana*, *Lagurus ovatus*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Lactuca serriola*, *Melilotus albus* y *Sesuvium portulacastrum*, frecuente asimismo en estepas halófilas.

Las comunidades vegetales que caracterizan a cuerpos lagunares presentes en el área están integradas por *Juncus acutus*, *Cortaderia selloana*, *Thypha* sp. y *Zygnemataceae*. Los bordes de la laguna están colonizados por *Scyrpus olneyi*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Melilotus albus*, *Ambrosia tenuifolia*, *Myoporum laetum* y *Populus* sp., los dos últimos forestales introducidos.

La estepa graminosa desarrollada sobre suelos arenosos está constituida principalmente por diversas especies del género *Stipa*, junto a matorrales aislados de *Discaria americana* y *Lycium chilense*.

En dirección al continente son comunes otros árboles forestales introducidos por el hombre hace algo más de medio siglo, como *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus tereticornis*, *Pinus radiata* y *Pinus halepensis* (comunicación personal de un poblador de la laguna). En los esteros halófilos y a la

sombra de los anteriores habitan *Oxalis corniculata* y *Oxalis articulata*, *Geranium dissectum* y *Glandularia pulchella*.

Finalmente, en la planicie de inundación actual del río Quequén Salado la vegetación natural ha evidenciado notables cambios por causa del pastoreo y otros factores antrópicos. Entre las especies más difundidas están *Loium multiflorum*, *Festuca arundinacea*, *Thinopyrum ponticum*, *Juncus microcephalus* y *Scyrpus olneyi*, junto a malezas adventicias como *Cynodon dactylon* y *Cirsium vulgare*.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el perfil estudiado (Fig. 2) se reconocieron cuatro unidades estratigráficas, tres de ellas de origen continental (Secuencia Agua Blanca Sección media, Secuencia Agua Blanca Sección superior y Formación Chacra La Blanqueada) y una de origen marino (Formación Las Escobas). A continuación se describen las características más relevantes de las mismas:

Secuencia Agua Blanca Sección media (ZAVALA & QUATTROCCHIO, 2001): corresponde al tramo inferior del perfil. Presenta una potencia superior a 1,30 m y está constituida por areniscas finas, mal seleccionadas y bioturbadas de color pardo amarillento a pardo grisáceo. Hacia el techo de esta unidad se reconoce un banco oliváceo oscuro muy bioturbado y por encima parte de un horizonte A de un suelo. Por su posición en la secuencia y por correlación a nivel regional esta unidad fue asignada al Pleistoceno Superior.

Formación Las Escobas (FIDALGO *et al.*, 1973): desarrollada sobre la unidad anterior y separada de ella por una discordancia erosiva. Está

constituída por 0,35 m de depósitos bioclásticos gruesos y finos e integrada por tres facies grano y estrato decrecientes:

FACIES A: areniscas de grano medio bien seleccionadas, que constituyen un cuerpo tabular masivo color naranja amarillento, con espesores de 2 a 4 cm y base erosiva neta.

FACIES B: formada por acumulaciones esqueléticas de 10 a 20cm. de espesor y base neta, integrada por conchas de moluscos apiladas cóncavas hacia abajo.

FACIES C: areniscas de grano fino a medio de mala selección que constituyen un cuerpo tabular de 20 cm, presencia de valvas de moluscos dispersos y *Tagelus plebeius* en posición de vida. Una datación radiocarbónica efectuada en el L.A.T.Y.R. (La Plata, Argentina), sobre valvas de *Tagelus plebeius* halladas en esta Facies arrojó una edad de 7.720 ± 100 años BP.

Secuencia Agua Blanca Sección superior (ZAVALA & QUATTROCCHIO, 2001): constituída por areniscas de grano medio a fino mal seleccionadas, gris amarillento y pelitas grises y con un espesor total de 2,20 m. Internamente se observaron capas grano decrecientes de arena y pelitas, estas últimas en el tramo más arenoso registraron abundancia de conchas de *Liitoridina australis*, ostrácodos y oogonios de Characeae. Edad: Holoceno medio / superior.

Formación Chacra La Blanqueada (RABASSA, 1989): integrada por depósitos arenosos gris claro, aflorantes en los últimos 70 cm de espesor del perfil, con base neta erosiva. Se reconoce al menos un nivel de edafización en su interior. Edad: Holoceno superior / tiempos históricos.

Para concentrar el contenido de palinomorfos de las 27 muestras obtenidas (Fig. 2) se siguieron las técnicas propuestas por

HEUSSER & STOCK (1984). En las muestras de origen marino y de acuerdo a DALE (1976) se trabajó con ácido clorhídrico en frío y se omitió la acetólisis con la finalidad de preservar el microplancton. Antes de iniciar el procesamiento químico, se agregaron tabletas conteniendo cada una 11.267 esporas de polen exótico de *Lycopodium* para el cálculo de la concentración polínica (granos / gramo de sedimento), la misma se obtuvo del siguiente modo:

$$cp = \frac{\sum pf \times pexa}{\sum pex}$$

cp = concentración polínica

pf = polen fósil

pex = polen exótico

pexa = polen exótico agregado

Dada la variación en el contenido polínico de las muestras, los recuentos se efectuaron con un criterio similar al propuesto por BIANCHI & D'ANTONI (1986) de "área mínima", con ellos se calcularon las frecuencias relativas de cada familia vegetal. El microplancton marino y otros "microfósiles no polínicos" tales como *Botryococcus*, *Zygnemataceae*, *Glomus* sp, esporas de *Bryophytas* y *Pteridophytas*, etc., se consideraron fuera de las sumas polínicas y dado el reducido número en que se hallaban presentes su apreciación fue sólo cualitativa. El diagrama polínico se realizó con los programas Tilia versiones 1.12 y 2.0.b.4 y Corel Draw 8.0.

