



Historia de la vegetación en relación con la evolución geomorfológica de las llanuras costeras del este de la provincia de Buenos Aires durante el Holoceno

Isabel VILANOVA^{1,2}, Aldo R. PRIETO^{1,2} y Silvina STUTZ¹

Abstract. VEGETATION HISTORY RELATED TO THE GEOMORPHOLOGICAL EVOLUTION OF THE EASTERN COASTAL PLAINS OF BUENOS AIRES PROVINCE DURING THE HOLOCENE. Changes in vegetation communities of the eastern coastal plains of Buenos Aires Province during the Holocene were reconstructed based on the comparison of palynological records from two radiocarbon dated cores located north (T9-1, 36° 45' S; 56° 37' W) and south (La Lagunita, 37° 43' S; 57° 21' W) of Villa Gesell headland. Between 5,400 and 3,300 ¹⁴C yr B.P. pollen records suggest the development of similar mosaics of halophytic-psammophytic communities at both sites, on tidal plains related to littoral barriers prograding simultaneously to the north and south of the Villa Gesell headland during the regressive event when sea level was stabilized. The Poaceae/Chenopodiaceae index (PCI) fluctuations suggest environmental instability as a consequence of barriers changes. From ca. 3,300 ¹⁴C yr B.P. vegetation communities changed and differentiated at both sides of Villa Gesell headland simultaneously with the stabilization of the environments during the sea level regression, as it is reflected by a change in PCI with similar values and sign. To the north, at ca. 3,300 ¹⁴C yr B.P. the mosaic of halophytic-psammophytic communities from environments associated to the barrier was replaced by a community placed on stabilized sand dunes associated with the advance toward the north of beach ridges of the barrier. To the south, at ca. 2,500 ¹⁴C yr B.P. halophytic communities dominated by Chenopodiaceae were established reaching a higher development in a sheltered salt marsh and coastal lagoon environment, delimited by the rapid southwest progradation of the barrier.

Resumen. Se reconstruyeron los cambios de las comunidades vegetales de las llanuras costeras del este de la provincia de Buenos Aires durante el Holoceno a partir de la comparación de registros palinológicos provenientes de dos testigos datados ubicados al norte (T9-1, 36° 45' S; 56° 37' O) y al sur (La Lagunita, 37° 43' S; 57° 21' O) de la Paleopunta Villa Gesell. Entre 5.400 y 3.300 ¹⁴C años A.P. los registros palinológicos sugieren el desarrollo de mosaicos de comunidades halófitas-psammófitas semejantes en ambos sitios sobre llanuras de mareas relacionadas con la progradación simultánea de barreras litorales hacia el norte y hacia el sur de la Paleopunta Villa Gesell durante un periodo de estabilidad del nivel del mar durante el evento regresivo. Las fluctuaciones del índice Poaceae/Chenopodiaceae (IPC) evidencian la inestabilidad del ambiente como consecuencia de las modificaciones de las barreras. A partir de ca. 3.300 ¹⁴C años A.P. las comunidades vegetales cambiaron y se diferenciaron a ambos lados de la Paleopunta Villa Gesell simultáneamente con la estabilización de los ambientes, reflejado por un cambio en el IPC con valores semejantes y del mismo signo. Al norte, ca. 3.300 ¹⁴C años A.P. el mosaico de comunidades halófitas-psammófitas de ambientes asociados a la barrera fue reemplazado por una comunidad de médanos estabilizados asociados con el avance hacia el norte de las crestas de playa de la barrera. Al sur, ca. 2.500 ¹⁴C años A.P. se establecieron comunidades halófitas dominadas por Chenopodiaceae, que alcanzaron su mayor desarrollo en una marisma protegida y un ambiente albuférico de laguna costera, delimitados por la rápida progradación de la barrera hacia el sur-oeste.

Key words. Holocene. Pollen records. Argentina. Buenos Aires. Coastal plains. Sea level.

Palabras clave. Holoceno. Registros polínicos. Argentina. Buenos Aires. Llanuras costeras. Nivel del mar.

Introducción

La transgresión post glacial afectó una amplia área de terrenos ubicados en cotas menores de 5 m s.

n. m. en el noreste y este de la provincia de Buenos Aires de manera tal que la línea de costa se ubicó en promedio ca. 30 km al oeste de la actual costa del Océano Atlántico (*e.g.*, Codignotto y Aguirre, 1993; Violante *et al.*, 2001) (figura 1.A). La línea de costa para el máximo transgresivo del Holoceno está marcada por un resalto de pendiente de ca. 1 m de altura que separa la llanura costera de los terrenos ubicados por encima de los 5 m s. n. m. (Violante *et al.*, 2001). Entre la localidad de Villa Gesell y la laguna Mar Chiquita (Buenos Aires), el límite del máximo transgresivo estaba representado por un paleocantilado

¹Laboratorio 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.

²CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas).

ivilanov@mdp.edu.ar, aprieto@mdp.edu.ar, smstutz@mdp.edu.ar

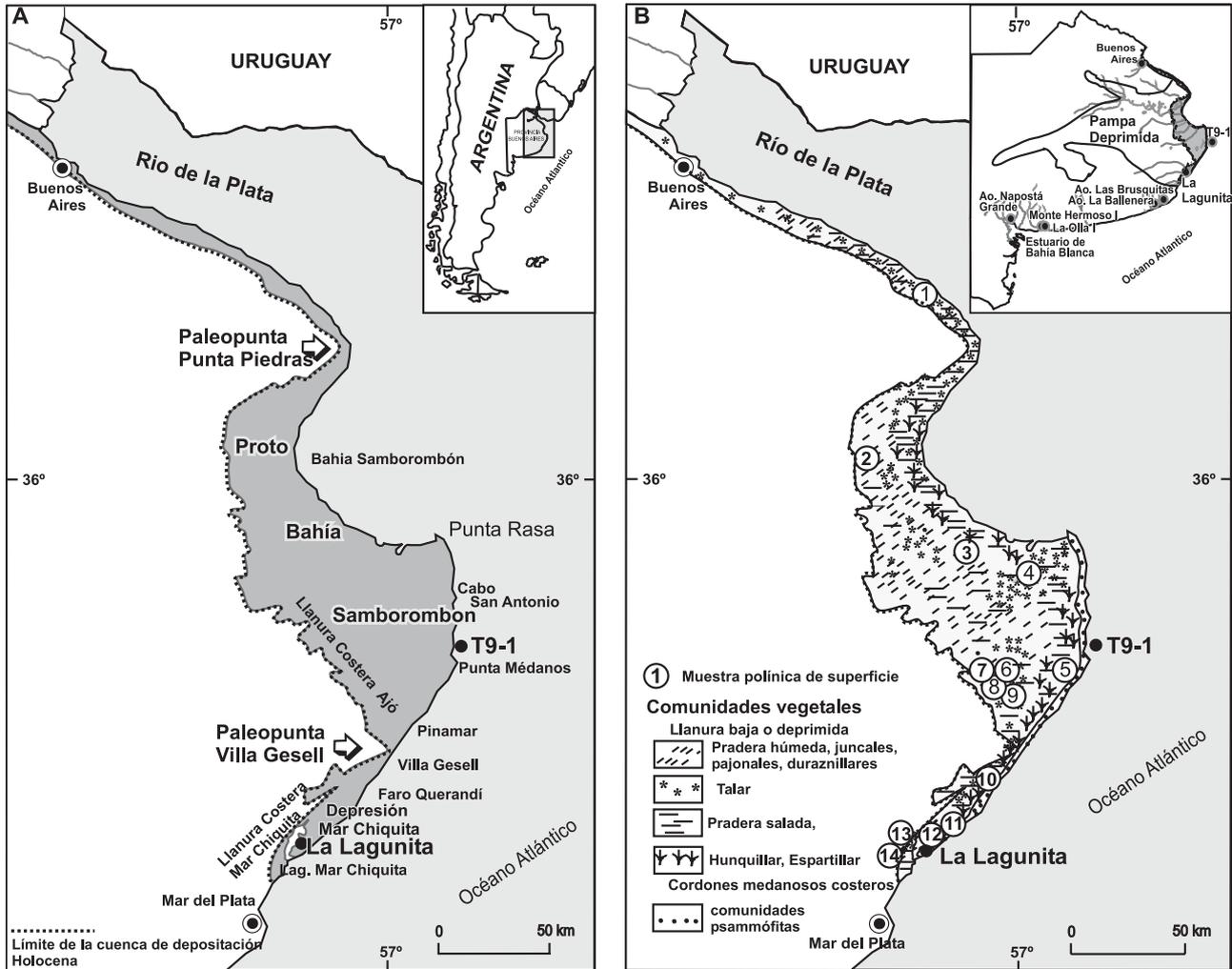


Figura 1. A, Mapa de ubicación de los testigos T9-1 y La Lagunita y rasgos geomorfológicos regionales. El área sombreada corresponde a la llanura costera (modificado de Violante y Parker, 2000; Violante *et al.*, 2001) / *location map of T9-1 and La Lagunita cores and regional geomorphologic features. Shaded area corresponds to the coastal flood plain (modified from Violante and Parker, 2000; Violante et al., 2001).* **B**, Comunidades vegetales de la llanura costera (modificado de Vervoort, 1967) y ubicación de las muestras polínicas de superficie / *plant communities of coastal flood plain (modified from Vervoort, 1967) and location of surface pollen samples.*

que era superado esporádicamente a través de canales. Como resultado, el mar inundó las zonas ubicadas por detrás del paleoacantilado y se formaron llanuras de mareas hacia el norte (Violante, 1992), mientras que los cuerpos de agua dulce ubicados hacia el sur se salinizaron (Prieto *et al.*, 1998; Stutz *et al.*, 2002).

