

# Palinomorfos acuáticos (algas y acritarcos) del Holoceno de la laguna Hinojales (Buenos Aires, Argentina): interpretación paleoecológica

C. Marcela BOREL<sup>1</sup>, G. Raquel GUERSTEIN<sup>1,2</sup> y Aldo R. PRIETO<sup>2,3</sup>

**Abstract.** HOLOCENE AQUATIC PALYNOMORPHS (ALGAE AND ACRITARCHS) FROM LAGUNA HINOJALES (BUENOS AIRES, ARGENTINA): PALEOECOLOGICAL INTERPRETATION. Holocene palynological samples from the Laguna Hinojales (37° 34' S; 57° 27' W), southeastern Buenos Aires province, contain algae (Chlorophyta, Cyanophyta and Dinoflagellata) and acritarchs. The chlorophycean algae consist of cenobia of *Pediastrum musterii* Tell and Mataloni, *P. boryanum* (Turpin) Meneghini, and *Scenedesmus* sp., colonies of *Botryococcus braunii* Kützing, zygospores of *Debarya madrasensis* Iyengar, *Mougeotia laetenvirens* (Braun) Wittrock, *Mougeotia* sp., *Zygnema* sp. and *Spirogyra* spp., and spores of Desmidiaceae. Cyanophycean sheets and akinetes of *Gloetrichia* sp. are well preserved. The assemblages also contain freshwater dinoflagellates, represented by a peridinioid genus. Among the acritarchs, *Cobricosphaeridium* spp. reach highest percentages in the lowermost part of the core, where possibly freshwater algal spores are also present. These palynomorphs, produced by organisms from plankton and benthic communities, are used as indicators of nutrient, depth and salinity changes. Variable size and salinity of the water body are inferred from fluctuating frequencies of algae and acritarchs between ca. 4,500 - 2,100 <sup>14</sup>C yr B.P. From 2,100 <sup>14</sup>C yr B.P., algal assemblages indicate a freshening of the water and a gradual transition to favourable trophic conditions in the shallow lake. Higher values of *Pediastrum* spp., *Scenedesmus* sp., and Zygnemataceae, along with low frequencies of *Botryococcus braunii* reflect elevated nutrient levels in a relatively shallow lake. The improvement of climatic conditions, especially an increase in average temperature, probably was responsible for the expansion of aquatic plants and natural eutrophication of the water environment. After 400 <sup>14</sup>C yr B.P. the spectrum suggests a shallow eutrophic lake. However, alternating intervals, less favourable for algae, reflect a reduction in the water body size, possibly related to periods of lower precipitation.

**Resumen.** Las muestras palinológicas de sedimentos holocenos provenientes de la laguna Hinojales (37° 34' S; 57° 27' O), sudeste de la provincia de Buenos Aires, contienen algas (Chlorophyta, Cyanophyta and Dinoflagellata) y acritarcos. Las algas clorofíceas consisten en cenobios de *Pediastrum musterii* Tell y Mataloni, *P. boryanum* (Turpin) Meneghini, y *Scenedesmus* sp., colonias de *Botryococcus braunii* Kützing, cigósporas de *Debarya madrasensis* Iyengar, *Mougeotia laetenvirens* (Braun) Wittrock, *Mougeotia* sp., *Zygnema* sp. y *Spirogyra* spp., y esporas de Desmidiaceae. Las asociaciones también contienen vainas y acinetos bien preservados de *Gloetrichia* sp. (cianofíceas), y dinoflagelados de agua dulce, representado por un género peridiniideo. Entre los acritarcos, *Cobricosphaeridium* spp. alcanza sus máximos valores porcentuales en la parte inferior del testigo, donde también están presentes esporas, posiblemente de algas de agua dulce. Estos palinomorfos, producidos por organismos de las comunidades planctónicas y bentónicas, son usados como indicadores de nutrientes, profundidad y cambios en la salinidad. Entre ca. 4.500 - 2.100 <sup>14</sup>C años A.P., a partir de las fluctuantes frecuencias de algas y acritarcos, se infiere una salinidad y un tamaño variable del cuerpo de agua. Desde los 2.100 <sup>14</sup>C años A.P., las asociaciones algales indican una evolución a condiciones predominantemente de agua dulce y una transición gradual a condiciones tróficas favorables en la laguna. Valores más altos de *Pediastrum* spp., *Scenedesmus* sp. y Zygnemataceae, junto con bajas frecuencias de *Botryococcus braunii* reflejan niveles elevados de nutrientes en una laguna relativamente somera. El mejoramiento de las condiciones climáticas, especialmente un incremento en la temperatura promedio, pudo haber sido responsable de la expansión de plantas acuáticas y de la eutroficación natural del agua. Después de los 400 <sup>14</sup>C años A.P. el espectro sugiere un cuerpo de agua somero y eutrófico. Sin embargo, intervalos alternantes, menos favorables para las algas, reflejan una reducción en el tamaño del cuerpo de agua, posiblemente relacionado a periodos de menores precipitaciones.

**Key words.** Palynology. Algae. Acritarchs. Holocene. Buenos Aires. Argentina.

**Palabras clave.** Palinología. Algas. Acritarcos. Holoceno. Buenos Aires. Argentina.

## Introducción

Los estudios palinológicos de remanentes de algas tales como cigósporas, cenobios, oósporas y quistes, preservados en sedimentos del Holoceno, se han incrementado en los últimos años dado su potencial como indicadores paleoambientales. En la mayoría

de los casos se trata de esporas de resistencia, células reproductivas adaptadas para sobrevivir en condiciones ambientales adversas como desecación del hábitat y cambios bruscos en el contenido de nutrientes, pH, o temperatura. Estos palinomorfos representan a las comunidades bentónicas y planctónicas que se desarrollaron en los cuerpos de agua, permitiendo inferir los parámetros físicos y químicos del agua y las variaciones ambientales locales.

Un gran número de taxones algales no presentan problemas para su determinación, pudiendo vincularse la sistemática fósil con la actual. Sin embargo, en Argentina la presencia de algas en los registros palinológicos del Cuaternario tardío ha recibido escasa atención (Fernández, 1993). En secuencias pali-

<sup>1</sup>Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur. San Juan 670, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

maborel@criba.edu.ar / gmguerst@criba.edu.ar

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Laboratorio de Paleoecología y Palinología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3250, 7600 Mar del Plata, Argentina.

aprieto@mdp.edu.ar

nológicas del Holoceno de la provincia de Buenos Aires se han registrado quistes de dinoflagelados marinos (Grill y Guerstein, 1995; Grill y Quattrocchio, 1996; Gómez *et al.*, 2000), pero aún no hay registros de quistes de dinoflagelados continentales.

En este trabajo se realizó el estudio sistemático y taxonómico de acritarcos y remanentes de algas (incluyendo cigósporas, vainas, cenobios y quistes) provenientes de un testigo sedimentario de la laguna Hinojales, provincia de Buenos Aires. Asimismo, se analizó su distribución cuali y cuantitativa desde los 4.500 <sup>14</sup>C años A.P. hasta el presente, con el objetivo de inferir las variaciones del cuerpo de agua y discutir las inferencias paleoecológicas en relación con la reconstrucción realizada previamente a partir de los estudios polínicos.

