

## Cambios de la vegetación durante el Holoceno en el SE de la provincia de Buenos Aires: análisis polínico del arroyo La Ballenera

Silvina STUTZ<sup>1,3</sup>, Aldo R. PRIETO<sup>1,3</sup> y Federico I. ISLA<sup>2,3</sup>

**Abstract.** VEGETATIONAL CHANGES DURING THE HOLOCENE IN THE SE OF BUENOS AIRES PROVINCE: POLLEN ANALYSIS AT LA BALLENERA CREEK. With the aim to study the vegetational changes related to the variations of sea level during the Holocene in the SE of Buenos Aires province, Argentina, a palynological study was performed at an exposed profile at La Ballenera creek (38° 19'S, 57° 57'W). The 230 cm long sediment profile dated in 6790 yr B.P. near the base and in 4120 yr B.P. at the top with an intermediate date of 6120 yr B.P. produced a pollen and stratigraphic record. Five zones are distinguished in the profile. The lowermost zone, before 6790 yr B.P., represents regional vegetation dominated by Poaceae and without marine influence. The sediments consist of massive muds, rich in organic matter and very fine sands. After 6790 yr B.P. began the marine influence suggested by the first appearance of marine elements (acritarchs) and the increasing values of Chenopodiineae. The sediments become rich in medium and coarse sands and contain fossiliferous layers (*Littoridina* sp.). Then a fresh water input is suggested by the high values of Cypereaceae. Between ca. 6200 and ca. 5500 yr B.P. the marine elements continue increasing, suggesting a great marine influence. A halophilous community dominated by Chenopodiineae and the aquatics *Ruppia* and *Botryococcus* indicate brackish conditions. Towards ca. 5000 yr B.P. the Chenopodiineae reach the highest values indicating a salt marsh vegetation. The greatest marine influence occurs between ca. 5000 and 4100 yr B.P., characterized by the highest values of marine elements. At the end of the profile the increasing of Chenopodiineae suggests again the establishment of the salt marsh community.

**Key words.** Pollen. Vegetation. Sea level change. Holocene. Argentina.

**Palabras clave.** Polen. Vegetación. Cambios del nivel del mar. Holoceno. Argentina.

### Introducción

El Holoceno ha sido un momento especial de cambio ambiental durante el cual se produjeron oscilaciones del nivel del mar. En el Hemisferio Sur, en particular en el litoral atlántico bonaerense se registran evidencias de un máximo transgresivo a los 6.500-6.000 años A.P. con un aumento del nivel del mar de 2-2,5 m por encima del nivel actual (Isla, 1989). Las variaciones del nivel del mar originaron lagunas costeras y barreras en el NE de la provincia de Buenos Aires y en el SE el ciclo transgresivo-regresivo quedó representado en secuencias sedimentarias estuáricas de arroyos y de lagunas (Isla *et al.*, 1996). Estos cambios en el ambiente provocaron cambios en la vegetación costera evidenciados a partir

del análisis polínico de secuencias sedimentarias estratificadas (por ejemplo, Nieto y D'Antoni, 1985; Grill, 1993).

En este trabajo se estudiaron los cambios de la vegetación en relación a las variaciones del nivel del mar durante el último ciclo transgresivo - regresivo del Holoceno en el SE de la provincia de Buenos Aires a partir del análisis polínico de un perfil sedimentario en el arroyo La Ballenera (38° 19'S, 57° 57'O). Esta secuencia sedimentaria corresponde al ciclo Querandinense-Platense y se apoya sobre depósitos asignados al Lujanense (Frenguelli, 1928).

### Materiales y métodos

El perfil estudiado está ubicado sobre la margen izquierda del arroyo La Ballenera, a 300 m de su desembocadura en el mar (figura 1) y tiene una potencia de 230 cm. Presenta en la base un horizonte limo-arcilloso negro, rico en materia orgánica de 55 cm de espesor, datado en 6.790 ± 90 años A.P. sobre el que se apoya una sucesión de sedimentos arcillo-arenosos y arcillo-limosos de 130 cm de espesor que pose-

<sup>1</sup>Laboratorio de Paleocología y Palinología, Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3250, 7600 Mar del Plata, Argentina.

<sup>2</sup>Centro de Geología de Costas y del Cuaternario. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350, 7600 Mar del Plata, Argentina.

<sup>3</sup>CONICET.