El nivel del mar alcanzó una altura similar a la actual a los *ca.* 7.000 años A.P. y para ese momento las Paleopuntas Villa Gesell y Punta Piedras constituían los rasgos sobresalientes de la costa (Violante y Parker, 2000; Violante *et al.*, 2001; Cavallotto *et al.*, 2004) (figura 1.A). La Paleopunta Villa Gesell actuó como punto de divergencia en la dirección de la deriva litoral y permitió el desarrollo de barreras regresivas a partir de los 6.000 años A.P. Durante el evento regresivo, caracterizado por un descenso gradual del nivel del mar y un período de estabilización entre

ca. 5.000 y 3.500 años A.P. (Cavallotto *et al.*, 2004) predominó, a nivel regional, el transporte de sedimentos hacia el norte y una re-orientación de la línea de costa (Violante y Parker, 2004). Detrás de las barreras regresivas se desarrollaron ambientes protegidos tales como playas interiores, lagunas costeras y albuferas, que dieron origen a la proto-bahía Samborombón en el norte y a la proto-laguna Mar Chiquita en el sur (figura 1.A). A partir de *ca.* 3.000 años A.P. la configuración de la proto-bahía Samborombón sufrió la influencia de un gran aporte de sedimentos fluviales como consecuencia del avance hacia el sur del sistema deltaico del Río de la Plata (Violante *et al.*, 2001).

El análisis de varios registros palinológicos fósiles de las regiones costeras del sudeste y sudoeste de la provincia de Buenos Aires entre 37° y 40° S (figura 1.B) mostró que las comunidades vegetales evolucionaron

narón bajo la influencia de las fluctuaciones del nivel del mar y de los procesos costeros que se produjeron durante el Holoceno (arroyo Las Brusquitas, Vilanova *et al.*, 2006; arroyo La Ballenera, Stutz *et al.*, 1999; La Lagunita, Mar Chiquita, Stutz *et al.*, 2006; estuario de Bahía Blanca, Borel, 2003; arroyo Napostá Grande y Monte Hermoso I, Quattrocchio *et al.*, 1998; La Olla 1, Fontana, 2004). En cambio, no existen estudios palinológicos que contribuyan a la reconstrucción paleoambiental del sector noreste y este de la provincia de Buenos Aires comprendido entre 34° y 37° S, si bien las principales condiciones paleoambientales y paleoecológicas de las llanuras costeras del área relacionadas con las fluctuaciones del nivel del mar durante el Holoceno han sido establecidas a partir de estudios geológicos, sedimentológicos, estratigráficos (*e.g.*, Fidalgo *et al.*, 1973; Codignotto y Aguirre, 1993; Isla, 1998; Violante *et al.*, 2001; Violante y Parker, 2004) y malacológicos (Aguirre, 1993, 1994).

El objetivo de este trabajo es establecer la historia de las comunidades vegetales en relación con la evolución geomorfológica de las llanuras costeras del este de la provincia de Buenos Aires durante el Holoceno. Con tal fin, se realizó el análisis palinológico de un testigo sedimentario (T9-1) ubicado en la plataforma interior al norte de la Paleopunta Villa Gesell y se comparó con el registro palinológico de un testigo de la laguna Mar Chiquita (La Lagunita, 37° 43' S; 57° 21' O, Stutz y Prieto, 2003) tomado al sur de dicha Paleopunta.

Características del área de estudio

Rasgos geomorfológicos

La llanura costera marginal del este bonaerense forma parte de la Pampa Deprimida (figura 1.B). Desde el punto de vista morfológico, en la llanura costera se diferencian la cadena de médanos costeros y la llanura baja o deprimida (Violante *et al.*, 2001). Esta última presenta un relieve plano con escasas variaciones topográficas que no superan los 5 m s. n. m, con lagunas y cañadas distribuidas en las zonas bajas. Entre el norte de la Bahía Samborombón y la laguna Mar Chiquita se destacan tres rasgos geomorfológicos: islas barreras, barreras y espigas litorales y marismas y planicies de mareas (Codignotto y Aguirre, 1993). Los suelos son azonales en la mayoría de los casos y se componen de un mosaico de complejos halo-hidromórficos y asociaciones fuertemente influenciadas por inundaciones (Perelman *et al.*, 2001) mientras que las partes altas presentan suelos zonales bien drenados. Hacia el este, la llanura baja o deprimida limita con una cadena de médanos litora-

les costeros con cordones de hasta 3 km de ancho que se extiende desde Punta Rasa hasta la laguna Mar Chiquita (Barrera Medanosa Oriental, Isla y Espinosa, 1995). El margen continental está representado por una zona litoral formada por playas arenosas de poca pendiente y por la plataforma interior, de gran extensión y pendiente suave (Parker y Violante, 1982).

Vegetación

La vegetación de la llanura costera constituye una porción de los pastizales pampeanos de la Pampa Deprimida (figura 1.B), caracterizados por su heterogeneidad florística y ecológica, determinada principalmente por la topografía, la profundidad del nivel freático, el tipo de sustrato y la salinidad (León, 1991; Perelman *et al.*, 2001). Los pastizales ocupan una superficie importante de la Pampa Deprimida a pesar de haber sido disturbados durante los últimos siglos por actividades antrópicas (León y Burkart, 1998). Estos pastizales se componen predominantemente de gramíneas de los géneros *Stipa*, *Paspalum*, *Aristida*, *Botriochloa*, *Piptochaetium*, *Panicum*, *Sporobolus*, *Poly-pogon* y *Poa* (León, 1991).

La vegetación de la llanura baja o deprimida se caracteriza principalmente por comunidades edáficas o azonales tales como praderas saladas, espartillares, hunquillares, praderas húmedas, juncales, pajonales y duraznillares (tabla 1, figura 1.B). Estas comunidades alternan espacialmente en forma de mosaico sin límites precisos, con distintos diseños y proporciones variables (Vervoorst, 1967; Burkart, 1990). En los lugares más elevados, sobre cordones de conchillas y médanos antiguos, se desarrolla la comunidad extrazonal del Talar. Esta comunidad está dominada por *Celtis tala* Gill, *ex* Planch y se distribuye en una faja estrecha e isletas anchas a lo largo de la costa atlántica desde el noreste de la provincia de Buenos Aires hasta los 38° S (tabla 1, figura 1.B). A medida que aumenta la latitud se empobrece florísticamente hasta constituir bosques monoespecíficos en el área de la laguna Mar Chiquita (Cabrera, 1976). Sobre los cordones medanosos costeros se desarrollan principalmente comunidades psammófitas (tabla 1, figura 1.B).

Relación polen-vegetación actual

El mosaico de comunidades vegetales de la llanura baja o deprimida y las comunidades de los cordones medanosos están reflejados por el espectro polínico de superficie (figura 2). Las comunidades hidrófitas (muestras 2, 3, 4, 7, 8, 13) están caracterizadas

Tabla 1. Comunidades vegetales de la llanura costera (Pampa Deprimida) / *plant communities from coastal flood plain (Flooding Pampa)* (Vervoorst, 1967; Cabrera, 1976; León, 1991; Stutz y Prieto, 2003).