### Características del área de estudio

Hinojales (37° 34' S; 57° 27' O) es una laguna permanente de agua dulce, conectada con la laguna Nahuel Rucá por un arroyo temporario y localizada al oeste de la albúfera Mar Chiquita, sudeste de la provincia de Buenos Aires (figura 1). Según Fasano (1991) y Violante (1992) se ubica en una zona deprimida de la llanura alta. Un cordón central, vinculado a la última transgresión del Pleistoceno, separa a la llanura alta, constituida por sedimentos del Pleistoceno, de la llanura marginal, donde se encuentra la laguna Mar Chiquita y la marisma que la rodea. La vegetación característica de la laguna Hinojales es una comunidad de hidrófitas sumergidas, flotantes y palustres, con una zonación semejante a otras lagunas de la provincia de Buenos Aires (Stutz, 2001).

Los datos radiocarbónicos, polínicos y de microfósiles provenientes de un testigo sedimentario del Holoceno extraído en la laguna Hinojales evidencian que el mar alcanzó el área de la actual laguna con anterioridad a los ca. 4.500 <sup>14</sup>C años A.P. (Prieto *et al.*, 1998; Stutz *et al.*, 2002). Estos estudios destacan la utilidad de este sitio para entender la historia de la vegetación y del clima y reconstruir la evolución de este tipo de ambientes de la estepa pampeana durante el Holoceno.

### Materiales y métodos

Las muestras provienen de un testigo de 1,10 m de longitud, extraído con una sonda Dachnowsky, en la orilla de la laguna Hinojales. El testigo fue muestreado cada 1,5 - 2 cm y las muestras sedimentarias fueron procesadas para el estudio polínico por Stutz *et al.* (2002). Los 34 residuos orgánicos, considerados en este trabajo, se filtraron con malla de nylon de 10 µm y se tiñeron con safranina-o. Con el material rete-

nido se realizaron 1 ó 2 preparados por muestra (designados como a, b), archivados en la Palinoteca del Laboratorio de Palinología de la Universidad Nacional del Sur (sigla LPUNS-LH, números 1 a 34). Los ejemplares ilustrados están caracterizados por el número y letra de preparado, y las coordenadas correspondientes a la escala Vernier del microscopio Nikon Eclipse 600. Las fotomicrografías fueron tomadas con una cámara Nikon H-III, utilizando una película Ilford Pan de 50 ASA.

El cálculo de porcentajes de algas y acritarcos se realizó utilizando la suma total de palinomorfos reconocidos, incluyendo polen y esporas de plantas terrestres y acuáticas. Para la realización de los diagramas de frecuencias relativas (figura 2) y de concentración (figura 3) se utilizó el Programa TILIA 2.0.b.4 (Grimm, 1991-93).

### Resultados

Se identificaron remanentes de clorófitas, cianófitas, dinoflagelados y varios tipos de acritarcos (ver Apéndice). Las Chlorophyta están representadas por cenobios de Hydrodictyaceae (*Pediastrum musterii* Tell y Mataloni y *Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini y Scenedesmaceae (*Scenedesmus* sp.), agregados coloniales de *Botryococcus braunii* Kützing, cigósporas de Zygnemataceae (*Debarya madrasensis* Iyengar, *Mougeotia laetenvirens* (Braun) Wittrock, *Mougeotia* spp., *Zygnema* sp. y *Spirogyra* spp.) y esporas de Desmidiaceae. Entre las Cyanophyta se reconocieron vainas y acinetos de Rivulariaceae (*Gloeotrichia* sp.). Los dinoflagelados están representados únicamente por quistes peridinioideos pertenecientes a la Familia Peridiniaceae, Subfamilia Peridinioideae. Sus rasgos morfológicos son similares a los de los quistes de *Peridinium gatunense* Nygaard, (Boltovskoy, com. pers.), especie actual de agua dulce. Sin embargo, como los dinoquistes estudiados exhiben parasuturas incompletas que no permitieron realizar una reconstrucción total de la tabulación, no fue posible su asignación genérica.

Las especies de *Pediastrum* se agruparon a los efectos cuantitativos, debido a que el grado de preservación en algunas muestras no permitió su separación. Los distintos taxones de Zygnemataceae identificados tienen preferencias ecológicas similares, por lo que se agruparon para su interpretación.

Los acritarcos están representados por varias especies del morfogénero *Cobricosphaeridium* y por otros acritarcos de posible afinidad algal. Para los propósitos de este trabajo las distintas especies de *Cobricosphaeridium* se agruparon como "complejo *Cobricosphaeridium*", debido a las dificultades en su separación ocasionada por su gran variabilidad mor-

**Figura 1.** Mapa de ubicación / *Location map*.

fológica (Head *et al.*, en prensa).

Los resultados de los recuentos de algas y acritarcos se presentan en diagramas de porcentajes (figura 2) y de concentración (especímenes/g) (figura 3). La distribución de los palinomorfos se analiza dentro de las tres zonas polínicas definidas por Stutz *et al.* (2002).

**Zona LH1** (ca. 4.500 - 2.100 <sup>14</sup>C años A.P.): presenta los máximos valores de *Cobricosphaeridium* (hasta 55 %), quistes de Peridinioideae (( 15 %) y Zygnemataceae (< 14 %), acompañados por *Pediastrum* (1 - 20 %) y *Scenedesmus* (< 9,5 %). En bajas proporciones están presentes *Gloeotrichia* (< 2 %) y *Botryococcus* (< 1,5 %). Las concentraciones de quistes de Peridinioideae y de *Cobricosphaeridium* alcanzan valores de 1100 y 1000 especímenes/g, respectivamente; mientras que los otros taxones presentan los menores valores de concentración.

**Zona LH2** (ca. 2.100 - 400 <sup>14</sup>C años A.P.): se caracteriza por una disminución notable del complejo *Cobricosphaeridium* (< 2 %) y de los quistes de Peridinioideae (< 2 %). Hay un incremento en los valores de *Gloeotrichia* (hasta 6,5 %). *Pediastrum* alcanza altas frecuencias (hasta 35,5 %) en el tope de la zona. Zygnemataceae

varía entre 2 y 7 % y *Botryococcus* no supera el 4 %. Aparecen cigósporas de Desmidiaceae (< 2 %) y los acritarcos sp. A y sp. B. Los valores de concentración de la mayoría de los taxones, con excepción de *Scenedesmus* alcanzan sus máximos (figura 3).

**Zona LH3** (ca. 400 <sup>14</sup>C años A.P. y la actualidad): *Pediastrum* y *Scenedesmus* alcanzan en la base de esta zona los máximos valores del perfil (hasta 53 % y 19 %, respectivamente). Las ocurrencias de los quistes de Peridinioideae y de *Cobricosphaeridium* son raras (< 0,7 %). Otros tipos presentes son *Gloeotrichia* (< 4,5 %), Zygnemataceae (< 3 %) y *Botryococcus* (< 2,5 %). Las concentraciones son variables para los taxones estudiados y los valores de Peridinioideae y *Cobricosphaeridium* son notablemente menores que en las zonas inferiores.