La identificación de los taxa polínicos se efectuó bajo el microscopio, utilizando como material de referencia la Palinoteca del Laboratorio de Palinología de la Universidad Nacional del Sur y bibliografía entre otros, de ERDITMAN (1965), HEUSSER (1971), MARKGRAF & D'ANTONI (1978).

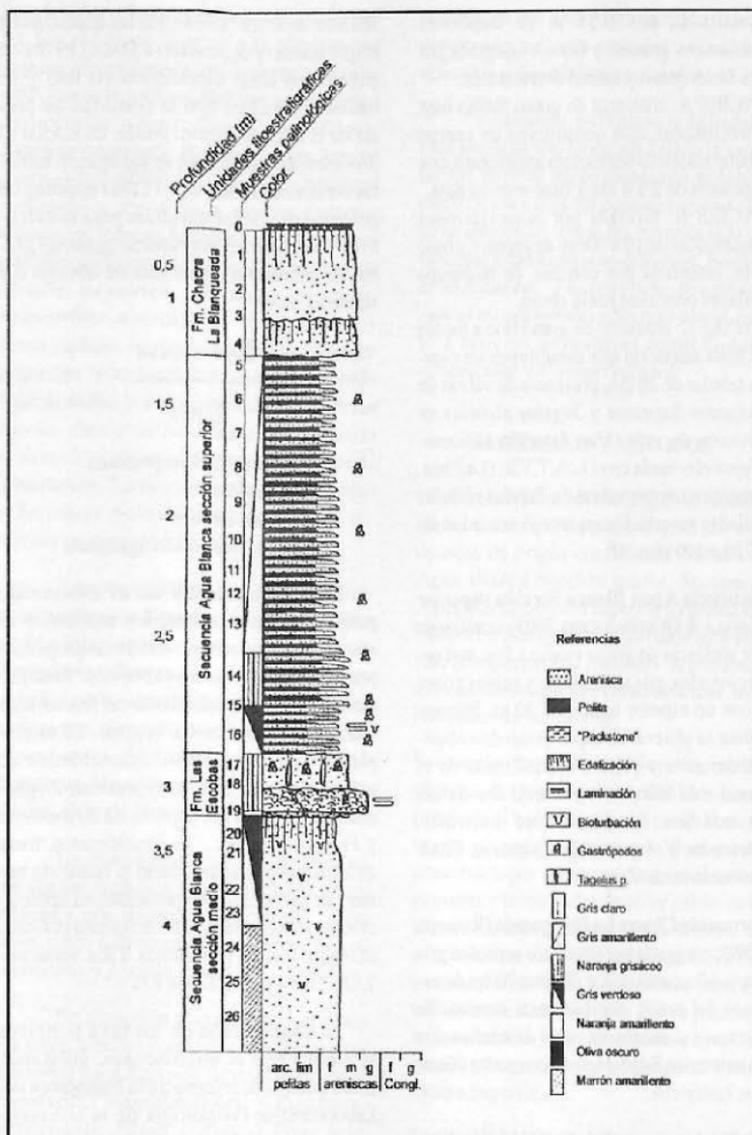


FIGURA 2. Perfil estratigráfico (modificado de FARINATI & ZAVALA, 1995) con detalle del muestreo paleontológico.

RESULTADOS

De acuerdo con el concepto de "zonas de polen" tal como la definen GORDON & BIRKS (1972) en BIRKS & BIRKS (1980) el perfil palinológico se ha dividido en cuatro Zonas Polínicas, desde abajo hacia arriba ellas son: QS-4, QS-3 a y b, QS-2 a, b, c y d y QS-1.

Las cuatro muestras basales (26 a 23) resultaron estériles la asociación palinológica registrada a continuación permitió definir la Zona Polínica QS-4.

ZONA POLÍNICA QS-4.

Chenopodiaceae - Poaceae. Comprende el intervalo de 3,50 m hasta 3,30 m y las muestras palinológicas: 22 a 20. El espectro polínico está dominado por Chenopodiaceae (62% a 66%), siguen en importancia Poaceae (10% a 18%), Brassicaceae y Asteraceae oscilan alrededor del 7%. Las Plumbaginaceae oscilan entre el 4% y el 6%. El monte arbustivo está representado por: Ephedraceae, Papilionaceae, Ulmaceae y Solanaceae, con porcentajes inferiores al 1%. Los valores de concentración que se registran son de: 1.223 granos / gramo de sedimento (muestra n° 22) y 7.323 granos / gramo de sedimento (muestra n° 20).

ZONA POLÍNICA QS-3.

Comprende el intervalo de 3,20 m a 3,00 m y las muestras palinológicas: 19, 18 y 17. Teniendo en cuenta que la muestra basal de esta Zona sólo registra presencia de granos de polen, insuficientes para efectuar un recuento polínico, se han diferenciado dos subzonas.

Subzona Polínica QS-3a: Presencia de: Chenopodiaceae - Poaceae - Asteraceae - Brassicaceae, etc. Muestra palinológica: 19.