| | Vegetación | Descripción |
|--------------------------------|-------------------------------------|---|
| LLANURA | Pradera salada | Comunidad halófila de suelos y pantanos salados compuesta principalmente por <i>Distichlis spicata</i> L. Greene, <i>D. scoparia</i> Kunth Arech y <i>Sarcocornia perennis</i> Mill. A.J. Scott |
| | Hunquillar | Comunidad halófila de suelos salados arenosos dominada por <i>Juncus acutus</i> L. |
| | Espartillar | Comunidad halófila de suelos salados húmedos caracterizada por <i>Spartina densiflora</i> Blong., <i>S.alterniflora</i> Lois, <i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene y <i>Sarcocornia perennis</i> Mill. A.J. Scott |
| | Pradera húmeda | Comunidades de suelos húmedos, terrenos bajos inundables y bordes de lagunas que están caracterizadas por <i>Carex</i> , <i>Eleocharis</i> , <i>Cyperus</i> , <i>Stipa</i> y <i>Panicum</i> . |
| BAJA O DEPRIMIDA | Juncales, Pajonales y Duraznillares | Comunidades hidrófitas caracterizadas por <i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A. Mey.) Steud, <i>Typha latifolia</i> L., <i>T. angustifolia</i> L., <i>Eryngium</i> sp. y <i>Solanum glaucophyllum</i> Desf. |
| | Talar | <i>Celtis tala</i> Gill. ex Planch, <i>Jodina rhombifolia</i> H. et A. y <i>Sambucus australis</i> Cham. y Schtdl. |
| CORDONES MEDANOSOS COSTEROS | Psammófitas | Comunidades caracterizadas por <i>Panicum racemosum</i> (Beauv.) Spreng., <i>Spartina coarctata</i> Trin., <i>Poa lanuginosa</i> Poir., <i>Senecio crassiflorus</i> Poir. DC, <i>Calycera crassifolia</i> (Miers.) Hicken, <i>Adesmia incana</i> Vogel., <i>Margyricarpus pinnatus</i> (lam.) O.K., <i>Ambrosia tenuifolia</i> Spreng. y <i>Baccharis</i> sp. |

por Cyperaceae (25-60%) y Poaceae (25-50%), acompañadas por Asteraceae, *Ambrosia* (<15%), Apiaceae, *Typha* e hidrófitas (<5%). Las comunidades halófitas (muestras 6, 10, 12) están representadas por Chenopodiaceae (>60%) y Poaceae (20-80%) acompañadas por Cyperaceae, Asteraceae y *Ambrosia* (<10%). La comunidad del Talar está representada por *Celtis tala* con valores de 30 y 65% acompañado por *Jodina rhombifolia* H. et A., *Sambucus* y *Schinus* con valores <5% (muestras 1, 9); en el sur (muestra 14), los porcentajes de *Celtis tala* son muy altos (70%) y reflejan los bosques monoespecíficos. Los valores <5% de *Celtis tala* evidencian elementos aislados e isletas de *Celtis tala*. Las comunidades psammófitas de los cordones medanosos costeros (muestras 5, 11) están caracterizadas por Poaceae (40-60%), Cyperaceae (30-35%) y psammófitas (<5%).

Materiales y métodos

Ubicación y datos del testigo

El testigo T9-1 fue extraído de la plataforma a 4 km de la costa (36° 45' 43" S; 56° 37' 13" O) (figura 1), a una profundidad de 13 m b.n.m. durante la campaña

Goyena-Sobral 1/77 realizada por el Servicio de Hidrografía Naval en el área de Punta Médanos (Parker y Violante, 1982).

Descripción sedimentaria, muestreo polínico y procesamiento

El testigo tiene 440 cm de longitud y está compuesto predominantemente por arcillas y arcillas limo arenosas de color verde grisáceo a verde amarillento intercaladas con arenas y limos arenosos con conchillas de moluscos que no superan el 25%. Todo el conjunto presenta compactación y niveles de arcillas verdes muy plásticas. Estos sedimentos son equivalentes en el área continental a los que conforman la Aloformación Pozo N° 17 (R. Violante, com. personal). Esta Aloformación está compuesta por depósitos regresivos que forman parte del cortejo sedimentario de nivel alto, ubicados entre Punta Rasa y la laguna Mar Chiquita (Violante *et al.*, 2001).

Para el análisis palinológico se tomaron 82 muestras a distancias variables, en función de las características litológicas. Se procesaron entre 10 y 20 gramos de sedimento por muestra. Previamente a los tratamientos físico-químicos se agregaron a cada

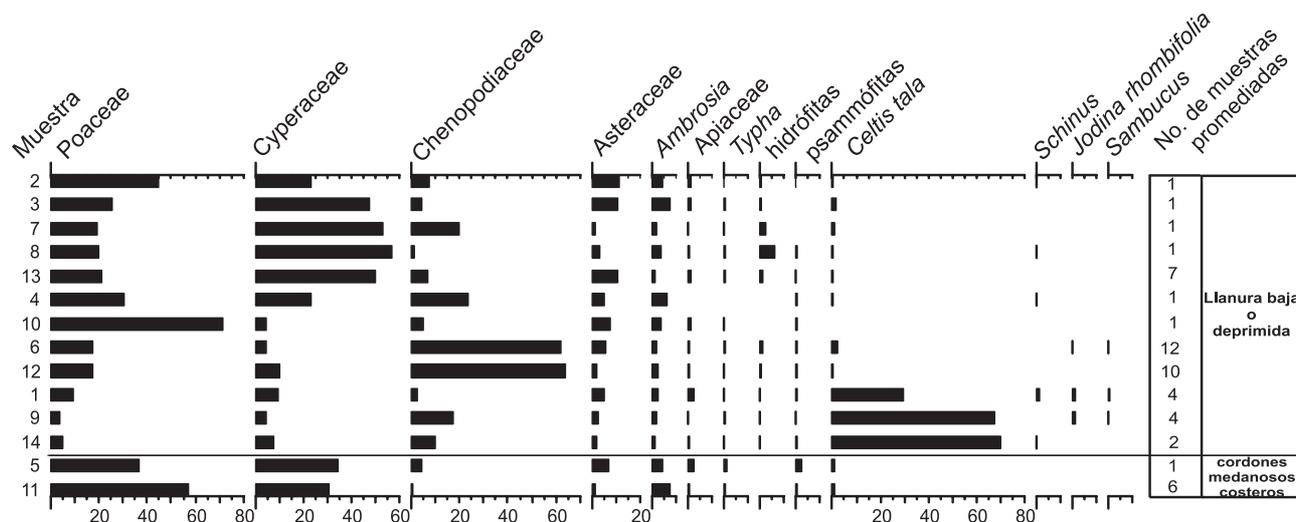


Figura 2. Diagrama polínico en porcentajes de muestras de superficie del área de estudio (1-14). Los datos polínicos provienen de la Base de Datos del Grupo de Investigación de Paleoecología y Palinología (Universidad Nacional de Mar del Plata). Las muestras 1, 6, 9, 11 12 y 13 representan la media en porcentaje de muestras próximas entre sí. Asteraceae incluye a Asteroideae y Mutisiae excepto *Ambrosia*, Apiaceae a *Eryngium* y Apiaceae indiferenciada, hidrófitas a *Alternanthera*, *Myriophyllum* y *Ranunculus*, y psammófitas a *Cerastium*, *Calycera*, *Polygala*, *Margyricarpus*, *Onagraceae* y *Adesmia* / percentage pollen diagram of surface pollen samples from the studied area (1-14). Pollen data were obtained from the Grupo de Investigación de Paleoecología y Palinología (Universidad Nacional de Mar del Plata) modern pollen database. Samples 1, 6, 9, 11, 12 and 13 are a mean value calculated for samples located very close from each other. Asteraceae includes Asteroideae and Mutisiae, Apiaceae includes *Eryngium* and Apiaceae undifferentiated, hydrophytes include *Alternanthera*, *Myriophyllum* and *Ranunculus*, and psammophyte includes *Cerastium*, *Calycera*, *Polygala*, *Margyricarpus*, *Onagraceae* and *Adesmia*.

muestra cinco tabletas de *Lycopodium clavatum*, para calcular la concentración polínica en granos por gramo de sedimento seco. El contenido de granos de polen, esporas y paleomicroplancton (quistes de dinoflagelados y acritarcos) se obtuvo a partir de técnicas de extracción físico-químicas (Gray, 1965; Faegri e Iversen, 1989) que incluyeron: defloculación de arcillas con $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ al 5% en frío, eliminación de ácidos húmicos con KOH, eliminación de carbonatos con HCl al 10%; separación de la fracción inorgánica con líquidos pesados (ZnCl_2), eliminación de silicatos con HF y acetólisis para eliminar restos orgánicos.

La determinación y el recuento polínico se realizaron con un microscopio óptico (Olympus BH-2) con aumento final de 1000x. La determinación sistemática de los tipos polínicos se realizó a partir de la palinoteca de referencia del Grupo de Investigación de Paleoecología y Palinología de la Universidad Nacional de Mar del Plata. El alga *Botryococcus*, las esporas de briofitas y los quistes de dinoflagelados y acritarcos se identificaron mediante descripciones publicadas (Prieto y Quattrocchio, 1993; Mudie y Harland, 1996; Batten y Grenfell, 1996; Borel, 2003). Los niveles de arcillas verdes resultaron estériles.

Análisis estadísticos

Para realizar la zonación de la secuencia polínica del testigo T9-1 se utilizó el análisis de agrupamiento

respetando el orden estratigráfico (CA). Para este análisis se seleccionaron aquellos tipos polínicos con una media aritmética en porcentaje igual o mayor de 2: Poaceae, Chenopodiaceae, Cyperaceae, Apiaceae, Asteraceae y *Ambrosia*.

La comparación entre las muestras polínicas del testigo T9-1 y las muestras polínicas de superficie y entre los registros polínicos de los testigos T9-1 y La Lagunita se realizó mediante el análisis de ordenación "Detrended Correspondence Analysis" (DCA).