## Consideraciones ecológicas

### Algas

*Pediastrum* y *Scenedesmus* se encuentran en hábitats de agua dulce y son especialmente abundantes en cuerpos de agua de pequeño a mediano tamaño, enriquecidos en nutrientes. El aumento de salinidad puede retardar su crecimiento y reproducción (Batten, 1996). *Pediastrum* y *Scenedesmus* son taxones comunes en la mayoría de las lagunas oligohalinas y mesohalinas del norte de la provincia de Buenos Aires (Guarrera *et al.*, 1968). *Pediastrum musterii* se desarrolla en aguas claras, algo frías y oligotróficas de lagos de Patagonia y en la zona templada de Estados Unidos y Japón (Tell y Mataloni, 1990). *Pediastrum boryanum* está presente en aguas de variadas condiciones tróficas, siendo una especie muy común en las lagunas de la provincia de Buenos Aires (Guarrera *et al.*, 1968).

*Botryococcus* es un alga planctónica, bentónica o epífita sobre plantas sumergidas, que prefiere aguas de lagos y lagunas con alcalinidad elevada (Lee, 1999). Es abundante en aguas superficiales oligotróficas (Cole y Crittenden, 1997). *Botryococcus braunii* no se reproduce en salinidades próximas a las marinas normales y su tasa de crecimiento se reduce dramáticamente bajo condiciones de *stress* salino (Zippi, 1998).

Las Zygnemataceae son algas casi exclusivamente dulceacuícolas que crecen en ambientes lénticos y lóuticos formando parte del macrobentos y del macroplancton (Randhawa, 1959). Se desarrollan en lagunas, y en pequeños cursos intermitentes, o charcos. Algunas especies de *Spirogyra* toleran condiciones levemente salobres, pero no hay representantes marinos. Ferrer (1998) reconoció distintas especies de *Zygnema*, *Spirogyra* y *Mougeotia* en los cuerpos de agua dulce (permanentes, semipermanentes y temporarios) del sud-sudeste de la provincia de Buenos Aires. Las cigósporas son cigotas de resistencia pro-



ducidas ante la desecación estacional del hábitat, descenso de nitrógeno o aumento de pH en el agua (Hoshaw y McCourt, 1988).

Las Desmidiaceae son clorófitas de agua dulce, usualmente indicadoras de aguas no contaminadas, con un pH levemente ácido, donde un gran número de especies está presente (Lee, 1999). La mayoría de las especies son bentónicas y viven entre o sobre las plantas superiores en las márgenes de los cuerpos de agua (Van den Hoek *et al.*, 1995).

Las Rivulariaceae son algas verde azuladas que encuentran óptimas condiciones en un ambiente alcalino (pH 7 - 8,5), rico en compuestos orgánicos, pero toleran muy bajas concentraciones de fósforo y nitrógeno (Tappan, 1980 en Batten y Van Geel, 1985). *Gloeotrichia* presenta floraciones en lagos y forma colonias de masas gelatinosas esféricas o hemisféricas que flotan libres o crecen sobre plantas, rocas o suelos (Lee, 1999). Cuando las circunstancias son desfavorables para el crecimiento vegetativo (sequía, disminución de la temperatura, deficiencia de nutrientes) se desarrollan los acinetos, que son porciones engrosadas del tricoma que funcionan como esporas dando lugar a nuevos tricomas (Fay, 1983 en Batten y Van Geel, 1985). Guarrera *et al.* (1968) señalaron la presencia de *Gloeotrichia* como parte del fitoplancton de los cuerpos de agua de la Pampa deprimida en la provincia de Buenos Aires.

Los dinoflagelados no marinos se encuentran en ríos, lagos, lagunas, pantanos y cuerpos de agua salobres. El proceso de enquistamiento es inducido por la deficiencia de nutrientes, primariamente fósforo y nitrógeno. En las lagunas de agua dulce de Argentina, el género más común es *Peridinium* (Boltovskoy, 1973).

### Acritarcos

Si bien se desconoce la afinidad biológica de estos palinomorfos, pueden inferirse sus preferencias ecológicas a partir de su asociación con otros microfósiles. Formas similares a Acritarco sp. B están presentes en depósitos holocénicos de agua dulce de Holanda (Pals *et al.*, 1980; Van Geel *et al.*, 1983).

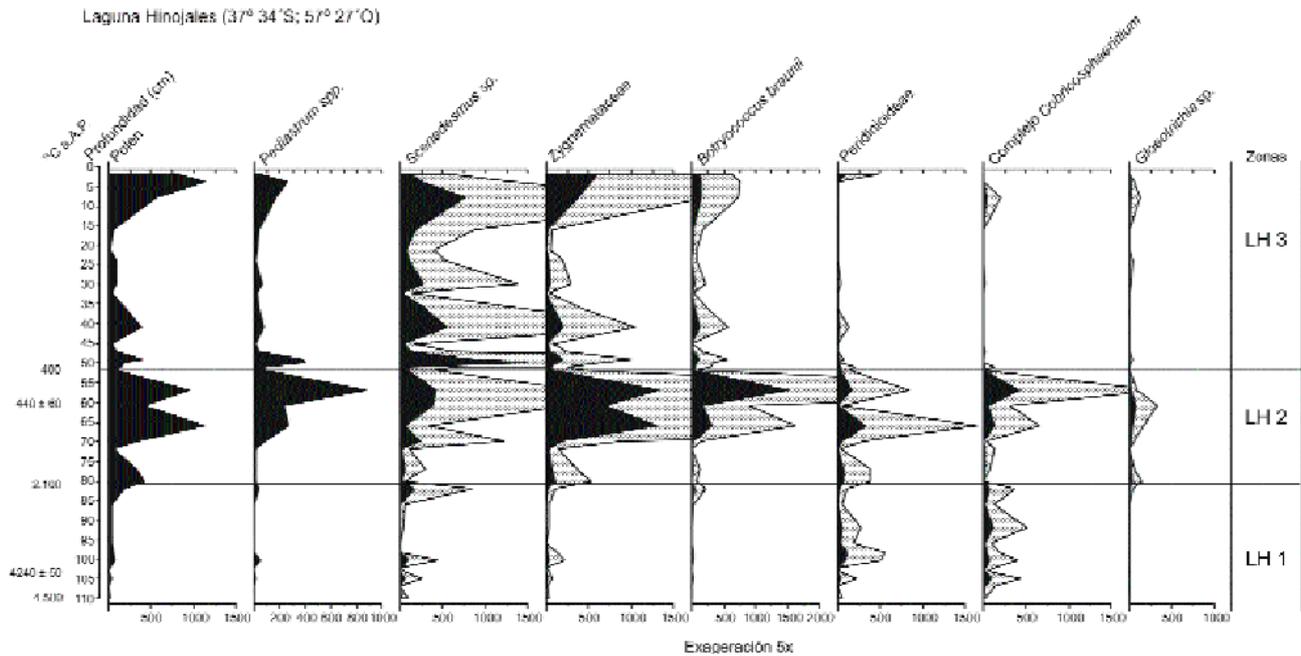
*Cobricosphaeridium* ha sido previamente registrado en depósitos del Holoceno de agua dulce a salobres, de Australia y Canadá (Harland y Sarjeant, 1970; Burden *et al.*, 1986; McMinn, 1991). Head *et al.* (en prensa) presentan, a partir de la reexaminación de los materiales tipo, una revisión de las especies de *Cobricosphaeridium*, no encontrándose evidencias morfológicas que puedan sostener una afinidad con los dinoflagelados. Los especímenes asignados a este género están caracterizados por una apertura dehiscente simple y por una ornamentación que es extre-

