

## Quistes de dinoflagelados no marinos del Holoceno de la provincia de Buenos Aires, Argentina: relación con especies actuales de *Peridinium*

C. Marcela BOREL<sup>1,3</sup>, Andrés BOLTOVSKOY<sup>2,5</sup>, G. Raquel GUERSTEIN<sup>3,5</sup> & Silvina M. STUTZ<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Instituto Argentino de Oceanografía, Complejo CRIBABB, La Carrindanga km 7.7, 8000 Bahía Blanca, Argentina. E-mail: maborel@criba.edu.ar. <sup>2</sup>División Científica Ficología, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina. E-mail: anboltov@fcnym.unlp.edu.ar. <sup>3</sup>Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670, 8000 Bahía Blanca, Argentina. E-mail: gmguerst@criba.edu.ar. <sup>4</sup>Departamento de Biología, Universidad Nacional de Mar del Plata, Funes 3250, 7600 Mar del Plata, Argentina. E-mail: smstutz@mdp.edu.ar. <sup>5</sup>CONICET.

**Abstract: Non marine dinoflagellate cysts from the Holocene of Buenos Aires province, Argentina: relationship with recent species of *Peridinium*.** Palynological zones with important frequencies of peridinioid organic walled dinoflagellate cysts were reported for freshwater to brackish, middle to late Holocene sequences from southeast of Buenos Aires province, Argentina. The recovered dinocysts have a thin wall, frequently folded; with granulate periphragm and smooth endophragm. The tabulation and the archeopyle suture are difficult to discern. These non-marine palynomorphs are described and compared with modern cysts recovered from a bloom of *Peridinium willei* Huitfeld-Kaas in a pool at Casali Quarry, Los Talas, Buenos Aires province, and with recent cysts produced in San Roque reservoir, Córdoba province, by *Peridinium gatunense* Nygaard. The comparison points out the scarcity of morphological distinctive features characteristic of the theca stage, though shows general similarities between the present and fossil cysts.

**Key words:** Dinoflagellates, Peridinioid cysts, Holocene, Argentina.

La mayor parte de los dinoflagelados, y particularmente los del orden Peridiniales, son organismos biflagelados y haploides en su estado vegetativo. Bajo ciertos estímulos, como la limitación de nutrientes, algunas especies producen gametas cuya fusión da lugar a una cigota diploide nadadora (planocigota). Ulteriormente ésta pierde sus flagelos para transformarse en una hipnocigota o quiste de resistencia (dinoquiste), y sedimenta (Pfiester & Anderson, 1987). El dinoquiste, a diferencia del estado vegetativo, posee una o más cubiertas orgánicas no celulósicas, sumamente resistentes a los agentes químicos, por lo que puede ser preservado en los sedimentos. Mientras que para los neontólogos «quiste» comprende tanto las cubiertas como su contenido, para los micropaleontólogos lo que se estudia como «quistes de dinoflagelados» son sólo las cubiertas.

Durante el análisis palinológico de secciones holocenas del sudeste de la provincia de Buenos Aires (Fig. 1) que incluyeron proxies acuáticos no polínicos (algas, huevos de invertebrados y acritarcos), se reconocieron zonas con una importante frecuencia de dinoquistes continentales