Subzona Polínica QS-3b: Chenopodiaceae. Muestras palinológicas: 18 y 17. Dominan el espectro polínico las Chenopodiaceae (64%-71%) asociadas a Asteraceae (8%-15%) y Poaceae (8%-11%). Las Brassicaceae registran solo el 1% y las Plumbaginaceae así como el monte arbustivo: *Celtis* sp., Anacardiaceae, Convolvulaceae, Papilionatae, Solanaceae, Apiaceae se hallan presentes en porcentajes inferiores al 1%; las Ephedraceae alcanzan el 2%. Dentro del polen extra-regional en esta subzona se registra por primera vez Fagaceae con porcentajes que no superan el 2%, las Podocarpaceae están presentes en porcentajes inferiores al 1% y las Myrtaceae alcanzan el 6% en la muestra n° 17. Los valores de concentración son muy bajos: 542 granos / gramo de sedimento (muestras n° 18) y 260 granos / gramo de sedimento (muestra n° 17).

ZONA POLÍNICA QS-2.

Comprende desde 2,90 m hasta 0,70 m y las muestras palinológicas: 16 a 5. Dada la variabilidad en los taxones polínicos dominantes se subdivide en 4 Subzonas.

Subzona Polínica QS-2a: Chenopodiaceae - Poaceae. Muestras palinológicas: 16 y 15. El espectro polínico está dominado por Chenopodiaceae (58%-63%) asociadas a Poaceae (16%-27%), Asteraceae (7%-8%) y Ephedraceae (4%, muestra n° 15). Elementos del monte arbustivo como *Celtis* sp., *Acacia* sp., Papilionatae, Caryophyllaceae, Anacardiaceae se hallan presentes con porcentajes inferiores al 1%. El resto de las familias vegetales (con porcentajes que oscilan entre menos del 1% y el 2%) son: Boraginaceae, Plumbaginaceae, Solanaceae y Apiaceae. El polen de plantas acuáticas se halla representado por: Cyperaceae con porcentajes inferiores al 1% y el polen extra-regional representado por: Fagaceae (1%) y

Podocarpaceae y Myrtaceae (< 1%). La concentración polínica es muy importante: 178.770 granos / gramo de sedimento (muestras n° 16) y 20.383 granos / gramo de sedimento (muestra n° 15).

Subzona Polínica QS-2b: Poaceae - Chenopodiaceae. Muestras palinológicas: 14 y 13. El espectro polínico está dominado por Poaceae (41% al 55%) asociadas a Chenopodiaceae (20% al 24%) y Asteraceae (8% al 11%). El monte arbustivo se halla representado por: *Acacia* sp., Anacardiaceae, Papilionatae, Oleaceae, Caryophyllaceae, Rutaceae, Rubiaceae, entre otros, con porcentajes que no superan el 2%. Otros taxas polínicos presentes son: Plumbaginaceae (2,5%), Solanaceae (<1%), Apiaceae (2,5%), Ephedraceae (4%) El polen de plantas acuáticas está representado por: Cyperaceae (1% - 3,5%), Iridaceae (<1%), Liliaceae (1,50%), Orchidaceae (1,50%). La concentración polínica de las muestras n° 13 y n° 14 es respectivamente de: 862 granos / gramo de sedimento y 3.152 granos / gramo de sedimento.

Subzona Polínica QS-2c: Presencia de Poaceae - Chenopodiaceae - Asteraceae - Brassicaceae, etc. Muestras palinológicas: 12 a 7. Las muestras presentes en este tramo del perfil registran sólo presencia de granos de polen, insuficiente para efectuar un recuento polínico.

Subzona Polínica QS-2d: Myrtaceae. Muestras palinológicas: 6 y 5. El espectro polínico de la muestra 6 permitió caracterizar a esta Subzona, el mismo está dominado por Myrtaceae (50%) asociada a porcentajes sustancialmente menores de Poaceae (10%), Chenopodiaceae (6%), Asteraceae (3,5%), Brassicaceae (2%). El monte arbustivo está representado por: Anacardiaceae, Onagraceae, Oxalidaceae, Myricaceae con porcentajes inferiores al 1% y Solanaceae (1,5%). Se destacan en esta muestra los mayores porcentajes para el perfil de Podocarpaceae (8%) Fagaceae

(1,5%) las cuales junto a Myrtaceae conforman el polen extra regional. La concentración polínica es baja: 812 granos / gramo de sedimento.

ZONA POLÍNICA QS-1.

Asteraceae - Chenopodiaceae. Desarrollada de 0,60 m hasta 0.00 m Muestras palinológicas: 4 a 0. Las asociaciones polínicas de las muestras 1 y 0 permiten caracterizar esta Zona, el resto de las muestras presentan cantidad insuficiente de polen como para efectuar recuentos polínicos. El espectro polínico está dominado por Asteraceae (16% al 32%) y Chenopodiaceae (13% al 24%), Poaceae oscila entre 4% y 9%. Se registra la presencia de especies de polen introducidas con importantes proporciones: Tamaricaceae (2,5%), Pinaceae (2% al 4%) *Carduus* sp. (dentro de Asteraceae: 10,34%) *Eucalyptus* spp (13% al 25%), Brassicaceae (12%). La concentración polínica alcanza en esta Zona valores de: 2.411 granos / gramo de sedimento (muestra n° 1) y 5.457 granos / gramo de sedimento (muestra n° 0).

MICROPLANCTON MARINO

El microplancton marino (acritarco y dinoflagelados) registrado (Tab. 1, Fig. 3) está representado por escasos ejemplares con bajo grado de conservación. La presencia de los mismos se registra durante el desarrollo de la Formación Las Escobas algunos ejemplares fueron hallados durante la sedimentación de la Secuencia Agua Blanca Sección superior.