madamente variable y heterogénea (figura 6). Estas características son similares a las que presentan los huevos de resistencia de ciertos crustáceos como los copépodos (Belmonte, 1997, 1998; Castro-Longoria, 2001) o anostracos. Los anostracos y copépodos prosperan en ambientes pobres en diversidad, como cuerpos de agua de gran inestabilidad, debido a la ausencia de depredadores, especialmente peces. En esas condiciones ambientales adversas (desecación, congelamiento), estos crustáceos desarrollan huevos o quistes de resistencia, para asegurar su supervivencia (Cohen, 1995).

### Discusión

El registro de *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Zygnemataceae* y *Gloeotrichia* a lo largo de toda la secuencia indica la presencia de un cuerpo de agua dulce desde los ca. 4.500 <sup>14</sup>C años A.P. hasta el presente. Sin embargo los cambios en las frecuencias relativas de las distintas algas y de los acritarcos permiten inferir modificaciones en el tamaño, salinidad y contenido de nutrientes de la laguna.

El intervalo 4.500 - 2.100 <sup>14</sup>C años A.P. se caracteriza por marcadas fluctuaciones en la proporción de las clorofíceas, dinofíceas y acritarcos, que sugieren variaciones en la superficie y en la profundidad de la laguna. Las mayores proporciones de *Cobricosphaeridium* y de quistes de Peridinioideae coinciden con las frecuencias más bajas de *Pediastrum* y *Scenedesmus*. Esta relación inversa sugiere retracciones de la laguna y consecuentes aumentos de temperatura y salinidad, condiciones que habrían sido adversas para el crecimiento de estas microalgas verdes planctónicas. En cambio, estas características ambientales habrían permitido el desarrollo y enquistamiento de la población de peridinioideos y de *Cobricosphaeridium*. Los altos valores porcentuales y de concentraciones de los quistes de Peridinioideae y de *Cobricosphaeridium*, sugieren períodos de desecación en un cuerpo de agua inestable, donde los organismos generadores de estos quistes o huevos de resistencia, habrían proliferado desarrollando estrategias adaptativas. La significativa variabilidad morfológica de *Cobricosphaeridium*, incluyendo la forma y longitud de sus procesos, podría interpretarse como una respuesta de este taxón a condiciones de *stress*, originadas por fluctuaciones en la salinidad. Para este intervalo, el espectro polínico (Stutz *et al.*, 2002) y las asociaciones de microfósiles (Prieto *et al.*, 1998) reflejan la existencia de una laguna con una comunidad de hidrófitas dulceacuícolas con una ligera influencia marina. Esta laguna se ubicaba en un ambiente dominado por una comunidad halófitas, que se desarrolló sobre los terrenos adyacentes que habrían quedado salinizados después de que el mar alcanzó el área durante el má-



**Figura 3.** Diagrama de concentración de algas, acritarcos y polen total del testigo Laguna Hinojales (especímenes/g x10, excepto *Pediastrum* y polen total x100) / *Algae, acritarchs and total pollen concentration (specimens/g) at Laguna Hinojales core (specimens/g x10, except Pediastrum and total pollen x100).*

ximo transgresivo del Holoceno (Prieto *et al.*, 1998).

Entre 2.100 y 400  $^{14}\text{C}$  años A.P., se registra un incremento paulatino, aunque con fluctuaciones, en los valores de *Pediastrum*, *Scenedesmus* y *Zygnemataceae*, que sugiere un aumento en el contenido de nutrientes del cuerpo de agua. Esto también se ve reflejado por el aumento en las frecuencias de *Gloeotrichia*. La alta representatividad de pocas especies de algas verdes y cianobacterias indica el desarrollo de una laguna, con una zona litoral y sublitoral altamente productiva. *Botryococcus* presenta bajas proporciones, al igual que en el resto de la secuencia, en concordancia con un cuerpo de agua no estratificado y de poca profundidad. Por otra parte el registro de una única especie de Desmidiaceae refuerza la inferencia de condiciones del agua eutróficas, con un pH relativamente alto, que no habría favorecido el desarrollo de una flora rica y diversa de estas algas. En esta zona se registran los máximos valores de concentración para la mayoría de los taxones analizados. Esto podría deberse al mejoramiento de las condiciones en el cuerpo de agua para el desarrollo de estos taxones, o bien responder a un cambio en la sedimentación. Considerando las frecuencias relativas y las concentraciones para este intervalo, los bajos porcentajes de quistes de Peridinioideae y *Cobricosphaeridium* podrían ser el resultado de un aumento significativo en las frecuencias de las clorófitas y cianófitas. La eutrofización reflejada por la comunidad de algas podría vincularse a un mejoramiento de las condiciones climáticas, especialmente un incremento de la temperatura y humedad. Según Stutz *et al.* (2002), el espectro

polínico refleja una comunidad dulceacuícola de hidrófitas palustres y sumergidas sin análogos actuales. Las fluctuaciones en los valores en porcentajes y de concentración de *Myriophyllum* y otras hidrófitas, sugieren que la superficie de agua libre se incrementó en pulsos.

Desde los 400  $^{14}\text{C}$  años A.P., la dominancia en los restos algales de *Pediastrum* y *Scenedesmus* y las bajas frecuencias de *Botryococcus* indican que se mantuvieron, aunque con oscilaciones, las condiciones de un cuerpo de agua relativamente somero y con un alto contenido de nutrientes. La alternancia de períodos más o menos favorables para el desarrollo de las algas se vincularía a modificaciones en el tamaño del cuerpo de agua. Los intervalos de bajas frecuencias de algas corresponderían a los pulsos de retracción de la laguna.

La baja representación de quistes de Peridinioideae podría deberse a una disminución de la salinidad, o bien, a la escasa penetración de la luz, originado por un florecimiento importante de las cianófitas y clorófitas. La notable disminución de *Cobricosphaeridium* podría atribuirse a condiciones estables de baja salinidad, donde la población productora de estos huevos de resistencia no habría proliferado, por haber estado sometida a una fuerte competencia por parte de otros organismos. Stutz *et al.* (2002) sugieren para este momento una reducción del cuerpo de agua libre en condiciones climáticas más secas y el desarrollo de una laguna semejante a la actual. El aumento en la frecuencia de *Azolla*, respondería también a la presencia de zonas poco profun-

das circundando el cuerpo de agua.

## Conclusiones

Las variaciones en las frecuencias y concentraciones de las algas y acritarcos, permitieron inferir cambios en el tamaño y las condiciones físicas y químicas de la laguna Hinojales durante el Holoceno Tardío. La distribución de estos palinomorfos acuáticos, autóctonos en el cuerpo de agua, mostró cambios en concordancia con los datos polínicos y paleontológicos.