(hasta 20%). Estos dinoquistes fueron registrados por primera vez como peridinioideos (pertenecientes a la Subfamilia Peridinioideae, Familia Peridinaceae) en la base del testigo Laguna Hinojales, datada en  $4.240 \pm 60$  <sup>14</sup>C años A.P. (Borel *et al.*, 2003). Posteriormente se reconocieron en la sección arroyo La Ballenera, entre los ca. 6.300 y los ca. 5.600 <sup>14</sup>C años A.P. (Borel, 2003). Asimismo están presentes en las secciones del arroyo Las Brusquitas (Vilanova *et al.*, 2005) y del arroyo Claromecó (Vilanova, 2005). En estos espectros palinológicos los dinoquistes aparecen generalmente asociados a cenobios de microalgas verdes (*Pediastrum*, *Scenedesmus* y *Botryococcus*), cigósporas de macroalgas (Zygnemataceae), vainas de cianobacterias (*Gloeotrichia*) y huevos de resistencia de invertebrados. Estos últimos y otros proxies como el polen, las diatomeas y los gastrópodos indican la presencia de cuerpos de agua dulce a salobre, que fueron afectados por los cambios del nivel del mar durante el Holoceno medio a tardío (Prieto *et al.*, 1998; Stutz *et al.*, 1999; Espinosa *et al.*, 2003; Borel *et al.*, 2003; Prieto *et al.*, 2003; Vilanova *et al.*, 2005). Estos peridinioideos constituyen los primeros

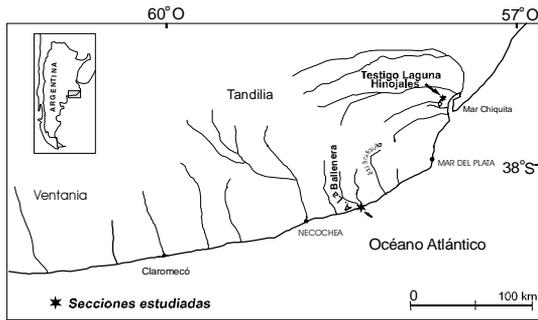


Fig. 1. Mapa de ubicación de las secciones holocenas / Location map of holocene sections.

registros de dinoquistes en sedimentos no marinos para el Holoceno de Argentina. Sólo el 10% de los dinoflagelados actuales son de agua dulce y de las 220 especies reconocidas hasta el momento unas pocas producen dinoquistes fosilizables distintivos (Head, 1996). Las especies de *Peridinium* son las más comunes entre los dinoquistes no marinos y no poseen nombres paleontológicos, dado que sus registros en sedimentos pre-cuaternarios son muy escasos.

Por otra parte, los estudios de dinoflagelados actuales de agua dulce de nuestro país, comprenden información ecológica y la descripción detallada de las tecas de varias especies de *Peridinium* (Boltovskoy, 1973a y b; 1975; 1976; 1984; 1989; 2003). Sólo para *Peridinium bipes* Stein, *P. gatunense* Nygaard, *P. cinctum* (Müller) Ehrenberg y *P. willei* Huitfeldt-Kaas existe además información referida a la morfología de los dinoquistes producidos por las tecas parentales (Boltovskoy, 1973a y b; 1975; 1976; 1984).

El presente estudio se basa en los especímenes holocenos obtenidos del testigo Laguna Hinojales y de la sección arroyo La Ballenera y en los dinoquistes de *P. willei* recuperados de una floración moderna en un cuerpo de agua de la Cantera Casali, provincia de Buenos Aires. También se discute la información sobre los dinoquistes de *P. gatunense* y de *P. willei*, obtenida en observaciones realizadas previamente por uno de los autores (A.B.). Los objetivos de este trabajo son: describir la morfología de los dinoquistes holocenos y mostrar sus similitudes y posible vinculación con los dinoquistes modernos producidos por especies de *Peridinium*. Por último, se sintetiza el valor de estos dinoquistes como indicadores paleoecológicos en secciones continentales holocenas.

## MATERIALES Y METODOS

Para este estudio se seleccionaron muestras provenientes del testigo Laguna Hinojales, extraído en la Laguna homónima (37° 34' S; 57° 27' O) y de la sección arroyo La Ballenera (38° 19' S; 57° 57' O), ubicada a 300 m de la desembocadura de ese arroyo, provincia de Buenos Aires, Argentina. Estas muestras de sedimento fueron procesadas siguiendo las técnicas palinológicas descriptas por Gray (1965) y Faegri & Iversen (1989) en el Laboratorio de Palinología y Paleoecología de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Los residuos orgánicos fueron filtrados con malla de nylon de 10  $\mu$ m y luego teñidos con safranina-o. Con el material retenido se realizaron 1 ó 2 preparados por muestra (designados a, b), en gelatina-glicerina, los cuales se encuentran archivados en la Palinoteca del Laboratorio de Palinología de la Universidad Nacional del Sur bajo las siglas LPUNS-LH.