La relación Poaceae/Chenopodiaceae (IPC) se calculó para ambos testigos como un índice de la variabilidad o estabilidad de los ambientes en relación con las curvas de fluctuación del nivel del mar. Estas familias polínicas son dominantes en ambos espectros fósiles y el cociente entre ambas define el mosaico de comunidades psammófitas-halófitas en relación con la variabilidad del ambiente.

Los cálculos de porcentajes y concentraciones polínicas, los diagramas y los análisis estadísticos se realizaron con el programa Tilia 1.12, Tiliagraph 1.18 (Grimm, 1991).

Resultados

Cronología

El tope del testigo T9-1 había sido datado en 5.200 ± 130 años ^{14}C A.P. a partir de una mezcla de conchi-

Tabla 2. Dataciones radiocarbónicas AMS del testigo T9-1 / AMS radiocarbon dates from T9-1 core.

| Profundidad (cm) | Edad años ¹⁴ C A.P. | Material | Lab. N° | δ ¹³ C |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------------|
| 45 - 51 | 3.287 ± 39 | <i>Mactra isabelleana</i> D'Orbigny | AA51338 | + 1,9 |
| 80 - 82 | 6.887 ± 56 | <i>Mactra isabelleana</i> | AA51340 | + 1,8 |
| 241 - 247 | 6.365 ± 48 | <i>Mactra isabelleana</i> | AA51339 | + 1,9 |
| 434 - 439 | 5.360 ± 40 | <i>Mactra isabelleana</i> | Beta-162050 | + 2,0 |

llas de varias especies de moluscos provenientes de una muestra que se extrajo entre 25 y 80 cm de profundidad (Parker y Violante, 1982). Dadas las características del muestreo, este dato no se consideró confiable, por lo tanto se realizaron nuevas dataciones radiocarbónicas AMS. Las mismas se obtuvieron a partir de valvas de *Mactra isabelleana* d'Orbigny, seleccionadas en cuatro niveles donde se presentaban enteras y sin signos de retrabajo (tabla 2). La elección de esta especie obedeció a que es abundante en los depósitos marinos litorales holocenos de la región costera de la provincia de Buenos Aires y se la considera representativa de ambientes infralitorales menores de 25 m de profundidad, con salinidades estuariales a mixohalinas (Aguirre, 1994). Algunas de las dataciones obtenidas están invertidas (tabla 2), probablemente como resultado de la mezcla y redistribución del material por la acción de tormentas y olas, tal como ocurrió durante el descenso del nivel del mar, que ocasionó en áreas de la plataforma la reelaboración de los primitivos sedimentos litorales (Violante *et al.*, 2001; Cavallotto *et al.*, 2004). Las dataciones seleccionadas para el control cronológico del testigo T9-1 fueron aquellas de los niveles con la mayor concentración de conchillas enteras y con el menor retrabajo y corresponden a los extremos del testigo (tabla 2). Todos los datos radiocarbónicos están expresados en años ¹⁴C antes del presente (A.P.).

Análisis palinológico

Espectro palinológico fósil. Los resultados de los recuentos de palinomorfos del testigo T9-1 se expresan en valores de porcentajes y de concentración en granos/g de sedimento seco (figura 3). Chenopodiaceae y Poaceae caracterizan el espectro con proporciones que alcanzan hasta 75% del total, acompañadas por Asteraceae y *Ambrosia*. En todo el espectro se registran Cyperaceae, Apiaceae, *Typha*, *Celtis* y *Schinus* con valores <10%; psammófitas e hidrófitas en trazas, esporas de briofitas (*Riccia* y *Phaeoceros*) con proporciones de hasta 20%, el alga *Botryococcus* con valores <5%, y quistes de dinoflagelados *Operculodinium* spp., *Spiniferites* spp. y *cf. Peridinoideae*.

Las mayores concentraciones polínicas se registran en los niveles de arcillas limo arenosas. La mayoría de los valores de concentración polínica total son menores de 1000 granos/g con excepción de las muestras del tope del perfil donde superan los 5000 granos/g. Poaceae y Chenopodiaceae presentan valores de concentración de hasta 1000 granos/g y Asteraceae (incluyendo *Ambrosia*) alcanza valores de hasta 1800 granos/g en el tramo superior del perfil polínico. Las concentraciones de quistes de dinoflagelados y acritarcos no superan 500 palinomorfos /g.

De acuerdo con los resultados del análisis de agrupamiento (CA), el registro palinológico se dividió en cuatro zonas y dos subzonas (figura 3):

Zona T9-1 1 (440-350 cm): está caracterizada por la dominancia de Chenopodiaceae (30-60%) y Poaceae (15-40%) acompañadas por Asteraceae (<10%) y *Ambrosia* (<5%). Se registran acritarcos (15%), *Spiniferites* spp. (<5%) y *Operculodinium* spp. (10%).

Zona T9-1 2 (350 - 260 cm): se caracteriza por Poaceae (<50%) y Chenopodiaceae (30-45%) acompañadas por Asteraceae (hasta 10 %). Se registran quistes de dinoflagelados (*cf. Peridinoideae*, *Spiniferites* spp. y *Operculodinium* spp.) y acritarcos en proporciones <3 % y <20%, respectivamente.

Zona T9-1 3 (260-50 cm): se caracteriza por Chenopodiaceae (30-55%) y Poaceae (20-40%) junto con Asteraceae (10%) y *Ambrosia* (<10%). Se registran *Spiniferites* spp. y *Operculodinium* spp. (<10%), acritarcos (<20%) y trazas de microforaminíferos hacia el tope de la zona. Incluye los registros de palinomorfos anteriores y posteriores al nivel estéril.

Zona T9-1 4, se dividió en dos subzonas:

Subzona T9-1 4a (50-20 cm): está caracterizada por Chenopodiaceae (30-40%), acompañada por Poaceae (10-25%), Asteraceae ≤15% y *Ambrosia* <15%, se registran trazas de *cf. Peridinoideae*, *Spiniferites* spp. (<5%) y *Operculodinium* spp. con los valores máximos del espectro (60%), los valores de acritarcos no superan el 10% y se registran microforaminíferos de forma constante, con valores <10%.

Subzona T9-1 4b (20-0 cm): está caracterizada por Chenopodiaceae (≤40%) y *Ambrosia* (≤30%) acompañadas por Poaceae (≤20%), Asteraceae (10-15%) y *Celtis* <10%. Se registran acritarcos y *Spiniferites* spp.