Si bien no se registraron indicadores marinos, las algas y los acritarcos indican para el intervalo 4.500 - 2.100 <sup>14</sup>C años A.P. condiciones de *stress* ambiental relacionadas con una salinidad variable. La transgresión marina post-glacial habría originado un incremento en la salinidad de los suelos y de la laguna, modificando las comunidades bentónicas y microplanctónicas desarrolladas en el cuerpo de agua. A partir de los 2.100 <sup>14</sup>C años A.P. los datos palinológicos muestran condiciones más estables de salinidad con una paulatina eutrofización, posiblemente vinculada a condiciones de mayor temperatura y humedad. A partir de los 400 <sup>14</sup>C años A.P. el espectro de las algas refleja variaciones en el tamaño de la laguna sugiriendo intervalos caracterizados por precipitaciones variables.

## Palinología sistemática

División CHLOROPHYTA Pascher 1914

Clase CHLOROPHYCEAE Kützing 1843

Orden CHLOROCOCCALES Marchand 1895

Familia HYDRODICTYACEAE (Gray) Dumortier 1829

Género *Pediastrum* Meyen 1829

**Especie tipo.** *Pediastrum duplex* Meyen 1829.

*Pediastrum boryanum* (Turpin)

Meneghini 1840

Figura 4.A

**Observaciones.** Las células son granuladas, observándose en algunos casos un reticulado irregular tenue; gránulos ubicados en la intersección de los muros. En algunos especímenes se observan las dehiscencias en las células.

**Dimensiones.** Cenobios de 63 - 130  $\mu\text{m}$  de diámetro (9 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 14a: 53,2/109, 16a: 53,5/103,7; 29a: 59,9/109,4; 29a: 60,5/111,2; 29a: 60,7/111; 29a: 61/108,8; 29a: 54,5/113,8; 29a: 56,8/96,2; 29c: 15/99,1.

*Pediastrum musterii* Tell y

Mataloni 1990

Figura 4.B

**Dimensiones.** Cenobios de 60 - 80  $\mu\text{m}$  (9 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 11a: 60,8/111,9; 14a: 59,3/110; 14a: 59,2/109; 16a: 9,2/152,9; 16a: 13,7/153,5, 29a: 59,9/109,5; 29a: 60,1/109,8; 29c: 14,2/107,6; 29c: 13,6/103,7.

Familia SCENEDESMACEAE Oltmanns 1904

Género *Scenedesmus* Meyen 1829

**Especie tipo.** *Scenedesmus obtusus* Meyen 1829.

*Scenedesmus* sp.

Figura 4.C

**Descripción.** Cenobios lineares de 5 a 13 células elipsoidales de extremos redondeados. Células psiladas, de 13 - 25  $\mu\text{m}$  de largo y 5 - 12  $\mu\text{m}$  de ancho, dispuestas en una hilera con sus ejes mayores paralelos. Algunas de las células presentan dehiscencias de forma subtriangular.

**Dimensiones.** Cenobios de 50 - 56  $\mu\text{m}$  de longitud (9 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 2a: 54,6/107,5; 7a: 51,2/94,2; 10a: 61/108,3; 11a: 34,1/95,7; 11a: 96,2/34,6; 20a: 60,9/95,7; 24a: 13/111,6; 29a: 60,1/109,2; 30a: 58,9/103,2.

Familia BOTRYOCOCCACEAE Wille 1909

Género *Botryococcus* Kützing 1849

**Especie tipo.** *Botryococcus braunii* Kützing 1849.

*Botryococcus braunii* Kützing 1849

Figura 4.D

**Dimensiones.** Agregados coloniales de 35 - 50  $\mu\text{m}$  diámetro (5 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 9a 53,27/100,4; 15a: 52,9/101,9; 17a: 52/101,9; 18a: 62,1/109,1; 19a: 51,5/94,7; 20a: 53,9/102,4.

Clase ZYGNEMAPHYCEAE Round 1971

Orden ZYGNEMATALES Borge y Pascher 1913

Familia ZYGNEMATAACEAE Kützing 1898

Género *Debarya* (Wittrock) Transeau 1934

**Especie tipo.** *Debarya glyptosperma* (de Bary) Wittrock 1872.

*Debarya madrasensis* Iyengar 1932

Figura 4.E

**Dimensiones.** Diámetro del cuerpo central: 42 - 52  $\mu\text{m}$ ; dimensiones máximas del cuerpo externo: 110 - 115 x 70 - 80  $\mu\text{m}$  (7 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 2a: 49/108,3; 4a: 53,2/96,7; 6a: 54,3/106,5; 7a: 55,4/102,6; 9a: 54,3/102,6; 19a: 57/104,5; 29a: 16,4/119,6.

Género *Mougeotia* Agardh 1824

**Especie tipo.** *Mougeotia genuflexa* (Roth) Agardh 1824.

*Mougeotia laetenvirens* (Braun) Wittrock 1877  
Figuras 4.F-H

**Dimensiones.** Las partes cilíndricas, con un aplastamiento secundario, miden 58 - 67 x 70 - 79  $\mu\text{m}$ . Diámetro de las valvas: 48 - 65 x 35 - 53  $\mu\text{m}$ . Altura cilindro: 31-35  $\mu\text{m}$  (14 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 3a: 57,5/98,5; 7a: 50,8/94; 9a: 52,5/95,2; 10a: 60,4/100,1; 12a: 58,2/108,8, 18a: 60/93,8; 29a: 34,1/112,5.

**Observaciones.** Las cigósporas son cilíndricas a levemente cónicas, de pared escabrada a vermiculada con un espesor menor de 1  $\mu\text{m}$ . Las valvas se encuentran junto a los especímenes, o aisladas.

*Mougeotia* sp.  
Figura 4.I

**Descripción.** Esporas cuadrangulares, con bordes laterales rectos y 4 marcas remanentes de adhesión a las células vegetativas. Pared tenuemente reticulada, con lúmenes poligonales irregulares.

**Dimensiones.** Diámetro: 25 - 29 x 27 - 33  $\mu\text{m}$  (6 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 7a: 46,1/99,3; 10a: 57,1/98,7; 18a: 62,1/103,8; 20a: 55/95,8; 24a: 14,1/156,7.

Género *Zygnema* Agardh 1824

**Especie tipo.** *Zygnema cruciatum* (Vaucher) Agardh 1816.

*Zygnema* sp.  
Figura 4.J

**Descripción.** Esporas subesferoidales o aplanadas, pared cubierta de pequeñas depresiones circulares. En algunos ejemplares se observa la sutura escasamente desarrollada.

**Dimensiones.** Diámetro: 42 - 55  $\mu\text{m}$  x 34 - 43  $\mu\text{m}$  (11 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 3a: 56,2/94,6; 4a: 97,4/53,6; 7a: 106,5/58,1; 9a: 53,3/103,7; 10a: 59,8/100; 18a: 61,9/101,9; 20a: 56,7/101,4; 29a: 35,7/100,6; 34a: 48/113.