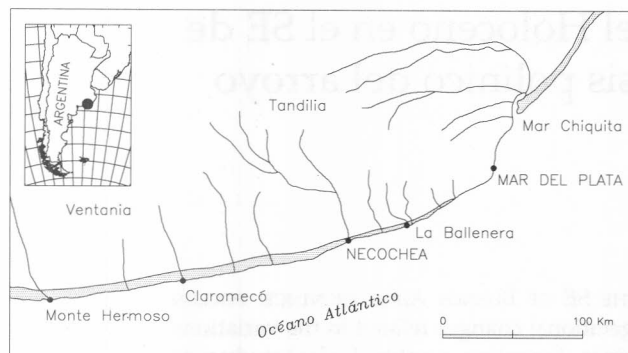


Figura 1. Mapa de ubicación de perfil del arroyo La Ballenera. / Location map of La Ballenera creek profile.

en niveles de conchillas (*Littoridina* sp. y otros gasterópodos), que fueron datadas en  $6.120 \pm 80$  años A.P. y  $4.120 \pm 60$  años A.P. (figura 2). La secuencia se completa con un depósito eólico de arena fina de 45 cm de espesor. El muestreo palinológico se realizó cada 5 cm entre los 45 cm y la base del perfil, y cada 2 cm entre los 144 y 155 cm (figura 3). Se procesaron 10 gramos de sedimento de cada muestra y previo a los tratamientos físico-químicos se agregaron cinco pastillas de *Lycopodium clavatum* para calcular los valores de concentración polínica en granos por gramo de sedimento seco (Stockmarr, 1971). La extracción físico-química de los granos de polen, esporas y elementos marinos se realizó según las técnicas de rutina (Gray, 1965; Faegri e Iversen, 1989): defloculación de arcillas con  $PO_4Na$  5%, eliminación de ácidos húmicos con KOH 10% a 100°C, eliminación de  $CO_2Ca$  con HCl 10%, separación con líquidos pesados ( $ZnCl_2$ ) y eliminación de silicatos con HF. Para preservar los elementos marinos se utilizó HCl en frío y no se realizó acetólisis (Dale, 1976).

El recuento de granos de polen, esporas y elementos marinos se realizó con un microscopio Olympus BH2 con un aumento final de 1000x. Las sumas polínicas variaron entre 200 y 3.300 granos. Los porcentajes se calcularon sobre una suma total que incluyó polen más los elementos marinos. La zonación del perfil se realizó mediante cluster analysis con el programa TILIA versión 1.12 desarrollado por E. Grimm. Para este análisis sólo se consideraron los tipos polínicos y de éstos sólo los que superaron el 2% en por lo menos tres muestras.

Para calcular edades intermedias se asumió una

tasa de sedimentación constante utilizando como referencia los niveles datados (figura 3).

## Resultados

Los resultados se presentan en un diagrama que incluye los principales tipos polínicos y la relación polen *versus* elementos marinos (acritarcos y dinoflagelados) en porcentaje y los valores de concentración polínica total (granos/g). El análisis de cluster permitió dividir al perfil en cinco zonas polínicas (figura 3):

**Zona LB1:** Anterior a los 6.790 años A.P. El espectro está dominado por Poaceae (65-85%) acompañada por Asteraceae (4-12%), Cichorioideae (2-8%) y Papilionoideae (< 5%) que presentan los mayores valores del todo el perfil. Otros tipos presentes son Chenopodiineae (< 8%), Cyperaceae (< 4%) y Apiaceae (< 4%). Los valores de concentración polínica son los más bajos del perfil, entre 1.500 y 7.300 granos/g.

**Zona LB2:** Entre 6.790 y ca. 6.200 años A.P. El espectro está caracterizado por Cyperaceae, Chenopodiineae y Poaceae. Cyperaceae incrementa sus valores desde 2% a 80% hacia el tope de la zona, siendo éstos los mayores del perfil. Chenopodiineae fluctúa entre 4% y 62% y Poaceae disminuye hacia el tope (40-8%). Los demás tipos polínicos tienen valores menores de 10%. Aparece *Ruppia* (17%). Hacia el tope aparecen *Botryococcus* (12%) y los primeros elementos marinos (23%). Los valores de concentración polínica aumentan desde 23.000 a 125.000 granos/g con un valor extremo de 295.000 granos/g.

**Zona LB3:** Entre ca. 6.200 y ca. 5.500 años A.P. Está caracterizada por Chenopodiineae (28-45%), Poaceae (15-22%), *Botryococcus* (18%) y *Ruppia* (hasta 30%). Cyperaceae decrece hasta 6%. Otros tipos presentes son Asteraceae (< 6%), Apiaceae (< 5%) y Cichorioideae (< 0.5%). *Typha* aparece hacia el tope de la zona con valores de 5%. Los elementos marinos se mantienen con valores hasta 17%. La concentración polínica se mantiene con valores altos y constantes, entre 50.000 y 93.000 granos/g.