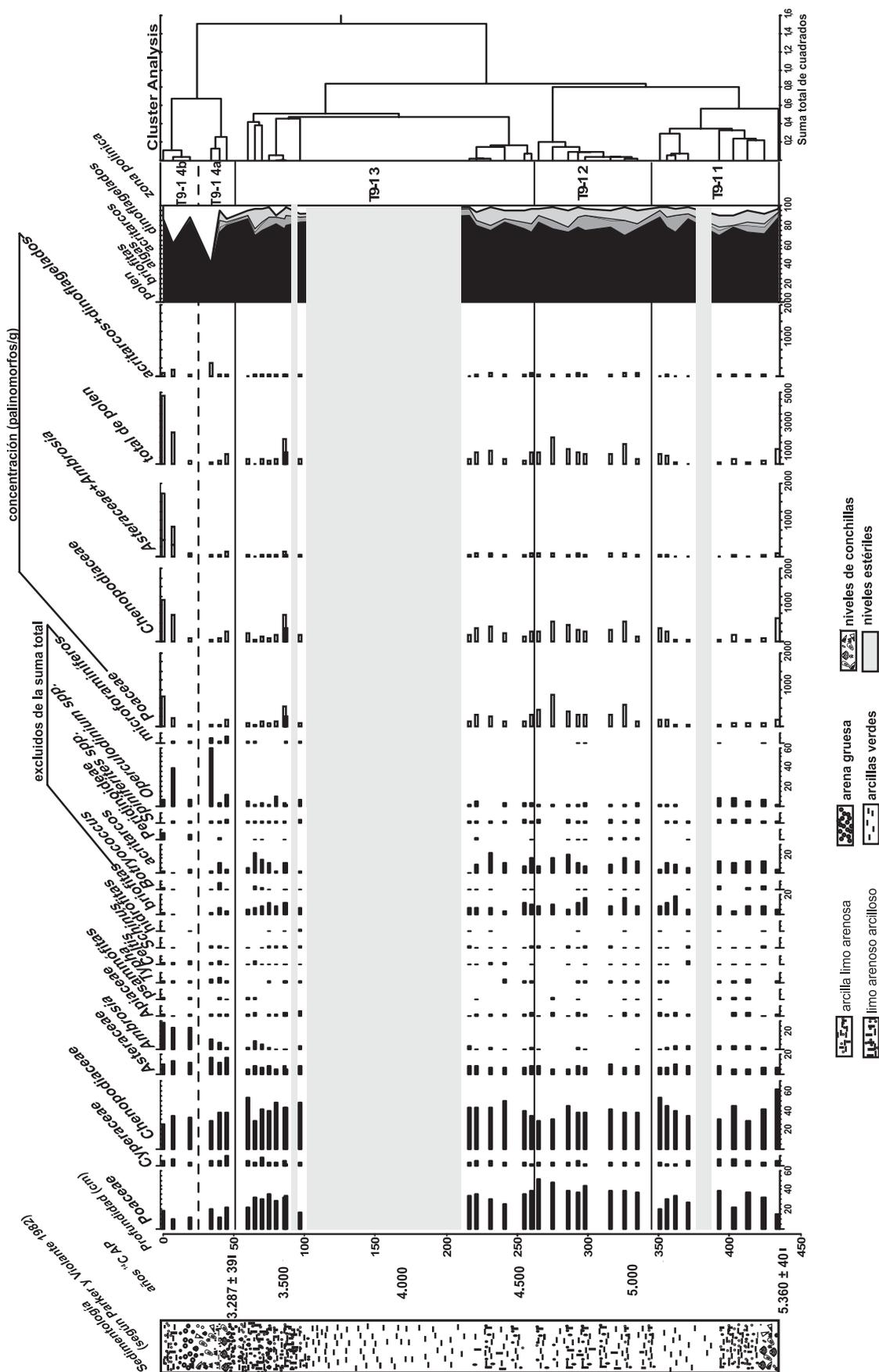


Figura 3. Diagrama palinológico en porcentajes y concentración de los principales taxones polínicos, proporciones de elementos terrestres y de paleomicroplankton (acritarcos y quistes de dinoflagelados), zonas polínicas y dendrograma del testigo T9-1. Psammófitas incluye *Ceratium*, *Polygala* y *Onagraceae*. Hidrófitas incluye *Ranunculus*, *Alternanthera* y *Myriophyllum* / pollen diagram in percentages and concentration of leading taxa, proportions of terrestrial and paleomicroplankton (acritarchs and dinoflagellate cysts), pollen zones and Cluster Analysis dendrogram of T9-1 core. Psammophytes include *Ceratium*, *Polygala* and *Onagraceae*. Hydrophytes include *Ranunculus*, *Alternanthera* and *Myriophyllum*.

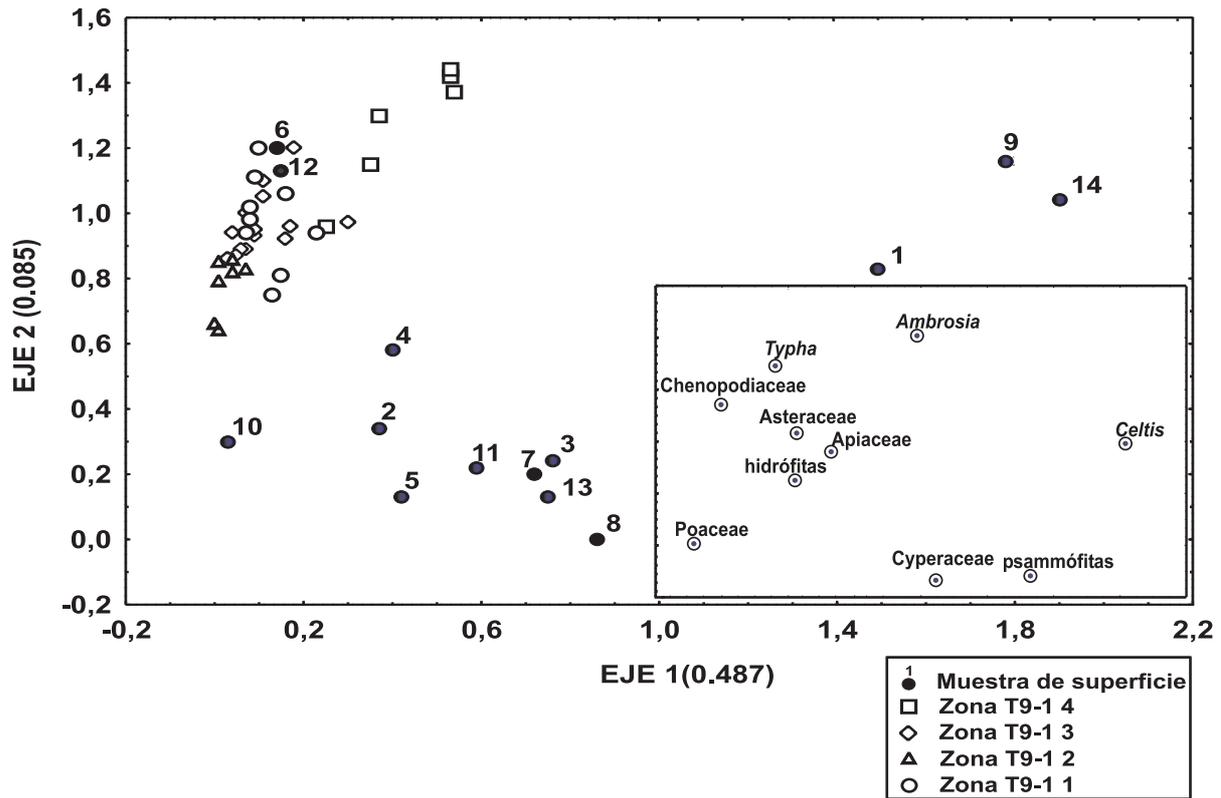


Figura 4. DCA de las muestras polínicas de superficie y las muestras fósiles del testigo T9-1 / DCA for surface pollen samples and fossil samples for the T9-1 core.

en trazas, cf. *Peridinoideae* $\leq 5\%$, y *Operculodinium* spp. $\leq 40\%$.

Discusión

Las proporciones relativas entre los elementos terrestres y acuáticos continentales (polen, *Botryococcus* y esporas) y el paleomicroplancton (figura 3) reflejan el desarrollo de ambientes litorales intermareales marino-salobres entre ca. 5.400 y 3.300 años A.P. que a partir de ca. 3.300 años A.P. habrían cambiado hacia un ambiente infralitoral marino-nerítico.

El registro polínico refleja las comunidades vegetales locales del área costero-litoral que se desarrollaron con posterioridad al máximo transgresivo. Entre ca. 5.400 y 3.300 años A.P. la vegetación estuvo representada principalmente por un mosaico de comunidades halófitas-psammófitas indicado por las proporciones relativamente altas de *Chenopodiaceae*, *Poaceae* y *Asteraceae* (zonas T9-1 1 a T9-1 3, figura 3). La presencia de *Cyperaceae*, *Typha* y *Apiaceae* sugiere la existencia de cuerpos de agua someros y de características alcalinas-oligohalinas evidenciadas por la ocurrencia de *Botryococcus* y *Riccia* (Prieto y Quattrocchio, 1993; Batten y Grenfell, 1996). Las llanuras de marea ubicadas por detrás de una barrera

regresiva progradante al norte de la Paleopunta Villa Gesell durante el descenso del nivel del mar (Violante *et al.*, 2001) habrían constituido el sustrato donde se desarrolló el mosaico de comunidades halófitas-psammófitas. Los registros de *Celtis tala* y de *Schinus*, ambos con valores semejantes a los registrados en el espectro polínico de superficie (figura 2), indican que elementos aislados del bosque semejantes a los que se desarrollan actualmente en el área estuvinieron presentes desde los 5.400 años A.P.

Con anterioridad a ca. 5.000 años A.P. (zona T9-1 1) y con posterioridad a ca. 4.500 años A.P. (zona T9-1 3) los espectros están caracterizados por el predominio de *Chenopodiaceae* (figura 3) y presentan una analogía parcial con las comunidades halófitas de la marisma de Mar Chiquita y de los bordes de las lagunas saladas interiores (figura 4). En cambio, entre ca. 5.000 y 4.500 años A.P. (zona T9-1 2) los espectros polínicos no tienen análogos actuales (figura 4). Las mayores proporciones relativas de *Poaceae* sugieren el predominio de elementos psammófitas sobre los halófitos en relación con un mayor desarrollo de la barrera durante un momento de estabilidad del nivel del mar en la fase regresiva (Violante *et al.*, 2001). La estabilidad también está sugerida por los mayores valores de concentración polínica total en relación con una mayor cobertura de la vegetación. La alter-