Género *Spirogyra* Link 1820

**Especie tipo.** *Spirogyra porticalis* (Müller) Cleve 1868.

*Spirogyra* sp. 1  
Figuras 4.K-M

**Descripción.** Esporas elipsoidales a esferoidales, con extremos redondeados, mesósporo de dos capas; capa interna tenuemente escabrada, capa externa psilada. Sutura longitudinal que no rodea completamente a la espora, por lo que al abrirse las valvas permanecen unidas.

**Dimensiones.** Diámetro: 45 - 65 x 68 - 105  $\mu\text{m}$  (9 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 3b: 58,2/103; 16a: 33,4/111,8; 16a: 56,5/98,5.

**Observaciones.** Las esporas incluidas en esta categoría presentan dimensiones variables y probablemente representen a un grupo de especies naturales. Se las reúne ya que no presentan características distintivas que permitan identificarlas a nivel de especie. En algunos ejemplares sólo se preserva la capa interna del mesósporo.

*Spirogyra* sp. 2  
Figuras 4.N y 5.A

**Descripción.** Esporas elipsoidales con ápices redondeados, mesósporo de dos capas, capa interna microgranulada a granulada, capa externa psilada. La sutura, cuando observable no rodea totalmente la espora.

**Dimensiones.** Diámetro: 43-68 x 68-115  $\mu\text{m}$  (11 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 3b: 57,5/106; 7a: 60,6/95,1; 7a: 48,2/102; 16a: 59,1/110,5; 18a: 60/93,8.

**Observaciones.** En algunos especímenes se conserva solamente la capa interna del mesósporo. El material aquí estudiado probablemente forma un conjunto en el que estarían incluidas un grupo de especies naturales. Al igual que para *Spirogyra* sp. 1, no hay características suficientes para identificarlas a nivel específico.

*Spirogyra* sp. 3  
Figura 5.B

**Descripción.** Esporas subesferoidales, mesósporo de dos capas, capa externa psilada, capa interna con un retículo irregular de muros sinuosos (hasta 1  $\mu\text{m}$ ) y lúmenes escabrados. No se observa sutura.

**Dimensiones.** Diámetro: 45 - 64 x 63 - 95  $\mu\text{m}$  (3 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 3b:61,6/104,6.

**Figura 4. A, *Pediastrum musterii*** Tell y Mataloni LH 11a: 60,8/111,9. **B, *Pediastrum boryanum*** (Turpin) Meneghini LH29 a: 61/108,8. **C, *Scenedesmus*** sp. LH 11a: 95,7/34,1. **D, *Botryococcus braunii*** Kützing LH 9a: 53,2/100,4. **E, *Debarya madrasensis*** Iyengar LH 7a: 55,4/102,6. **F-H, *Mougeotia laetenvirens*** (Braun) Wittrock; **F**, LH 9a: 55,3/95,8; **G**, LH 18a: 60/93,8; **H**, LH 10a: 60,4/100,1. **I, *Mougeotia*** sp. LH 7a: 99,3/46,1. **J, *Zygnema*** sp. LH 9a: 53,3/103,7. **K, *Spirogyra*** sp. 1 LH 3b: 58,2/103. **L, *Spirogyra*** sp. 1 LH 16a: 33,4/111,8. **M, *Spirogyra*** sp. 1 LH 16a: 56,5/98,5. **N, *Spirogyra*** sp. 2 LH 7a: 60,6/95,1. **Ñ, *Spirogyra*** sp. 2 LH 16a: 59,1/110,5. Figuras / figures A,C,M,Ñ (x 650); figuras / figures B,E,K (x 400); figuras / figures D,G,I (x 850); figuras / figures F (x 580); figuras / figures H,J (x 750); figuras / figures L,N (x 470). Todas las fotomicrografías fueron tomadas con contraste de interferencia / All photomicrographs were taken using interference contrast.





***Spirogyra* sp. 4**  
Figura 5.C

**Descripción.** Esporas elipsoidales con extremos redondeados. Mesósforo de dos capas, capa interna, de 1 µm de espesor, con pliegues sinuosos de superficie escabrada, orientados longitudinalmente; capa externa psilada.

**Dimensiones.** Diámetro: 47-59 x 100 -103 µm (5 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 3b: 57,5/106.

Familia DESMIDIACEAE Kützing 1833

Gen. et sp. indet.

Figuras 5.D-E

**Descripción.** Esporas con 13-14 protuberancias o proyecciones cortas que le otorgan un contorno poligonal. Pared psilada, no estratificada, con un espesor (1 µm. En algunos especímenes, se observa una apertura de forma triangular.

**Dimensiones.** Diámetro máximo de la espora (incluyendo protuberancias): 29-32 µm (7 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 18a: 61,2/103,7; 18a: 61,4/106,2; 20a: 54,3/94,3.

División CYANOPHYTA Smith 1930

Clase CYANOPHYCEAE Sachs 1874

Orden NOSTOCALES Anagnostidis y Komárek 1989

Familia RIVULARIACEAE Rabenhorst 1865

Género ***Gloetrichia*** (Bornet y Flahault)

Agardh 1886

**Especie tipo.** *Gloetrichia pisum* Bornet y Flahault 1886

***Gloetrichia* sp.**

Figuras 5.F-G

**Descripción.** Vainas tubiformes, rectas a levemente curvadas. Extremo distal abierto, extremo proximal redondeado con una depresión (conexión original con el heterocisto globoso desprendido). Pared formada por dos capas, la externa de menos de 1 µm y la interna de ca. 2,5 µm de espesor.

**Dimensiones.** Largo de la vaina: 64-105 µm ; ancho de la vaina 16-20 µm (8 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 3b: 58,2/106,9; 6a: 55/103,5; 18a: 63,1/ 106,1; 20a:

60,4/99,3; 23a: 53,9/97,2; 24a: 25,2/101,3.

**Observaciones.** En casi todos los especímenes estudiados es común la presencia de acinetos (esporas de resistencia) de forma cilíndrica, adyacentes al extremo proximal.

Division DINOFLAGELLATA (Bütschli)

Fensome *et al.* 1993

Clase DINOPHYCEAE Pascher 1914

Familia PERIDINIACEAE Ehrenberg 1831

Subfamilia PERIDINIOIDEAE Autonomia

Gen. et sp. indet.

Figuras 5.H-I

**Descripción.** Quistes proximados y cavados, peridinioideos, pentagonales redondeados a ovoidales, epiquiste más desarrollado que el hipoquiste. Pared delgada, de dos capas, perifragma densamente granular y endofragma liso. Cavidades desarrolladas alrededor del apex, del antapex y a los costados del sulcus. Arqueopilo parcialmente desarrollado, esbozándose a veces como una ruptura en el ápex y en otros casos, en la zona cingular. Paracíngulo indicado por una leve indentación y por dos pliegues paralelos con gránulos alineados, con un desplazamiento de aproximadamente dos anchos cingulares. Tabulación incompleta y variablemente indicada por algunas trazas de parasuturas y ocasionalmente por crestas bajas entre las placas precingulares. En algunos ejemplares se observa la placa 1' pequeña y la placa 7'' grande. Ónfalos (cuerpos celulares internos) siempre presentes.