**Zona LB4:** Entre ca. 5.500 y ca. 4.800 años A.P. Está caracterizada por los mayores valores de Chenopodiineae (20-70%) y de *Typha* (< 5%), acompañados por Poaceae (3-30%), Cyperaceae (< 10%), Asteraceae (< 4%) y Apiaceae (< 3%). *Ruppia* y *Botryococcus* desaparecen al inicio de esta zona. Los elementos marinos incrementan sus valores hasta 64%. Los valores de concentración polínica decrecen desde 52.000 granos/g en la base hasta 2.000 granos/g en el tope de la zona.

**Zona LB5:** Entre ca. 4.800 y ca. 4.000 años A.P. Está caracterizada por Chenopodiineae (8-40%) y por los mayores valores de los elementos marinos (50-90%). Los demás tipos polínicos presentan valores inferiores a 10%. Los valores de concentración polínica

son bajos, entre 3.000 y 14.000 granos/g, excepto en la última muestra que alcanza 56.000 granos/g.

## Discusión

Del análisis se evidencian cinco momentos de cambios en las comunidades vegetales en el área del arroyo La Ballenera en relación con las variaciones del nivel del mar durante el Holoceno.

Con anterioridad a los 6.790 años A.P. el espectro polínico refleja una comunidad dominada por Poaceae asociada con otros tipos polínicos regionales como Asteraceae, Cichorioideae y Papilionoideae, sin elementos marinos. El depósito sedimentario consiste en un fango negro-azulado sin estructura y rico en materia orgánica y arenas finas de características subácueas que correspondería al máximo de turbidez. Tanto las evidencias palinológicas como sedimentarias indican un ambiente netamente continental sin influencia marina.

Con posterioridad a los 6.790 años A.P. hay un cambio brusco en el registro polínico y sedimentario. Los sedimentos contienen mayor proporción de arenas gruesas, niveles de conchilla con *Littoridina* sp. y laminaciones finas que evidencian procesos de decantación de sedimentos en suspensión y transporte por tracción de arenas (laminación ondulada o "wavy") de características de planicies intermareales.

Entre los 6.790 y ca. 6.200 años A.P. aparecen en el espectro polínico los primeros elementos marinos, representados solamente por acritarcos que sugieren el inicio de la influencia marina dentro del arroyo. Esto también se refleja por el incremento de los valores de Chenopodiineae que indican el desarrollo de una comunidad halófila sobre terrenos salobres y por la aparición de la acuática *Ruppia* que sugiere un aumento relativo de la salinidad al inicio de la zona LB2. Cuando ésta se desarrolla en ambientes costeros marítimos, crece en la zona intermareal y a profundidades someras (Verhoeven, 1979). Durante este lapso también se desarrolla una comunidad palustre dulceacuícola indicada en el espectro por el incremento de los valores de Cyperaceae que llegan hasta 70%. Estos cuerpos de agua dulce podrían haberse generado

por desbordes y encharcamientos producidos por un cambio del nivel de base del arroyo como consecuencia del aumento del nivel del mar. Por otra parte, un incremento de las precipitaciones durante este tiempo en la estepa pampeana (Prieto, 1996) podría ser la causa de una mayor disponibilidad de agua en el área que favoreció el desarrollo de cuerpos de agua dulce.

Entre los ca. 6.200 y los ca. 5.500 años A.P. la comunidad dulceacuícola es reemplazada por una comunidad halófila. *Ruppia* y *Botryococcus* presentan su mayor desarrollo y los elementos marinos (acritarcos y los primeros dinoflagelados) incrementan sus valores, sugiriendo un mayor aporte de agua salobre en el área del arroyo.

Entre ca. 5.500 y ca. 4.800 años A.P. se registra una mayor influencia del agua de mar indicada por el aumento de los valores de los elementos marinos (acritarcos y mayor proporción de dinoflagelados) que alcanzan hasta 60%. La vegetación es característica de un ambiente de marisma como lo sugieren los máximos valores de Chenopodiineae, similares a los que caracterizan actualmente la marisma de la laguna de Mar Chiquita (Stutz, 1996), asociada a cuerpos de agua dulce de baja profundidad, sugeridos por la presencia de *Typha* y Cyperaceae. La desaparición de *Ruppia* y de *Botryococcus* indican un incremento relativo de la salinidad del agua.