Las muestras de plancton correspondientes al florecimiento de *Peridinium willei* fueron obtenidas mediante red de plancton en un cuerpo de agua en la Cantera Casali, Los Talas, provincia de Buenos Aires, en agosto de 1982. Fueron tratadas con el método acetolítico (ácido sulfúrico y ácido acético 1:9 en baño de agua sin llegar a ebullición) para eliminar el contenido celulósico. El residuo obtenido fue teñido con safranina-o, montado en glicerina y archivado en la Palinoteca del Laboratorio de Palinología de la Universidad Nacional del Sur como LPUNS-CC.

El estudio fue realizado con un microscopio Nikon Eclipse 600 y las fotomicrografías se tomaron con una cámara digital Nikon Coolpix E950, del Laboratorio de Palinología de la Universidad Nacional del Sur.

## RESULTADOS

### Dinoquistes holocenos de las secciones estudiadas (Provincia de Buenos Aires) (Fig. 2, A-L)

Los dinoquistes son proximados y ligeramente cavados, de forma peridinioidea: pentagonales redondeados a ovoidales, con el epiquiste más desarrollado que el hipoquiste. No presentan cuernos apicales ni antapicales, solamente pequeños abultamientos antapicales (Fig.2,J-K). La pared es delgada, formada por un perifragma granular y un endofragma liso que forma un cuerpo interno subesferoidal. Las cavidades, cuando pueden observarse, están poco desarrolladas alrededor del apex, del antapex y en los bordes del