**Dimensiones.** Ancho del quiste 51 - 74 µm; largo del quiste 55 - 78 µm (15 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 24a: 54,8/108,6; 26d: 26,2/108; 26d: 25,4/106; 29d: 4,2/91,5; 27a: 45/102.

**Observaciones.** La pared está frecuentemente muy plegada, lo que dificulta la observación de los rasgos tecamórficos. Las características observadas en los ejemplares mejor preservados son similares a las de los quistes de *Peridinium gatunense*, entre ellas la forma general y tamaño del quiste, el tamaño y forma de las placas de la superficie ventral (1' y 7''), el fuerte desplazamiento cingular y la distribución de gránulos en las áreas intratabulares y bordes del cíngulo.

**Figura 5. A, *Spirogyra* sp. 2 LH 7a: 48,2/102. B, *Spirogyra* sp. 3 LH 3b: 61,6/104,6. C, *Spirogyra* sp. 4 LH 3b: 57,5/106. D-E, Desmidiaceae; D, LH 18a: 61,4/106,2; E, LH 18a: 61,2/103,7. F-G, *Gloetrichia* sp.; F, LH 23a: 53,9/97,2 vaina con acineto / sheat with akinetes; G, LH 24a: 25,2/101,3. H-I, Quistes de Peridinioideae / *Peridinioideae* cysts; H, LH 26d: 26,2/108; I, LH 26d: 25,4/106. J, Acritarco / *Acritarch* sp. A LH 17a: 56,5/112,2. K-L, Acritarco / *Acritarch* sp. B LH 2a: 55,2/97,5; K, foco alto / *high focus*; L, foco intermedio / *intermediate focus*. M, Acritarco / *Acritarch* sp. D LH 1a: 62,8/111,2. N, Acritarco / *Acritarch* sp. C LH 2a: 59,7/93,7. Ñ, Acritarco / *Acritarch* sp. E LH 1a: 9,5/153,9. Figuras / figures A,B,Ñ (x 450); figuras / figures C,F,G (x 370); figuras / figures D,E,M (x 1000); figuras / figures H,I (x 700); figuras / figures K,L (x 1400); J (x 1125); figura / figure N (x 750). Todas las fotomicrografías fueron tomadas con contraste de interferencia / All photomicrographs were taken using interference contrast.**

**Figura 6. A, *Cobricosphaeridium serpens*** (Harland and Sarjeant) Head *et al.* LH 29d: 50,4/95,3. **B-C, *Cobricosphaeridium* sp. 1** Head *et al.*; **B**, LH 26a: 53,7/93,2; **C**, LH 26b: 46,4/111,5. **D-E, *Cobricosphaeridium* n. sp.** en Head *et al.* -(en prensa). **D**, LH 29c: 25,7/99. **E**, LH 29d: 51,3/91,8. **F, *Cobricosphaeridium* sp. cf. *C. spiniferum*** Harland and Sarjeant LH 29d: 59,6/109,9. Figura / *figure* A (x 560); figuras / *figures* B-D (x 725); figuras / *figures* E,F (x 750). Todas las fotomicrografías fueron tomadas con contraste de interferencia / *All photomicrographs were taken using interference contrast.*

***Incertae Sedis***  
**Acritarco sp. A**  
Figura 5.J

**Descripción.** Palinomorfos subesferoidales de pared psilada y con una apertura en forma de “*split*” ondulado.

**Dimensiones.** Diámetro: 23 - 24  $\mu\text{m}$  (3 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 17b: 57,5/105,4; 17a: 57,4/104; 17a: 56,5/112,2.

**Acritarco sp. B**  
Figura 5.K-L

**Descripción.** Palinomorfos globosos de pared de 1  $\mu\text{m}$  de espesor, cubiertos con gran número de espinas de 1,5 - 2,0  $\mu\text{m}$  de longitud. La apertura es un “*split*” en forma de una S abierta.

**Dimensiones.** Diámetro: 14-18  $\mu\text{m}$  (5 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado:** LPUNS-LH 1a: 53,4/96,4; 2a: 55,2/97,5; 4a: 99,6/57; 17b: 55,2/99,6.

**Acritarco sp. C**  
Figura 5.N

**Descripción.** Palinomorfos subesferoidales a elipsoidales, cubiertos de espinas cónicas huecas de 2,5 - 3  $\mu\text{m}$  de longitud. No se observa dehiscencia.

**Dimensiones.** Diámetro: 43-53  $\mu\text{m}$  x 36-38  $\mu\text{m}$  (3 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 1a: 94,3/56,4; 2a: 59,7/93,7, 19a: 94,9/57,2; 23a: 96,8/43.

**Acritarco sp. D**  
Figura 5.M

**Descripción.** Palinomorfos esferoidales, pared de una sola capa, con crestas de 1  $\mu\text{m}$  que determinan lúmenes poligonales irregulares. No se observa apertura.

**Dimensiones.** 23-29  $\mu\text{m}$  de diámetro (3 ejemplares medidos).

**Principal material estudiado.** LPUNS-LH 2: 55,4/112,3; 1a: 62,8/111,2.

**Acritarco sp. E**  
Figura 5.Ñ

**Descripción.** Palinomorfo discoidal, de pared microreticulada, con piloma subcircular de 25 x 18  $\mu\text{m}$  diámetro.

**Dimensiones.** diámetro: 85  $\mu\text{m}$  (1 ejemplar medido).  
**Material estudiado.** LPUNS-LH 1a: 9,5/153,9.

## Agradecimientos

Este trabajo fue financiado con los subsidios Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICTs 7-6477/99 y 7-9659), Universidad Nacional de Mar del Plata (15/E138) y Universidad Nacional del Sur. La primera autora (C.M.B.) agradece a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires el apoyo económico proporcionado mediante una beca de perfeccionamiento. A S. Stutz, quien facilitó los residuos orgánicos para este estudio. A G. Tell, quien amablemente colaboró en la asignación de las especies de *Pediastrum*; a A. Boltovskoy por la discusión sobre los quistes de dinoflagelados y por el valioso asesoramiento en la comparación con el material actual. A Patricia Cervellini, V. Bianchinotti, N. Ferrer y P. Leonardi, por la consulta permanente. A P. Peralta y a un revisor anónimo por sus oportunas sugerencias que contribuyeron a mejorar este trabajo.