Entre ca. 4.800 y 4.120 años A.P. los máximos valores de los elementos marinos (acritarcos y dinoflagelados), hasta 90% y los valores de Chenopodiineae, similares a los de las muestras actuales del fondo de la laguna de Mar Chiquita (Stutz, 1996), indican la mayor influencia marina dentro del valle del arroyo. Hacia el final del registro la disminución de los elementos marinos y el incremento de Chenopodiineae sugieren el reestablecimiento de la vegetación de marisma.

Los valores de concentración polínica registrados con anterioridad a los 6.790 años A.P. y posteriores a los ca. 5.300 años A.P. sugieren un crecimiento rápido del depósito sedimentario. Al inicio de la zona LB2 se registra una brusca fluctuación en los valores de concentración, coincidentes con el mayor cambio vegeta-

Edad 14C (años A.P.)	Profundidad (cm)	Material datado	Laboratorio N°
4120 ± 60	45 - 55	conchillas	LP - 743
6120 ± 80	129 - 135	conchillas	LP - 729
6790 ± 90	175 - 185	materia orgánica	LP - 822

Figura 2. Dataciones radiocarbónicas del perfil del arroyo La Ballenera / Radiocarbon dates of the La Ballenera profile.

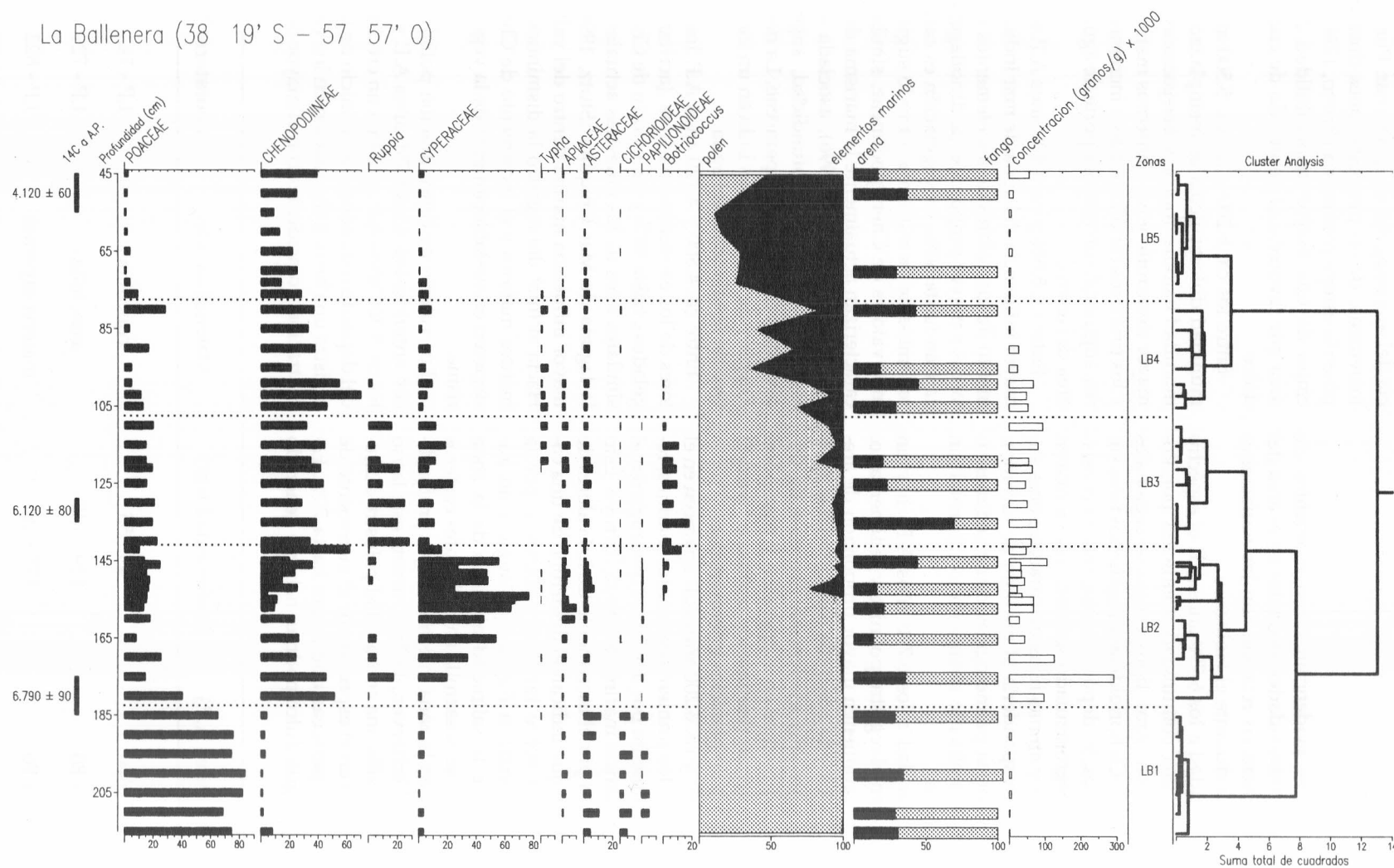


Figura 3 Diagrama polínico y de elementos marinos en porcentaje del perfil La Ballenera (figura 1), incluye dataciones radiocarbónicas (años A.P.), concentración polínica total (granos/g), relación arena-fango en porcentaje y zonas polínicas. / Fossil pollen and marine elements diagram at La Ballenera (figure 1) in percentage, including radiocarbon-dated horizons (yr B.P.), total pollen concentrations (gr/g), sand-mud ratio in percentage and pollen zones.

cional y sedimentológico. Entre los ca. 6.600 y los 5.300 años A.P. los valores sugieren una tasa constante de sedimentación.

## Conclusiones

Los conjuntos polínicos reflejan los cambios de las comunidades vegetales en relación a las variaciones relativas del nivel del mar durante el Holoceno en el área del arroyo La Ballenera.

Estas variaciones del nivel del mar provocaron cambios en las comunidades vegetales locales, que se sucedieron a medida que cambiaron las condiciones locales del ambiente.

La máxima influencia marina en el arroyo La Ballenera se registra entre los 5.000 y 4.100 años A.P.