OTROS CONSTITUYENTES PRESENTES EN LAS MUESTRAS PALINOLÓGICAS

Además de granos de polen microplancton marino se registran otros componentes en las muestras palinológicas

tales como: algas (*Botryococcus*, *Zygnemataceae*, *Sygnopollis* sp), hongos (*Glomus* sp, *Corticaceae*), esporas de *Bryophytas* y *Pteridophytas*, etc. (Fig. 3).

DISCUSIÓN

En la reconstrucción paleoambiental y paleoclimática del área de estudio, se asume que toda asociación palinológica fósil representa sólo una aproximación a la comunidad vegetal y asociación de plancton actual, dada la influencia de factores tafonómicos, tales como transporte diferencial, preservación de palinomorfos, etc. (Mc CARTHY, *et al.*, 1999). Las interpretaciones paleoambientales y paleoclimáticas inferidas a partir del análisis de palinomorfos, son cotejadas con los estudios sedimentológicos y de malacofauna realizados por FARINATI & ZAVALA (1995) y de ostrácodos y diatomeas efectuados por MARTÍNEZ & GUTIERREZ TELLEZ (1998) en la misma sección estratigráfica.

La Sección media de la Secuencia Agua Blanca (Pleistoceno superior) comienza con cuatro muestras estériles. La ausencia de po-

len en estos sedimentos portadores de proporciones importantes de carbonatos, puede atribuirse a procesos post-depositacionales como oxidación química bajo condiciones de aridez (DINGLEBY, 1985) asociada posiblemente a una marcada continentalidad como consecuencia de descensos relativos del nivel del mar durante el Pleistoceno superior. BAYON & ZAVALA (1994), entre otros, citan dos de estos episodios para sedimentos asignados al Pleistoceno tardío en el sur bonaerense. A continuación la asociación polínica que permitió definir a la Zona Polínica QS-4 (*Chenopodiaceae* - *Poaceae*) presenta una asociación polínica similar a la registrada por GRILL & GUERSTEIN (1995) en muestras superficiales del estuario de Bahía Blanca y que caracterizan a la estepa halófila (VERETTONI, 1961). Asociados a la misma se hallan escasos elementos del monte arbustivo (VERETTONI & ARAMAYO, 1976) así como taxas indicadores de suelos muy salinos como las *Plumbaginaceae*. Tales asociaciones reflejan condiciones paleoclimáticas subhúmedas-secas. La baja concentración y la escasa diversidad de los taxas polínicos sugieren una cobertura vegetal pobre, característica de las regiones áridas (HOROWITZ, 1992).

| Microplancton | Muestras Palinológicas | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|----|----|----|----|----|----|
| | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 |
| <i>Michrystidium balmei</i> | - | - | - | + | - | + | - |
| <i>Michrystidium</i> sp. | x | * | + | - | * | * | * |
| <i>Cymatiosphaera polonica</i> | - | - | x | - | - | - | - |
| <i>Cymatiosphaera</i> sp. | x | x | - | - | - | - | - |
| <i>Spiniferites</i> sp. | - | - | - | - | - | x | - |
| <i>Spiniferites</i> spp. | - | - | x | - | - | - | - |
| Quiste indeterminado | - | - | - | - | - | - | x |

TABLA 1. Microplancton marino presente en las muestras palinológicas. x: raro; *: frecuente; +: abundante.

FARINATI, E. & ZAVALA, C. (1995) interpretan tentativamente a estos depósitos, por correlación con datos regionales y por la ausencia de estructuras sedimentarias primarias, como el resultado de una dinámica eólica. MARTÍNEZ, D. & GUTIERREZ TELLEZ, B. (1998), registran para este momento geológico,

escasas poblaciones de ostrácodos y diatomeas, infiriendo condiciones ambientales severas.

Características paleoclimáticas similares para sedimentos asignados al Pleistoceno superior, fueron registradas a partir del análisis

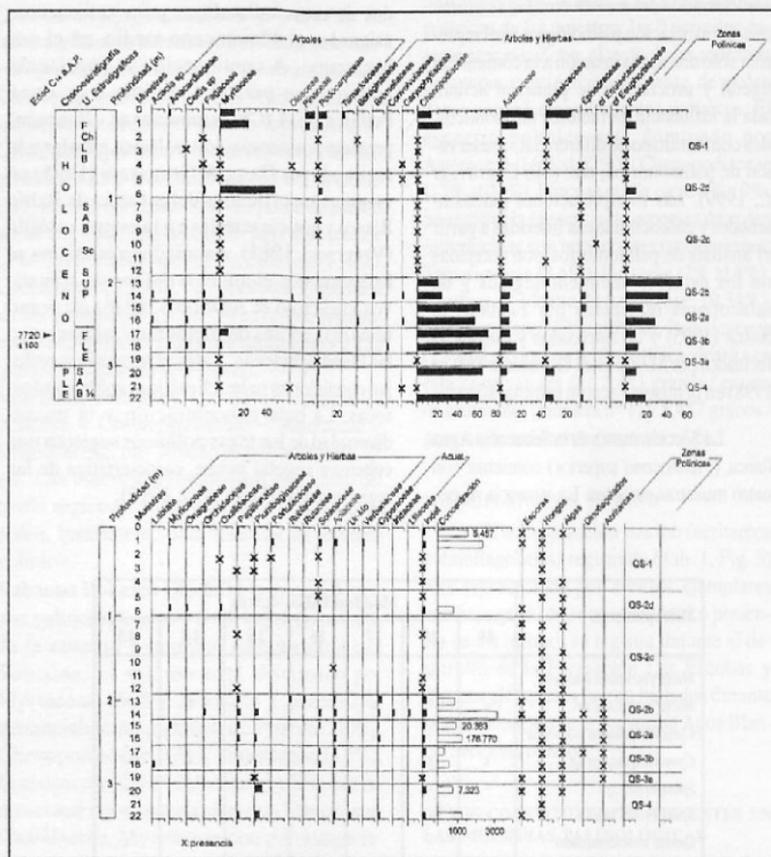


FIGURA 3. Diagrama Polínico, microplankton marino y otros constituyentes presentes en las muestras palinológicas..