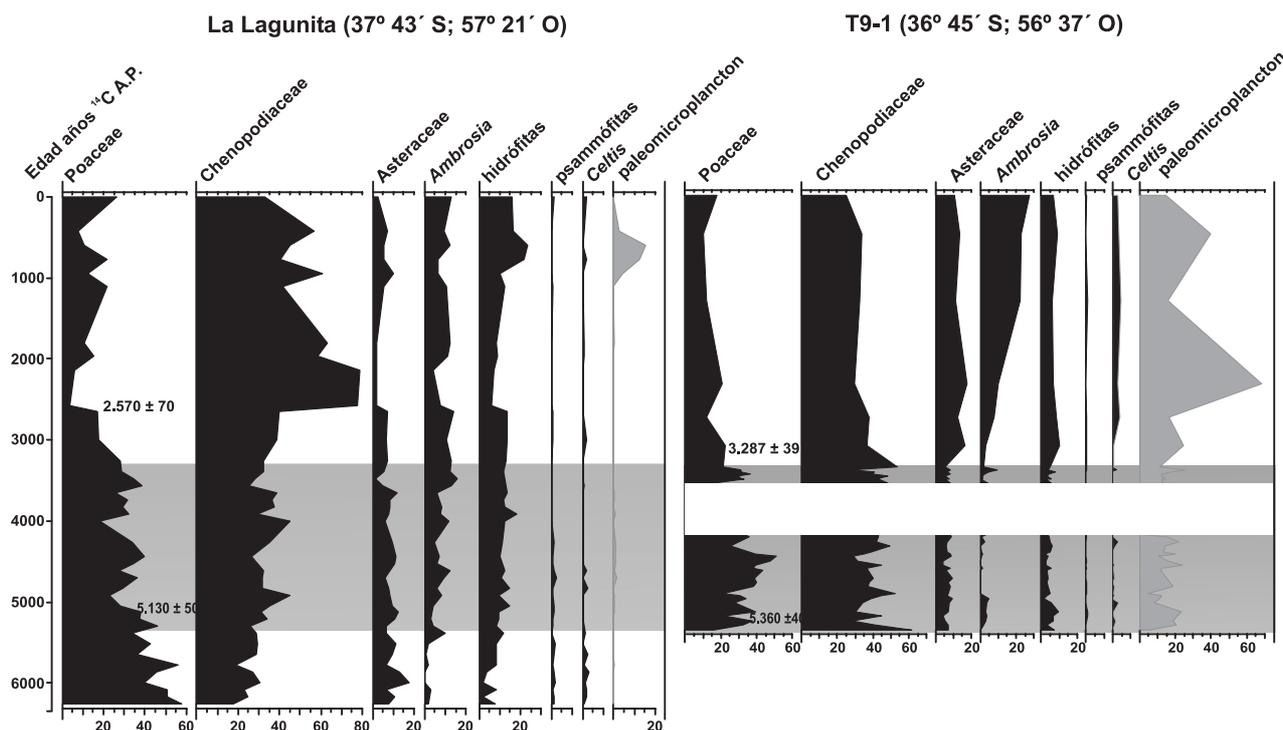


Figura 5. Diagramas polínicos en porcentaje de los testigos T9-1 y La Lagunita. El área sombreada corresponde al mismo período de tiempo con comunidades vegetales semejantes (modificado de Stutz y Prieto, 2003) / pollen diagram in percentages of T9-1 and La Lagunita cores. Shadowed area corresponds to the same time interval and similar vegetation communities (modified from Stutz and Prieto, 2003).

nancia en el predominio de los elementos halófitos y psammófitos entre 5.400 y 3.300 años A.P. estaría relacionada con las modificaciones sufridas por la barrera. Durante ese tiempo, la extensión de la barrera se redujo a partir del recorte y desaparición de la porción septentrional, lo que indujo a su rebasamiento y llevó la línea de costa a una posición ubicada más hacia el interior del continente (Violante *et al.*, 2001).

Si bien las comunidades vegetales desarrolladas entre 4.500 y 3.300 años A.P. son semejantes antes y después de la depositación del nivel de arcillas verdes, el registro de microforaminíferos sugiere un cambio hacia un ambiente infralitoral a partir de *ca.* 3.500 años A.P. (figura 3) que podría estar relacionado con la re-orientación de la línea de costa.

El registro polínico muestra el principal cambio de las comunidades vegetales a los *ca.* 3.300 años A.P., indicado por el reemplazo del mosaico de comunidades halófitas-psammófitas por comunidades asociadas a médanos estabilizados en las proximidades de la costa, sin análogos actuales (figura 4). Este cambio está sugerido por la disminución de Poaceae y Chenopodiaceae y el aumento de Asteraceae, *Ambrosia*, *Typha* y *Celtis*. El incremento de microforaminíferos, los mayores valores de *Operculodinium* spp. y *cf.* *Peridinoideae* y la disminución de acritarcos, *Botryococcus* y esporas de briofitas indican un ambiente marino infralitoral-nerítico, posiblemente

con mayor estratificación y distintas condiciones de salinidad. El cambio de arena gruesa a arcilla limo arenosa hacia el final de la secuencia sugiere una disminución en las condiciones de energía del agua, coincidente con el abrupto aumento de la concentración polínica total (figura 3).

La influencia del Río de La Plata en el área de la proto-bahía Samborombón a partir de *ca.* 3.000 años A.P., indicada por la intensa descarga de sedimentos fluviales como consecuencia del avance hacia el sur de su sistema deltaico (Violante *et al.*, 2001), no se evidencia en el espectro polínico del testigo T9-1. Probablemente esto esté relacionado con la circulación de las corrientes litorales, responsables de la distribución de los sedimentos en el área de plataforma, que tuvo una dirección predominante hacia el norte durante el Holoceno (Violante y Parker, 2004).

Reconstrucción de las comunidades vegetales de las llanuras costeras del este de la provincia de Buenos Aires durante el Holoceno

La evolución geomorfológica de las llanuras costeras del este de la provincia de Buenos Aires se caracterizó por la instalación y el desarrollo de barreras litorales durante el período post glacial, representa-

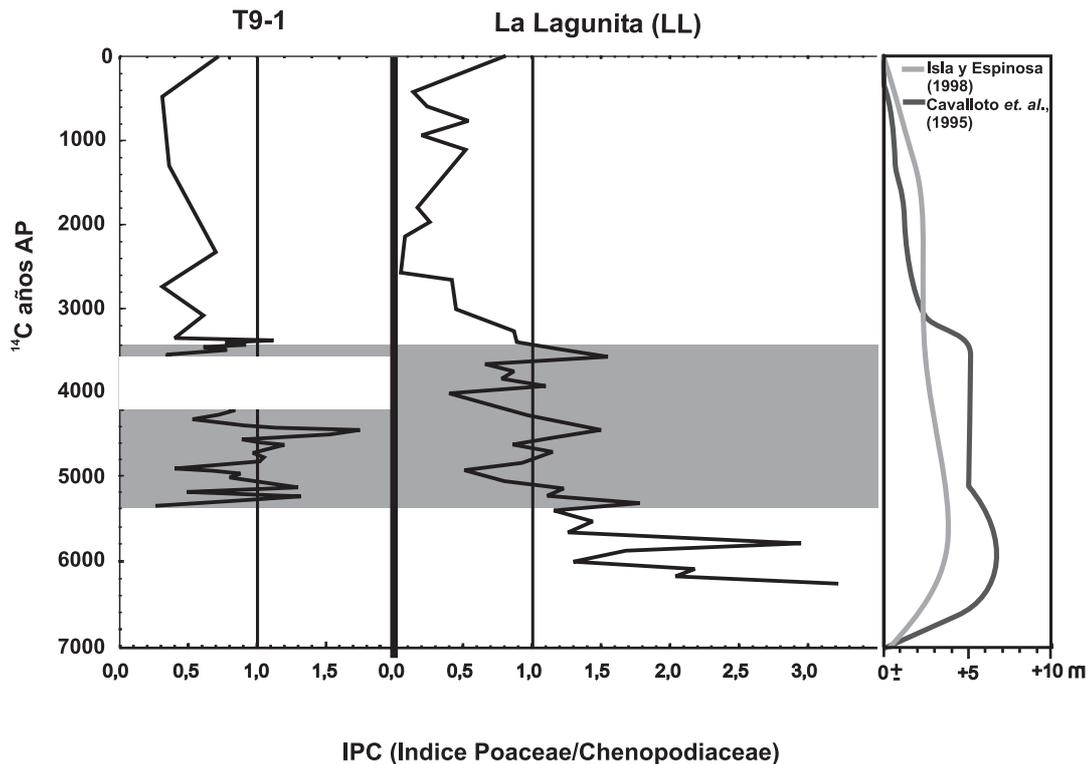


Figura 6. Relación Poaceae/Chenopodiaceae (IPC) de los testigos T9-1 y La Lagunita y curvas del nivel del mar para el Holoceno. El área sombreada corresponde al mismo periodo de tiempo con comunidades vegetales semejantes / *Poaceae/Chenopodiaceae relationship (PCI) for the T9-1 and La Lagunita cores and Holocene sea level curves. Shaded area corresponds to the same time interval and similar vegetation communities.*

das por dos sistemas depositacionales, uno transgresivo y otro desarrollado durante las etapas finales de la transgresión holocena y por un sistema progradante desarrollado durante el evento regresivo (Violante *et al.*, 2001). La progradación simultánea de las barreras litorales hacia el norte y sur de la Paleopunta Villa Gesell durante la fase regresiva permitió la expansión de las llanuras de marea protegidas (Violante *et al.*, 2001) sobre las que se desarrollaron las comunidades vegetales, representadas por los espectros palinológicos de los testigos T9-1 y La Lagunita (LL) (figura 5). El IPC para ambas secuencias (figura 6) muestra las mismas tendencias para los últimos 5.400 años A.P. sugiriendo que los ambientes evolucionaron de manera semejante. Las fluctuaciones entre ca. 5.400 y 3.300 años A.P. sugieren una inestabilidad de los ambientes. El cambio a valores semejantes y del mismo signo a partir de los 3.300 años A.P. estaría indicando el inicio de la estabilización de los ambientes.