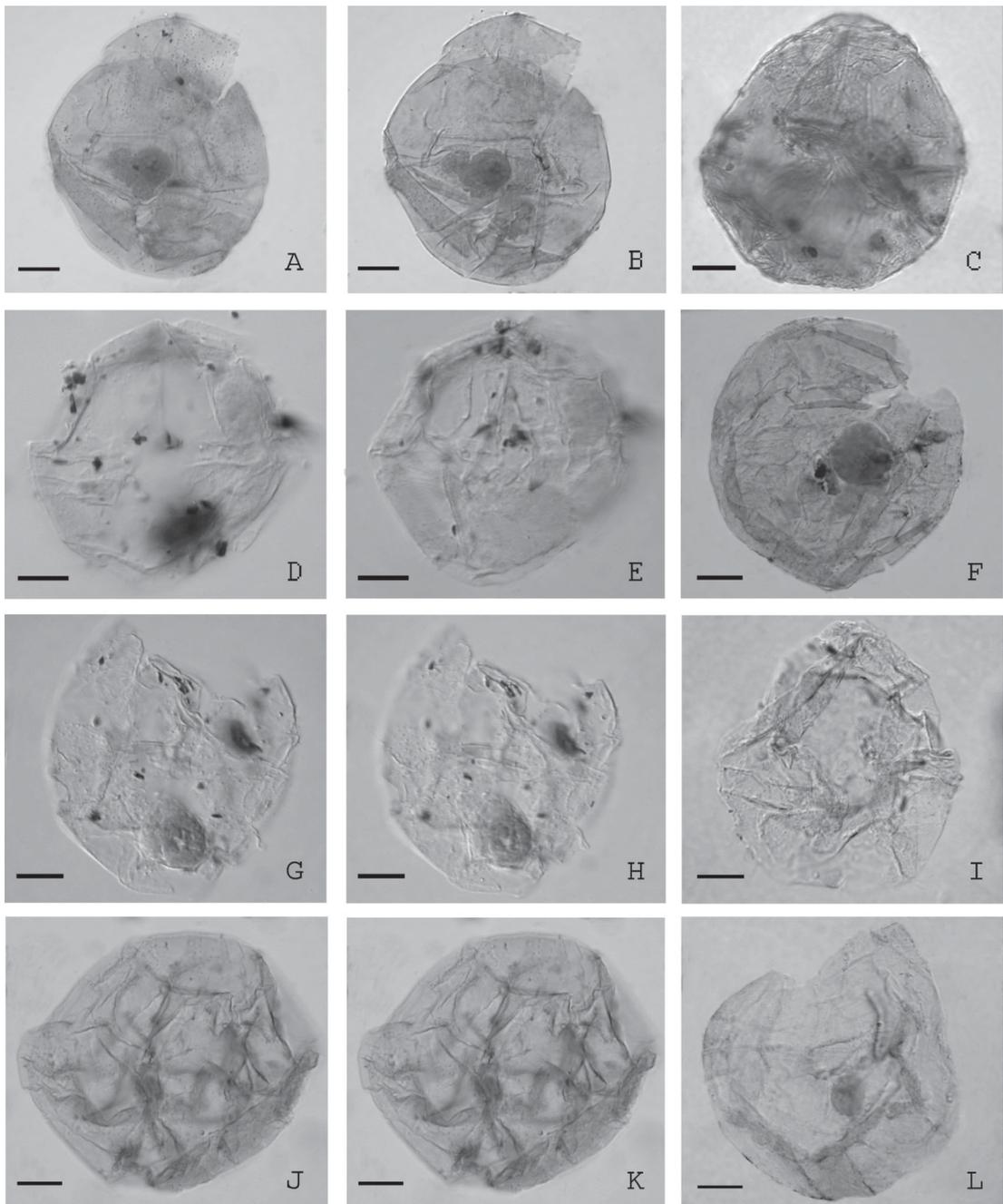


Fig. 2. A-L, Dinoquistes holocenos de Peridinioideae, A-B, LPUNS-LH26d:25,4/106; A, foco alto; B, foco intermedio; C, LH26a:54,8/108,6; foco intermedio, D-E, LH29c:31,8/98,3; F, LH26d:26,2/108, foco intermedio; G-H, LH29c:43,2/113, G, foco intermedio, H, foco bajo; I, LH29c:34,5/106,1, foco intermedio; J-K, LH26b:26,1/109,8; J, foco alto, K, foco intermedio, L, LH29d:60/97,4. Imágenes tomadas con contraste de interferencia. Escala gráfica=10  $\mu\text{m}$ .

sulcus. El arqueopilo, no discernible, se esboza como una ruptura en el epiquiste (Fig. 2,A-B; D-H, L). El cingulo, con un desplazamiento de aproximadamente dos anchos cingulares, está indicado por una leve indentación y por báculas alineadas (Fig. 2,A-B; G-H). La tabulación nunca está completamente indicada y sólo se manifiesta sobre el epiquiste por la disposición intratabular de los gránulos, por el desarrollo incipiente del borde del arqueopilo y por algunas trazas de suturas. En las líneas suturales de algunos especímenes es posible observar dentículos que reflejarían las bandas de crecimiento entre dos placas. Siempre están presentes pequeños cuerpos internos brillantes (ónfalos), que posiblemente constituyen restos de sustancias de reserva. La mayoría de los especímenes se encuentran muy plegados y sólo algunos de ellos permiten la identificación de rasgos tecamórficos. El ancho del quiste varía entre 51 y 74  $\mu\text{m}$  y su largo entre 55 y 78  $\mu\text{m}$  (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.