polínico en dos perfiles estudiados en el río Sauce Grande (aproximadamente a 100 km al oeste del Quequén Salado) (BORROMI, 1995, 1998) y en dos secciones analizadas en el arroyo Napostá Grande (distante 125 km al oeste del Quequén Salado) (GRILL, 1995, 1997).

Tras una discordancia erosiva sobre la Sección Media de la Secuencia Agua Blanca se deposita la Formación Las Escobas (FIDALGO *et al.* 1973) (facies A, B y C, FARINATI & ZAVALA, 1995). Una datación radiocarbónica sobre valvas de *Tagelus plebeius* halladas en esta Formación arrojó una edad de 7.720 ± 100 años BP (FARINATI & ZAVALA, 1995) y permitió asignarla al Holoceno medio. La Subzona Polínica QS-3a (Facies A (FARINATI & ZAVALA (op.cit.)) identificada en la misma refleja la presencia de algunos taxos polínicos tales como Chenopodiaceae, Poaceae, Asteraceae, etc., pertenecientes a las estepas halófila y herbácea psamófila así como acritarcos (*Michrystidium* sp. y *Cymatiosphaera* sp.) evidenciando estos últimos la influencia marina en el área. *Michrystidium* sp. y *Cymatiosphaera* sp. han sido registrados en sedimentos actuales depositados en el estuario de Bahía Blanca (GRILL, S. & GUERSTEIN, G.R. 1995) En el registro fósil son interpretados como indicadores de ambientes neríticos (STAPLIN *et al.* 1965, SARJEANT *et al.* 1987).

FARINATI & FARINATI (op.cit.) interpretan a esta Facies como un depósito residual transgresivo (SWIFT, 1968; POSAMIENTIER y ALLEN, 1993) vinculada al avance hacia el continente de la línea de costa.

La Subzona Polínica QS-3b (Facies B y C, FARINATI & ZAVALA (op.cit.)) o de Chenopodiaceae presenta una asociación polínica similar a la registrada por GRILL, S. & GUERSTEIN, G.R. (1995) en muestras superficiales del es-

tuario de Bahía Blanca que caracterizan a la estepa halófila (VERETTONI, op. cit.), asociados a la misma se hallan escasos elementos del monte arbustivo (VERETTONI & ARAMAYO, op. cit.). La presencia de *Botryococcus*, *Glomus* sp. y esporas de Pteridophytes registradas durante la sedimentación de las Facies A, B y C, reflejan condiciones de humedad asociadas en el caso de *Botryococcus* al desarrollo de cuerpos que toleran una salinidad variable (dulce a salobre). La influencia marina se traduce nuevamente por la presencia de acritarcos (*Michrystidium* sp. y *Cymatiosphaera polonica*) y escasos quistes de dinoflagelados (*Spiniferites* sp). El género *Spiniferites* es registrado en ambientes actuales estuáricos y neríticos (WALL, *et al.* 1977). La baja proporción de microplancton marino -registrado en esta Zona Polínica- respecto al total de palinomorfos, puede asociarse principalmente a las características litológicas y energéticas del medio de sedimentación. Con respecto a la baja diversidad del mismo y a la mayor proporción de acritarcos respecto a dinoflagelados reflejan el desarrollo de un ambiente marino restringido (GIBSON *et al.* 1980).

FARINATI & ZAVALA (op.cit.) interpretan a la Facies B como el producto de la acumulación en un ambiente de playa correspondiente a un "forshore" (HEWARD, 1981) y a la Facies C, la cual posee una datación de 7.720 ± 100 años BP, como la acumulación en un ambiente de llanura mareal, correspondiente a una llanura mixta ("mixed flat") (ERIKSON, *et al.* 1981). MARTÍNEZ & GUTIERREZ TELLEZ (op.cit.) infieren para las Facies A, B y C, un ambiente marino costero salobre, con influencia de mareas y un nivel de agua que permite la predominancia de diatomeas planctónicas (Fase I).

En sedimentos costeros del sur bonaerense (desembocadura del arroyo Napostá Gran-

de) entre los 6.000 y aproximadamente 3.000 años A.P., las asociaciones de dinoflagelados y acritarcos hallados permitieron inferir el ascenso relativo del nivel marino (GRILL & QUATTROCCHIO, 1996). Igualmente en el mismo arroyo y en los ríos Sauce Grande (5010 ± 120 años BP, BORROMEI, 1992; 2850 ± 50 años BP BORROMEI, 1998) y Sauce Chico (6170 ± 170 años BP PRIETO, 1989), pero en secuencias continentales correspondientes al Holoceno medio, condiciones templado / húmedas fueron inferidas en base a estudios palinológicos.