Al sur de la paleopunta Villa Gesell, el registro palinológico de LL (figura 5) sugiere la instalación de comunidades psammófitas-halófitas con anterioridad a ca. 5.400 años A.P. Estas comunidades se desarrollaron sobre las extensas planicies arenosas y salobres de las llanuras costeras delimitadas por una ba-

rrera, con una línea de costa cercana y con influencia marina (Stutz *et al.*, 2006). En ese momento el nivel del mar en el área ya habría alcanzado los 2-2,5 m s. n. m. (figura 6).

Las tendencias semejantes de los valores de Chenopodiaceae, Poaceae y Asteraceae mostradas por los espectros palinológicos de T9-1 y LL entre ca. 5.400 y 3.300 años A.P. (figura 5) y la ordenación espacial de las muestras de ambos testigos en el DCA (figura 7) sugieren el desarrollo de mosaicos de comunidades halófitas-psammófitas semejantes al norte y al sur de la Paleopunta Villa Gesell. Esta semejanza estaría relacionada con la progradación simultánea de las barreras regresivas a partir de la Paleopunta y con el establecimiento de llanuras de mareas con características similares detrás de las barreras durante un período de estabilidad del nivel del mar entre ca. 5.000 y 3.500 años A.P. Las fluctuaciones del IPC (figura 6) durante este tiempo evidencian la inestabilidad del ambiente como respuesta a las modificaciones de las barreras. Al norte, la inestabilidad estaría relacionada principalmente con cambios en la dirección de progradación de la barrera, con fluctuaciones en la posición y con la repetida reducción de su extensión (Violante *et al.*, 2001). Las zonas ubicadas detrás de la barrera se comportaron como

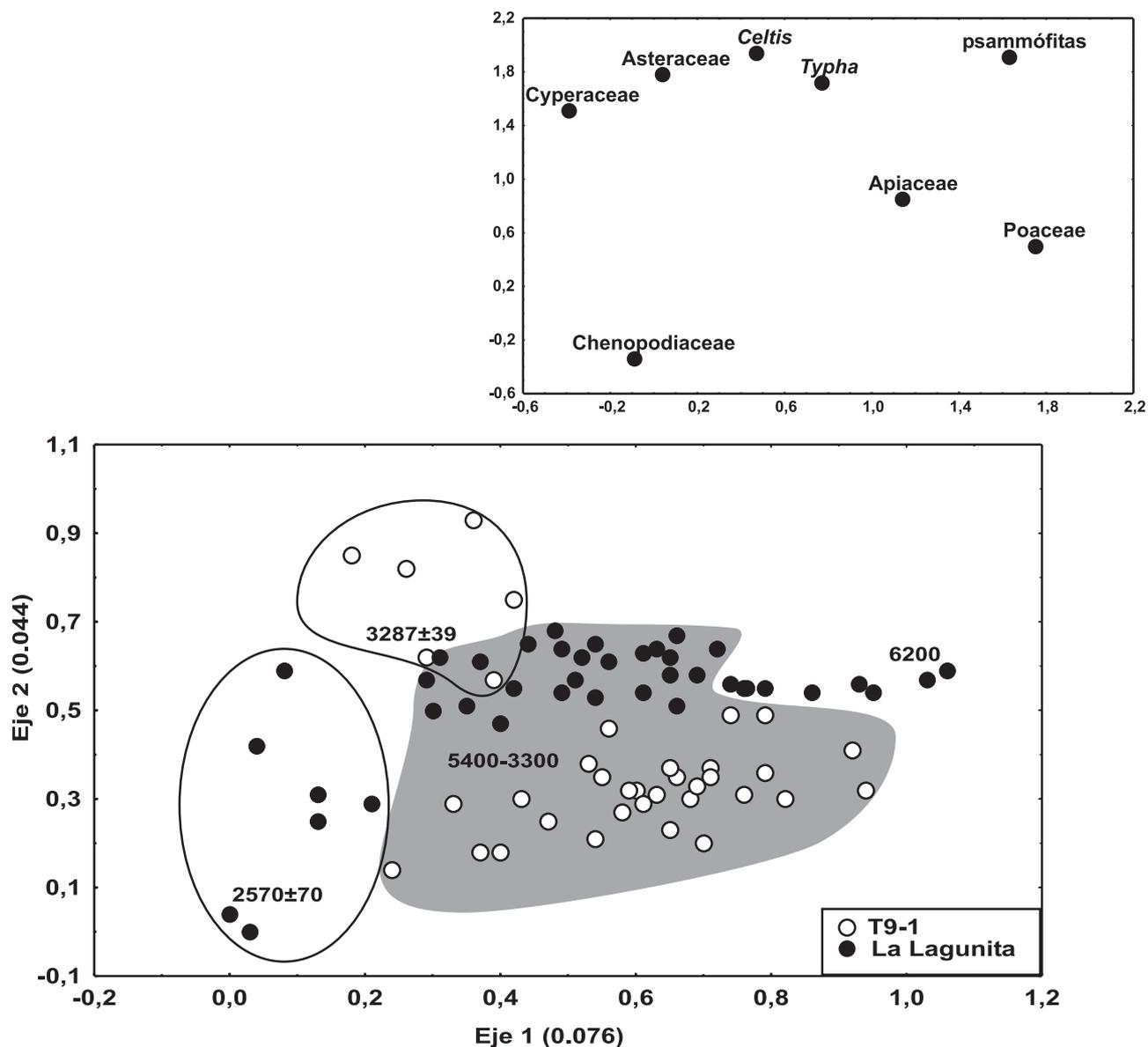


Figura 7. DCA de las muestras polínicas los testigos T9-1 y La Lagunita. El área sombreada corresponde al mismo período de tiempo con comunidades vegetales semejantes (véase figura 5) / DCA for pollen samples of T9-1 and La Lagunita cores. Shaded area corresponds to the same time interval and similar vegetation communities (see figure 5).

áreas de circulación restringida y protegidas de la acción marina directa y fueron configurando la protobahía Samborombón, donde se desarrolló el mosaico de comunidades halófitas-psammófitas. Al sur, la inestabilidad estaría relacionada con la progradación de la barrera debido a la acción combinada de la deriva litoral y el crecimiento vertical como consecuencia de la emergencia de islas barrera. Estas permitieron la circulación de agua de mar y generaron condiciones salobres óptimas para el desarrollo progresivo de las comunidades halófitas en un ambiente de marisma-laguna costera (Stutz *et al.*, 2006). Entre *ca.* 5.400 y 3.300 años A.P, las mayores proporciones de

paleomicroplancton en T9-1 y de Asteraceae, Cyperaceae y psammófitas en LL indicarían distintos ambientes de depositación, representados por un ambiente litoral de plataforma (T9-1) y un ambiente albuférico (LL) al norte y al sur de la Paleopunta, respectivamente.

A partir de *ca.* 3.300 años A.P. las comunidades vegetales cambiaron y se diferenciaron a ambos lados de la Paleopunta Villa Gesell (figuras 5, 7). Al norte, el mosaico de comunidades halófitas-psammófitas de ambientes asociados a la barrera fue reemplazado por una comunidad de médanos estabilizados. En ese momento se producía el avance de las

crestas de playa de la barrera en dirección norte (Violante *et al.*, 2001). Al sur, ca. 2.500 años A.P. se establecieron comunidades halófitas, que alcanzaron su mayor desarrollo en una marisma protegida y con un ambiente albuférico de laguna costera delimitados por la rápida progradación de la barrera hacia el sudoeste (Stutz *et al.*, 2006).

Durante el descenso relativo del nivel del mar hasta su posición actual se produjo una intensa progradación de los ambientes protegidos por las barreras (Violante *et al.*, 2001). Al norte de la paleopunta Villa Gesell se fueron configurando las llanuras costeras sin conexión con el mar debido al desarrollo de la cadena de médanos de la actual barrera oriental en la que se establecieron las comunidades psammófitas actuales. Al sur, por detrás de la barrera de médanos se estableció un ambiente de marisma similar al actual. El desarrollo de una vegetación psammófitas en las proximidades de la desembocadura de la laguna Mar Chiquita a partir de ca. 2.500 años A.P sugiere el establecimiento durante ese tiempo de la barrera medanosa (Stutz *et al.*, 2006). Esos médanos sepultaron parte de la marisma en su migración hacia el interior del continente con posterioridad a 1.400 años A.P (Isla *et al.*, 2001). Una reactivación de la zona costera para este sector se produjo a ca. 540 años A.P. (Isla *et al.*, 2001).