## Bibliografía

- Agardh, C.A. 1816. *Synopsis Algarum Scandinaviae*. Lundae.
- Agardh, C.A. 1824. *Systema Algarum*. 312 pp. Lundae (reimpreso por Editio Anastatica Amstelodami, A. Asher y Co. 1965).
- Batten, D.J. 1996. Chapter 7C. Colonial Chlorococcales. En: J. Jansonius y D.C. McGregor (eds.), *Palynology: principles and applications*, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 1: 191-203.
- Batten, D.J. y Van Geel, B. 1985. *Celyphus rallus*, probable Early Cretaceous rivulariacean blue-green alga. *Review of Palaeobotany and Palynology* 44: 233-241.
- Belmonte, G. 1997. Resting eggs in the life cycle of *Acartia italica* and *A. adriatica* (Copepoda, Calanoida, Acartiidae). *Crustaceana* 70: 114-117.
- Belmonte, G. 1998. The egg morphology of 7 Acartiidae species: a preliminary survey of the ootaxonomy of calanoids. *Journal of Marine Systems* 15: 35-39.
- Boltovskoy, A. 1973. Formación del arqueopilo en tecas de dinoflagelados. *Revista Española de Micropaleontología* 5: 81-98.
- Bornet, E. y Flahault, C. 1886. Revision des Nostacacées heterocystées. *Ann. Sci. Nat. Bot. Ser. 7*, 3: 323-381.
- Burden, E.T., McAndrews, J.H. y Norris, G. 1986. Palynology of Indian and European forest clearance and farming in lake sediment cores from Awenda Provincial Park, Ontario. *Canadian Journal of Earth Science* 23: 43-54.
- Castro-Longoria, E. 2001. Comparative observations on the external morphology of subitaneous and diapause eggs of *Acartia* species from Southampton Water. *Crustaceana* 74: 225-236.
- Cleve, P. 1868. Försök till en monografi öfver de Svenska Arterna af algfamilien Zygnemaceae. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*. Ser. 3, 6.
- Cohen, R.G. 1995. Crustacea Anostraca. En: E. Lopretto y G. Tell (eds.), *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*. (Tomo II). Ediciones Sur, La Plata. 1401 pp.
- Cole, J.M. y Crittenden, S. 1997. Early Tertiary basin formation and development of lacustrine and quasi-lacustrine/marine source rocks on the Sunda Shelf of SE Asia. En: A.J. Fraser, S.J. Matthews y R.W. Murphy (eds.), *Petroleum Geology of Southeast Asia*, Geological Society Special Publication 126: 147-183.
- Fasano, J.L. 1991. [Geología y Geomorfología. Región III. Faro Querandí - Mar de Cobo. Provincia de Buenos Aires. Informe Final. Convenio de Cooperación Horizontal. CFI y UNMdP. 118 pp. Inédito].
- Fernández, C.A. 1993. Fungal palynomorphs and algae from holocene bottom sediments of Chascomús lake, Buenos Aires province, Argentina. *Palynology* 17: 187-200.
- Ferrer, N.C. 1998. [Biología y taxonomía de Zygnemataceae (Zygnematophyceae, Chlorophyta) del sur de la Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur. 172 pp. Inédito.]
- Gómez, E.A., Martínez, D., Cusminsky, G.C., Borel, C.M. y Guerstein, G.R. 2000. Submerged tidal flats at the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Profile* 18: 6 pp. (CD-ROM).
- Grimm, E. 1991-93. *Tilia Software*. Illinois State Museum. Research & Collection Center. Springfield, Illinois.
- Grill, S. y Guerstein, G.R. 1995. Estudio palinológico de sedimentos superficiales en el estuario de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Polen* 7: 41-49.
- Grill, S.C. y Quattrocchio, M.E. 1996. Fluctuaciones eustáticas durante el Holoceno a partir del registro de paleomicroplancton; arroyo Napostá Grande, sur de la provincia de Buenos Aires. *Ameghiniana* 33: 435-442.
- Guarrera, S.A., Cabrera, S.M., López, F. y Tell, G. 1968. Fitoplancton de las aguas superficiales de la Provincia de Buenos Aires. I. Área de la Pampa Deprimida. *Revista del Museo de La Plata, Sección Botánica* 10: 223-331.
- Harland, R. y Sarjeant, W.A.S. 1970. Fossil freshwater microplankton (dinoflagellates and acritarchs) from Flandrian (Holocene) sediments of Victoria and Western Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 83: 211-234.
- Head, M.J., Borel, C.M., Guerstein, G.R. y Harland, R. (en prensa). The problematic aquatic palynomorph genus *Cobricosphaeridium* Harland and Sarjeant, 1970 *emend.*, with new records from the Holocene of Argentina. *Journal of Paleontology*.
- Hoshaw, R.W. y McCourt, R.M. 1988. The Zygnemataceae (Chlorophyta): a twenty-year update of research. *Phycologia* 27: 511-548.
- Iyengar, M.O.P. 1932. Studies on Indian Zygnematales. *Rev. Algol.* 6.
- Kützing, F.T. 1849. *Species Algarum*. Leipzig, 912 pp.
- Lee, R.E. 1999. *Phycology*. Cambridge University Press. Cambridge. 614 pp.
- Link, H.F. 1820. *Epistola de algis aquaticis in genera disponendis*. Bonn.
- McMinn, A. 1991. Recent dinoflagellate cysts from estuaries on the central coast of New South Wales, Australia. *Micropaleontology* 37: 269-287.
- Meneghini, G. 1840. Synopsis Desmidiacearum hucusque cognitatum. *Linnaea* 14: 201-240.
- Meyen, F.I.F. 1829. Beobachtungen über einige niedrige Algenformen. *Nova Acta Phys. Med. Acad. Caesar. Leop. Carol.* 14: 771-778.
- Pals, J.P., Van Geel, B. y Delfos, A. 1980. Paleocological studies in the Klokkeweel bog near Hoogkarspel (prov. of Noord-Holland). *Review of Palaeobotany and Palynology* 30: 371-419.
- 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° Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses (Mar del Plata, 1998), *Actas*: 257-258.
- Randhawa, M.S. 1959. *Zygnemataceae*. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 478 pp.
- Stutz, S. 2001. Vegetación del área de la laguna Mar Chiquita. En: O. Iribarne (ed.), *Reserva de biósfera Mar Chiquita: Características físicas, biológicas y ecológicas*. Editorial Martín, Mar del Plata, pp. 75-78.
- 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.
- Tell, G. y Mataloni, G. 1990. Systematic studies on the *Pediastrum kawraiskyi-musterii-patagonicum* complex (Chlorophyta): Two new species and morphological variations in two Patagonian lakes (Argentina). *Nova Hedwigia* 50: 159-180.
- Transeau, E.N. 1934. The genera of the Zygnemataceae. *Transactions of the American Microscopical Society* 53: 201-207.
- Van den Hoek, C., Mann, D.G. y Jahns, H.M. 1995. *An introduction to phycology*. Cambridge University Press, Cambridge, 623 pp.
- Van Geel, B., Hallewas, D.P. y Pals, J.P. 1983. A Late Holocene deposit under the Westfriese Zeedijk near Enkhuizen (Prov. of Noord-Holland, The Netherlands): palaeoecological and ar-

- chaeological aspects. *Review of Palaeobotany and Palynology* 38: 269-335.
- 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.
- Wittrock, V.B. 1872. Om Gotlands och Ölands Scötvattensalger, Bihang Kongliga. *Svenska vetenskaps-Akademiens Handlingar* 1: 1-72.
- Wittrock, V.B. y Nordstedt, S.F.O. 1877. *Algae aquae dulcis exsiccatae*. Index Lund.
- Zippi, P.A. 1998. Freshwater algae from the Mattagami Formation (Albian), Ontario: Paleoecology, botanical affinities, and systematic taxonomy. *Micropaleontology* 44, supplement 1: 1-78.

**Recibido:** 19 de abril de 2002.

**Aceptado:** 6 de junio de 2003.