En discordancia erosiva sobre la Formación Las Escobas se desarrolla la Sección Superior de la Formación Agua Blanca (Holoceno medio / superior). Las Subzonas Polínicas (QS-2a, b y c) comprendidas en la misma reflejan: Subzona Polínica QS-2a (Chenopodiaceae - Poaceae) nuevamente un espectro polínico análogo al registrado por (GRILL & GUERSTEIN, (op.cit.)) en muestras superficiales de polen del estuario de Bahía Blanca, típico de la estepa halófila (VERETTONI, op. cit.). Elementos pertenecientes a la estepa herbácea psamófila y el monte arbustivo (VERETTONI & ARAMAYO, op. cit.) se hallan presentes. La presencia de escasos acritarcos (*Michrystidium sp.* y *Michrystidium balmei*) reflejan una leve influencia marina en estos sedimentos.

MARTÍNEZ & GURRIERREZ TELLEZ (op. cit.) mencionan el desarrollo de un ambiente más restringido que en el tramo inferior de la secuencia y de características eurihalino (culminación de la Fase I).

Subzona Polínica QS-2b. La asociación polínica hallada (Poaceae - Chenopodiaceae) es análoga a la registrada por PRIETO (1996) en muestras superficiales de polen correspondientes a áreas llanas e inundables del E y SE pampeano. Condiciones paleoclimáticas subhúmedas / húmedas pueden inferirse a partir de ciertos espectros polínicos.

La presencia de *Michrystidium sp.*, *Michrystidium balmei* y *Spiniferites spp* evidencian la finalización de la influencia marina en el área.

Subzona Polínica QS-2c. En esta Subzona se registran la presencia de Chenopodiaceae, Poaceae, Asteraceae, Brassicaceae, etc., *Glomus sp.*, *Corticaceae*, *Zygnemataceae*, *Botryococcus sp.*, *Signipollis sp.*, así como materia orgánica amorfa probablemente derivada de esporomorfos y/o tejidos de macrophytas. La presencia de *Signipollis* se relaciona a depósitos de agua dulce del Holoceno (PALS, *et al.*, 1980; y como "Tipo 28" en VAN GEEL, *et al.*, 1983, 1989, donde fue asociado a condiciones "auto mesotrópicas"). *Botryococcus* es indicador de habitat dulce acuícolas hasta salobre aunque no marinos (BATTEN & GREENHILL, 1996).

Los escasos polinomorfos muy corroídos y degradados así como la materia orgánica amorfa presente en esta SubZona Polínica, revelan distintas etapas de oxidación química y oxidación biológica (por hongos y bacterias) cerca de la superficie del suelo.

MARTÍNEZ & GURRIERREZ TELLEZ (op. cit.) registran un cuerpo lagunar separado del ámbito marino (Fase II) durante el desarrollo de las SubZonas Polínicas QS- 2b y base de C.

Subzona Polínica QS-2d. (Myrtaceae). El espectro polínico dominado por Myrtaceae y asociado a escasos componentes de las estepas herbácea psamófila y halófila, registra además otros taxas extra-regionales como Podocarpaceae y Fagaceae. Estas dos últimas familias vegetales actualmente habitan los bosques australes de Argentina, aunque las Podocarpaceae también se hallan en zonas elevadas del noroeste argentino. La baja diversidad y concentración de los taxa polínicos presentes en esta SubZona

Polínica, podría relacionarse con un incremento en la tasa de sedimentación asociada a procesos erosivos intensos, reflejando un episodio de mayor aridez respecto del tramo anterior de la secuencia. Asimismo cabe destacar que espectros polínicos con altas proporciones de Myrtaceae fueron registrados en sedimentos datados aproximadamente en 2.000 años BP en las cuencas inferior y media del arroyo Napostá Grande (sur de la provincia de Buenos Aires) (GRILL, 1993)

MARTÍNEZ & GURIERREZ TELLEZ (op. cit.) registran períodos variables de precipitaciones (Fase III) durante el desarrollo de la SubZona Polínica QS-2C.

FARINATI & ZAVALA (op.cit.) interpretan a los depósitos correspondientes a esta Sección (Zona Polínica QS-2) como acumulados en un medio lacustre de baja salinidad con procesos de decantación predominantes

Episodios que denotan una importante variabilidad climática, durante el Holoceno medio / superior, similar a la registrada en la cuenca del río Quequén Salado, se han inferido a partir de análisis palinológicos en el río Sauce Grande (BORROMEI, 1995, 1998), arroyo Napostá Grande (GRILL, 1995, 1997).

En discordancia erosiva sobre la Secuencia anterior se registra la Formación Chacra la Blanqueada (Holoceno superior / tiempos históricos). La Zona Polínica QS-1, Asteraceae - Chenopodiaceae registrada en esta Formación comienza con tres muestras que registran sólo presencia de polen. A continuación la asociación polínica que permitió definir a la Zona Polínica QS-1 presenta un espectro polínico análogo al hallado en muestras superficiales de polen del SE y el NW pampeano (PRIETO, 1996). El desarrollo de las estepas herbáceas psamófila /

halófila asociadas a importantes proporciones de polen introducido son reflejados en esta Zona. La presencia de especies introducidas por el hombre (*Tamaricaceae*, *Carduus* sp, *Eucaliptus* spp, Brassicaceae, *Pinus radiata* y *Pinus halepensis*) sugieren una importante acción antrópica. Condiciones paleoclimáticas subhúmedas / secas similares a las actuales en el área se infieren a partir de las asociaciones polínicas registradas.

FARINATI & ZAVALA (op.cit.) vinculan esta unidad a desbordes del actual cauce fluvial del río Quequén Salado.

Condiciones similares de aridización se han inferido en base a estudios palinológicos en secuencias de edad equivalente en los valles fluviales del arroyo Napostá Grande (GRILL, op. cit.) y en los ríos Sauce Grande (BORROMEI, op. cit.) y Sauce Chico (PRIETO, op. cit.).