## Agradecimientos

A M. Quattrocchio y W. Volkheimer por las sugerencias aportadas en calidad de árbitros. Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Nacional de Mar del Plata (E039/97 y E037/97) y FONCYT 1617. M. Farenga realizó el mapa de ubicación.

## Bibliografía

- Dale, B. 1976. Cyst formation, sedimentation and preservation: factors affecting dinoflagellate assemblages in recent sediments from Trøndheimsfjord, Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology* 22: 39-60.
- Fægri, K. e Iversen, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. IV Edition K. Fægri, P.E. Kaland and K. Krzywinski. John Willey and Sons: 328 p.

- Frenguelli, J. 1928. *Observaciones geológicas en la región costanera sur de la provincia de Buenos Aires*. Universidad Nacional del Litoral, Facultad Ciencias Educación; Anales II (Santa Fe) Sección Historia y Geografía: 145 p.
- Gray, J. 1965. Palynological techniques. En: B. Kummel y D. Raup, (Eds.) *Handbook of Paleontological Techniques*, Freeman and Co., San Francisco/London. pp. 471-481.
- Grill, S. 1993. [Estratigrafía y Paleoambientes del Cuaternario en base a palinomorfos en la cuenca del arroyo Napostá Grande, provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. Inédito].
- Isla, F. I. 1989. The Southern Hemisphere sea level fluctuation. *Quaternary Science Reviews* 8: 359-368.
- Isla, F. I. Cortizo, L.C. y Schnack, E. 1996. Pleistocene and Holocene beaches and estuaries along the southern barrier of Buenos Aires, Argentine. *Quaternary Science Reviews* 15: 833-841.
- Nieto, M.A. y D'Antoni, H.L. 1985. Pollen analysis of sediments of the Atlantic shore of Mar Chiquita (Buenos Aires Province, Argentina). *Zentralblatt fuer Geologie und Palaeontologie* 1: 1731-1738.
- Prieto, A. R. 1996. Late Quaternary vegetational and climatic changes in the Pampa grassland of Argentina. *Quaternary Research* 45: 73-88.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen Spores* 13: 615-621.
- Stutz, S. 1996. [Evolución comparada de las lagunas Mar Chiquita y Los Hinojales (pcia. de Buenos Aires): Reconstrucción de la historia de la vegetación durante el Holoceno. Informe Final, Beca de Iniciación, CONICET. Inédito. 42 p.]
- Verhoeven, J.T.A. 1979. The ecology of *Ruppia*-dominated communities in Western Europe. I. Distribution of *Ruppia* representatives in relation to their autoecology. *Acuatic Botany* 6:197-268.

**Recibido:** 1 de agosto de 1998

**Aceptado:** 26 de febrero de 1999