Conclusiones

El análisis comparado de los espectros palinológicos fósiles de dos secuencias provenientes de áreas que se desarrollaron separadamente durante el Holoceno, pero fueron sometidas a los mismos forzantes, muestra un buen acuerdo con las inferencias paleoambientales basadas en los estudios geomorfológicos. Así, la similitud de los ambientes al norte y al sur de la Paleopunta Villa Gesell durante el Holoceno medio quedó evidenciada por el desarrollo de comunidades halófitas-psammófitas semejantes en ambas áreas. El establecimiento de comunidades similares durante un momento de estabilidad del nivel del mar durante la fase regresiva sugiere que el principal forzante fue la progradación de las barreras. La evolución de estas barreras durante el descenso del nivel del mar hasta su nivel actual estaría en relación con la diferenciación de las comunidades vegetales al norte y sur de la Paleopunta con posterioridad a ca. 3.300 años A.P.

El cálculo del coeficiente Poaceae/Chenopodiaceae (IPC) permitió la estimación relativa de la variabilidad del ambiente en función de las fluctuaciones del nivel del mar y facilitó la interpretación de aquellos espectros dominados por tipos polínicos que sólo pueden diferenciarse a nivel de familia.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Servicio de Hidrografía Naval la autorización para utilizar una parte del testigo T9-1. A la National Science Foundation (NSF)-Arizona AMS Facility y a su director T. Jull por el apoyo financiero para el servicio de dataciones. A R. Violante por la lectura del manuscrito, sus comentarios y sugerencias. A A.M. Borromei, M.L. Lorscheitter y un revisor anónimo por la lectura y sugerencias realizadas a la primera versión del manuscrito. A M. Sabbatini por la corrección de estilo. Este trabajo se realizó con subsidios de la Universidad Nacional de Mar del Plata (15/E138) y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 07-06477/99).

Bibliografía

- Aguirre, M.L. 1993. Paleobiogeography of the Holocene molluscan fauna from northeastern Buenos Aires province, Argentina: its relation to coastal evolution and sea level changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 102: 1-26.
- Aguirre, M. L. 1994. Revisión de las especies de *Macra* Linné (Bivalvia) del cuaternario bonaerense (Argentina). Aspectos ecológicos y de distribución. *Revista Española de Paleontología* 9: 131-144.
- Batten, D.J. y Grenfell, H.R. 1996. Green and blue-green algae. *7D-Botryococcus*. En: J. Jansonius y D.C. Mc Gregor (eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Salt Lake City, Utah, pp. 205-214.
- Borel, C.M. 2003. [Palinología (con énfasis en algas y acritarcos) del Holoceno del sud-sudeste bonaerense: su importancia paleoecológica. Tesis Doctoral. Departamento de Geología. Universidad Nacional del Sur, 113 pp. Inédito.].
- Burkart, S. 1990. Inventario fitosociológico del pastizal de la Depresión del Salado (Prov. Bs.As.) en un área representativa de sus principales ambientes. *Darwiniana* 30: 27-69.
- Cabrera, A.L. 1976. *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo 1, Tomo 2, 2ª edición, Editorial ACME, Buenos Aires, 83 pp.
- Cavallotto, J.L., Parker, G. y Violante, R.A. 1999. Historia evolutiva del Río de la Plata durante el Holoceno. *14º Congreso Geológico Argentino* (Salta), *Actas* 1: 508-511.
- Cavallotto, J.L., Violante, R.A. y Parker, G. 2004. Sea-level fluctuations during the last 8600 years in the de la Plata river (Argentina). *Quaternary International* 114: 155-165.
- Codignotto, J.O. y Aguirre, M.L. 1993. Coastal evolution, changes in sea level and molluscan fauna in northeastern Argentina during the Late Quaternary. *Marine Geology* 110: 163-173.
- Faegri, K. e Iversen, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. 4ª edición, K. Faegri., P.E Kalana y K. Krzywinski (eds.), John Willey and Sons. London, 328 pp.
- Fidalgo, F., Colado, U.R. y F.O. De Francesco. 1973. Sobre intrusiones marinas cuaternarias en los partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena (Pcia. de Buenos Aires). *5º Congreso Geológico Argentino* (Córdoba), *Actas* 3: 227-240.
- Fontana, S.L. 2004. Present and past coastal dune environments of South Buenos Aires Province, Argentina. *Acta Universitatis Uppsaliensis*. Comprehensive summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 940, Uppsala, 38 pp.
- Gray, J. 1965. *Palynological techniques*. W.H. Freeman, San Francisco, California, 471-587 pp.
- Grimm, E. 1991. Tilia software. Illinois State Museum. Research and Collection Center, Springfield, Illinois.
- Isla, F.I. 1998. Holocene coastal evolution in Buenos Aires Province, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 8: 297-321.

- Isla, F.I. y Espinosa, M.A. 1995. Coastal environmental changes associated with Holocene sea-level fluctuation: southeastern Buenos Aires, Argentina. *Quaternary International* 26: 55-60.
- Isla, F.I. y Espinosa, M.A. 1998. Modelo sedimentario de colmatación de pequeños estuarios dominados por limo, provincia de Buenos Aires. 7^o Reunión Argentina de Sedimentología (Salta), *Actas*: 24-36 pp.
- Isla, F.I., Cortizo, L.C. y Turno Orellano, H.A. 2001. Dinámica y evolución de las barreras medanosas, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Geomorfología* 2: 73-83.
- León, R.J.C. 1991. Vegetation. En: Coupland (ed.), *Ecosystems of the world* 8A. Natural Grasslands. Introduction and Western Hemisphere, chapter 19, Amsterdam, 380-387 pp.
- León, R.J.C. y Burkart, S.E. 1998. El pastizal de la Pampa Deprimida: estados alternativos. *Ecotropicos* 11: 121-130.
- Mudie, P.J. y Harland, R. 1996. Aquatic Quaternary. En: J. Jansonius y D.C. Mc Gregor (eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Salt Lake City, Utah, 843-877 pp.
- Parker, G. y Violante, R. 1982. Geología del frente de costa y plataforma interior entre Pinamar y Mar de Ajó. *Acta Oceanográfica Argentina* 3: 57-91.
- Perelman, S.B., León, R.J.C. y Oesterheld, M. 2001. Cross-scale vegetation patterns of Flooding Pampa grasslands. *Journal of Ecology* 89: 562-577.
- Prieto, A.R. y Quattrocchio, M.E. 1993. Briofitas y Pteridofitas en sedimentos del Holoceno de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Anales de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española* 6: 17-37.
- Prieto, A.R., Stutz, S., Ferrero, L., Espinosa, M.A., De Francesco, C.G. e Isla, F.I. 1998. Evidencias de la transgresión holocénica en la laguna Hinojales (37° 34' S, 57° 27' O). 5^o Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses (Mar del Plata), *Actas*: p. 257.
- Quattrocchio, M.E., Grill, S.C. y Zavala, C.A. 1998. Chronostratigraphic and Palynozone chronosequences charts of Napostá Grande Creek, Southwestern Buenos Aires Province, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 111-133 pp.
- Stutz, S. y Prieto, A.R. 2003. Modern pollen and vegetation relationships in Mar Chiquita coastal lagoon area, southeastern Pampa grasslands, Argentina. *Review of Paleobotany and Palynology* 126: 183-195.
- Stutz, S., Prieto, A.R. e Isla, F.I. 1999. Cambios de la vegetación durante el Holoceno en el SE de la provincia de Buenos Aires análisis polínico del arroyo La Ballenera. *Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial* 6: 65-69.
- Stutz, S., Prieto, A.R. e Isla, F.I. 2002. Historia de la vegetación del Holoceno de la laguna Hinojales, sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ameghiniana* 39: 85-94.
- Stutz, S., Prieto, A.R. e Isla, F.I. 2006. Holocene evolution of the Mar Chiquita coastal lagoon area, Argentina indicated by pollen analysis. *Journal of Quaternary Science* 21: 17-28.
- Verveer, F.B. 1967. *Las comunidades vegetales de la Depresión del Salado. La vegetación de la República Argentina*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: Serie Fitogeográfica N° 7, Buenos Aires, 262 pp.
- Vilanova, I., Prieto A.R., Espinosa, M. 2006. Paleoenvironmental evolution and sea-level fluctuations along the southeastern Pampa grasslands coast of Argentina during the Holocene. *Journal of Quaternary Science* 21: 227-242.
- Violante, R.A. 1992. Ambientes sedimentarios asociados a un sistema de barrera litoral del Holoceno en la llanura costera al sur de Villa Gesell, Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 47: 201-214.
- Violante, R.A. y Parker, G. 2000. El Holoceno en las regiones marinas y costeras del nordeste de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 55: 337-351.
- Violante, R.A. y Parker, G. 2004. The post-last glacial maximum transgression in the de la Plata River and adjacent inner continental shelf, Argentina. *Quaternary International* 114: 167-181.
- Violante, R.A., Parker, G. y Cavallotto, J.L. 2001. Evolución de las llanuras costeras del este bonaerense entre la bahía Samborombón y la laguna Mar Chiquita durante el Holoceno. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56: 51-66.

Recibido: 15 de setiembre de 2004.

Aceptado: 23 de junio de 2005.