CONCLUSIONES

Se analizó el contenido en palinomorfos de un perfil estratigráfico constituido por depósitos eólicos, fluviales y marinos. Dicho análisis permitió detectar cambios en las comunidades vegetales y fluctuaciones en el nivel marino durante el Pleistoceno superior / Holoceno, en la cuenca inferior del río Quequén Salado.

Las inferencias paleoambientales y paleoclimáticas obtenidas a partir del análisis de las Zonas Polínicas identificadas, son:

- Zona Polínica QS-4 (Pleistoceno superior) un paisaje con una cobertura vegetal muy pobre evolucionando hacia una vegetación típica de la estepa halófila. Condiciones paleoclimáticas subhúmedas / secas reflejan la presencia de tales comunidades vegetales.

- Zona Polínica QS-3 (Holoceno medio) el avance de la línea de costa hacia el continente dentro de un marco regional con características climatológicas subhúmedas / húmedas es registrado para este momento geológico.
- Zona Polínica QS-2 (Holoceno medio / superior): alternancia de episodios de mayor y menor humedad asociados a importantes deterioros post-depositacionales tanto por exposición de los depósitos (oxidación química) como por actividad de microorganismos (oxidación biológica).
- Zona Polínica QS-1 (Holoceno superior / tiempos históricos): estepa herbácea psamófila / halófila, condiciones paleoclimáticas subhúmedas - secas con importante acción antrópica reflejan las asociaciones polínicas registradas.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Dra Mirta Quattrocchio por la lectura crítica del manuscrito y al C.O.N.I.C.E.T. y la S.G.C.y.T. de la Universidad Nacional del Sur cuyos subsidios permitieron la realización de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- BATTEN, D.J. & GRENHELL, H.R. (1996). Green and blue-green algae. *Botryococcus*. In: J. JANSONIUS & D.C. MCGREGOR (eds). *Palynology: principles and applications*. Am. Assoc. Stratigr. Palynol. Found. 1:205-214.
- BAYON, C. & ZAVALA, C. (1994). Coastal sites in southern Buenos Aires: A review of "Piedras Quebradas". *Quat. south Am. and Antart. Penins.* 10:229-253.
- BIANCHI, M. & D'ANTONI, H. (1986). Deposición del polen actual en los alrededores de Sierra de los Padres (Prov. de Buenos Aires). *Actas del VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. pp. 16-27. Mendoza.
- BIRKS, H.J. & BIRKS, H.H. (1980). *Quaternary Palaeoecology*. Arnold (Pub.) Limited London.
- BORROMEI, A.M. (1992). *Geología y Palinología de los depósitos Cuaternarios en el valle del río Sauce Grande, provincia de Buenos Aires, Argentina*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- BORROMEI, A.M. (1995). *Palinología, estratigrafía y paleoambientes del Pleistoceno Tardío - Holoceno en el valle del río Sauce Grande, provincia de Buenos Aires, Argentina*. *Pole* 7:19-31.
- BORROMEI, A.M. (1998). *Vegetación y clima de Cuaternario tardío en el valle superior del río Sauce Grande, Provincia de Buenos Aires, Argentina*. *Polen* 9:5-15.
- BURGOS, J. (1968). El clima de la provincia de Buenos Aires en relación con la vegetación natural y el suelo. In: A. CABRERA (ed.), *Flora de la Provincia de Buenos Aires*. pp. 4(1):33-39. INTA, Buenos Aires.
- CABRERA, A. (1976). *Regiones Fito geográficas Argentinas*. In: ACME (ed.). *Enciclopedia Argentina de Agronomía y Jardinería*. pp. 2(1):1-85. ACME, Buenos Aires.
- DALE, B. (1976). Cysts formation, sedimentation and preservation: factors affecting dinoflagellate assemblages in recent sediments from Trondheimsfjord, Norway. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 22:39-60.
- DIMBLEBY, G. (1985). The palynology of archaeological sites. *New Phytol.* 56:12-28.
- ERDTMAN, G. (1965). *Pollen and Spore Morphology*. Plant Taxonomy. Gymnosperms and Bryophyta. Almqvist and Wiksell, Stockholm.
- ERIKSON, K.A.; TURNER, B.R. & VOS, R.C. (1981). Evidence of tidal process from the lower part of the witwatersrand Supergroup South Africa. *Sediment. Geol.* 29:309-325.
- FARINATI, E. & ZAVALA, C. (1995). Análisis tafonómico de forosferos y análisis de forosferos.

- cies en la Serie Holocena del río Quequén Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Actas del VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, pp. 117-122. Trelew.
- FIDALGO, F.; COLADO, U. & DE FRANCESCO, F. (1973). Sobre intrusiones marinas cuaternarias en los partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena (Prov. de Buenos Aires). *Actas del V Congreso Geológico Argentino*. pp. 3:227-240. Buenos Aires.
- FRENGUELLI, J. (1928). Observaciones geológicas en la región costanera sur de la provincia de Buenos Aires. *An. Fac. Cienc. Educ.* 2:1-145.
- GIBSON, T.G.; EDWARDS, L.E. & FREDERIKSEN, N.O. (1980). Biological interpretation of depositional environment in lower Paleogene strata. *GSA'80, Atlanta - Field Trip*: 20.428-431.
- GORDON, A.D. & BIRKS, H.J.B. (1972). Numerical methods in Quaternary palaeoecology. I. Zonation of pollen diagrams. *New phytol.* 71:961-979.
- GRILL, S.C. (1993). *Estratigrafía y paleoambientes del Cuaternario en base a palinomorfos, en la cuenca del arroyo Napostá Grande, provincia de Buenos Aires*. Tesis doctoral pp. 145. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- GRILL, S.C. (1995). Análisis palinológico de un perfil cuaternario en la cuenca del arroyo Napostá Grande, localidad: García del Río, provincia de Buenos Aires. *Actas de las VI Jornadas Geológicas Bonaerenses*, pp. 1:99-107. Junín.
- GRILL, S.C. (1997). *Palinología de un perfil cuaternario en el valle del arroyo Napostá Grande, provincia de Buenos Aires*. Argentina. *Polen* 8:23-40.
- GRILL, S.C. & GUERSTEIN, G.R. (1995). Estudio palinológico de sedimentos superficiales en el estuario de Bahía Blanca, Buenos Aires (Argentina). *Polen* 7:40-49.
- GRILL, S. & QUATTROCCHIO, M. (1996). Fluctuaciones eustáticas durante el Holoceno a partir del análisis de palinomorfos. Localidad: Grümbein. Sur de la provincia de Buenos Aires. *Ameghiniana* 33(4):435-442.
- HEUSSER, C.J. (1971). *Pollen and spores of Chile. Modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae*. The University of Arizona Press, Tucson.
- HEUSSER, L. & STOCK, C. (1984). Preparation techniques for concentrating pollen from marine sediments and other sediments with low pollen density. *Palynol.* 8:225-227.
- HEWARD, A.P. (1981). A review of wave - dominated clastic shoreline deposits. *Earth Sci. Rev.* 17:223-276.
- HOROWITZ, A. (1992). *Palynology of arid lands*. Elsevier Sci. Pub., Amsterdam.
- MAC CARTHY, F.; MUDIE, P. & GOSTLIN, K. (1999). *What do palynological records record? Program and Abstract 32 nd Annual Meeting The American Association of Stratigraphic Palynologists, Inc.* pp. 28. Edited by F.J. Rich and J.H. Danell II. Savannah, Georgia.
- MARKGRAF, V. & D'ANTONI, H. (1978) *Pollen flora of Argentina*. Univ. Arizona Press, Tucson.
- MARTÍNEZ, D. & GUTIERREZ TELLEZ, B. (1998). *Asociación de Ostrácodos y Diatomeas del Cuaternario de un ambiente transicional del río Quequén Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina*. *Actas del VII Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. pp. 36. Bahía Blanca.
- PALS, J.P.; VAN GEEL, B. & DELFOS, A. (1980). Paleocology studies in the Klokkeweel bog near Hoogkarspel (Prov. Of Noord Holland). *Rev. Paleobot. Palynol.* 30:371-418.
- POSAMENTIER, H.W. & ALLEN, G.P. (1993). Variability of the sequence stratigraphic model: effects of local basin factors. *Sediment. Geol.* 86:91-109.
- PRIETO, A. (1989). *Palinología de Empalme Querandíes, provincia de Buenos Aires - Un modelo paleoambiental para el Pleistoceno tardío - Holoceno*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata.

- PRIETO, A. (1996). Late Quaternary vegetational and climatic changes in the Pampa grassland of Argentina. *Quat. Res.* 45:73-88.
- RABASSA, J. (1989). **Geología de depósitos del Pleistoceno Superior y Holoceno en las cabeceras del río Sauce Grande, provincia de Buenos Aires.** Actas de las I Jornadas Geológicas Bonaerenses. pp. 765-790. Tandil.
- SARJEANT, W.; LACALLI, T. & GAINES, G. (1987). The cysts and skeletal elements of dinoflagellates: speculation on the ecological causes for their morphology and development. *Micropaleontol.* 33:1-36.
- STAPLIN, FL.; JANSONIUS, J. & POCOCK, S.A.J. (1965). Evaluation of some Acritarchous Hystriospheres Genera. *Neues Jahrb. Palaeontol. Abh.* 123(2):167-201.
- WALL, D.; DALES, B.; LOHMANN, G.P. & SMITH, W. (1977). The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern sediments from regions in the North and South Atlantic Oceans and adjacent seas. *Mar. Micropaleontol.* 2:121-200.
- VAN GEEL, B.; HALLEWAS, D.P. & PALS, J.P. (1983). A late Holocene deposit under the Westfriese Zeedijk near Enkhuizen (prov. Of Noord-Holland, the Netherlands): palaeoecological and archaeological aspects. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 38:269-335.
- VAN GEEL, B.; COOPE, G.R. & VAN DER HAMMEN, T. (1989). Palaeoecology and stratigraphy of the Lateglacial type section at Usselo (The Netherlands). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 60:25-129.
- VERETTONI, H. (1961). **Las asociaciones halófilas del partido de Bahía Blanca.** Comisión Ejecutiva 150 aniversario de la Revolución de Mayo. Bahía Blanca.
- VERETTONI, H. & ARAMAYO, E. (1976). **Las comunidades vegetales de la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires).** Vol. 8 Serie Fitogeográfica. La vegetación de la República Argentina. Inta, Buenos Aires.
- WALL, D.; DALES, B.; LOHMANN, G.P. & SMITH, W. (1977). The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern sediments from regions in the North and South Atlantic Oceans and adjacent seas. *Mar. Micropaleontol.* 2:121-200.
- ZAVALA, C. & QUATTROCCHIO, M. (2001). Estratigrafía y evolución geológica del río Sauce Grande (Cuaternario), provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Asoc. Geol. Argent.* 56(1): 25-37.