### Dinoquistes actuales de *Peridinium* y sus tecas parentales

De acuerdo a los datos obtenidos en estudios previos (Evitt & Wall, 1968; Norris & McAndrews, 1970; Boltovskoy, 1973a y b; 1976; 1984) los dinoquistes de *Peridinium* son proximales y tienen características morfológicas similares a las de las tecas que los producen (forma general, tamaño, características del arqueopilo). Así, *P. limbatum* (Stokes) Lemmermann desarrolla quistes de doble pared con un prominente cuerno apical inclinado hacia la izquierda, dos cuernos antapicales y una tabulación reflejada claramente sobre el perifragma por ornamentación de gránulos en el interior de las placas (Evitt & Wall, 1968; Norris & McAndrews, 1970, como tipo A). En tanto los quistes de *P. wisconsinense* Eddy presentan una forma elipsoidal con un cuerno apical, uno sólo antapical y tabulación menos distintiva (Evitt & Wall, 1968; Norris & McAndrews, 1970, como tipo B).

En nuestro país, los quistes de *Peridinium bipes* von Stein fueron descriptos brevemente como esféricos y de doble pared, en los que no se encontró arqueopilo (Boltovskoy, 1976). Sus tecas tienen una fuerte compresión dorso-ventral, una epiteca acampanada dos veces más larga que la hipoteca, no presentan cuernos y poseen un arqueopilo hemiepitecal. En el caso de *P. cinctum* (Muller) Ehrenberg sus tecas reticuladas, de forma ovoide a subcircular, también tienen arqueopilos hemiepitecales. Con respecto a

sus quistes, recuperados en la laguna Hantu de Tierra del Fuego, poseen paredes de dos capas y no muestran suturas arqueopilares (Boltovskoy, 1975).

Para *Peridinium gatunense*, Boltovskoy (1973 b) indica que desarrollaría varios tipos de quistes resistentes a la acetólisis. Éstos pueden ser de doble o simple pared y con o sin tabulación evidente. En los casos de doble pared, la externa es de forma semejante a la de la teca, es decir irregular y variable, tendiendo a esférica, con la epiteca algo más alta que la hipoteca. La pared interna que es más o menos esférica, se encuentra separada de la externa en los ápices y en los bordes del sulcus. El arqueopilo quístico coincide con el arqueopilo tecal (Boltovskoy, 1973 b) y éste involucra la epiteca permaneciendo el opérculo adherido a la hipoteca por la región sulcal (Boltovskoy, 1973 a). El estudio bajo microscopio electrónico de barrido (MEB) permite observar la presencia de báculas intratabulares y áreas parasuturales, con pequeñas indentaciones transversales que corresponderían a las bandas de crecimiento de las placas (A.B., obs. pers.). Cabe destacar que aún bajo MEB no es posible reconstruir totalmente la tabulación.

Los dinoquistes de *P. williei* en sedimentos superficiales de una turbera de Tierra del Fuego, que aún conservaban su teca, están formados por dos paredes, siendo cornucavados en el área antapical y de perifragma granular (Boltovskoy, 1984, figs. 7d. y 14). El arqueopilo tecal y el quístico tienen la misma forma, posición, tamaño y mecanismo de apertura siendo una de las similitudes estructurales entre la teca y el quiste. Este autor observó que el arqueopilo quístico se origina por el desprendimiento, parcial o total, de siete placas dorsales: una apical, tres intercalares y tres precingulares (3', 1 a, 2 a, 3 a, 3", 4", 5"). El opérculo quístico es doble, formado por las dos paredes, permaneciendo parcialmente adherido por el borde posterior de las placas 3", 4" y 5".

El análisis de la muestra de agua acetolizada de la floración de *P. williei* de la Cantera Casali, permitió recuperar quistes de resistencia subesferoidales (Fig. 3,B-L), con una pared finamente granular y delgada, que se pliega fácilmente. Algunos gránulos se disponen en grupos lineares irregulares. La tabulación no es distintiva, excepto por la depresión sulcal no muy marcada y la indicación débil del cingulo, delimitado por hileras de gránulos (Fig. 3,C). El arqueopilo no se observa claramente; la mayoría de los especímenes presentan una sutura, parcial o totalmente desarrollada, que sería del tipo transapical (Fig. 3,H-L), como en las tecas de *P. williei*

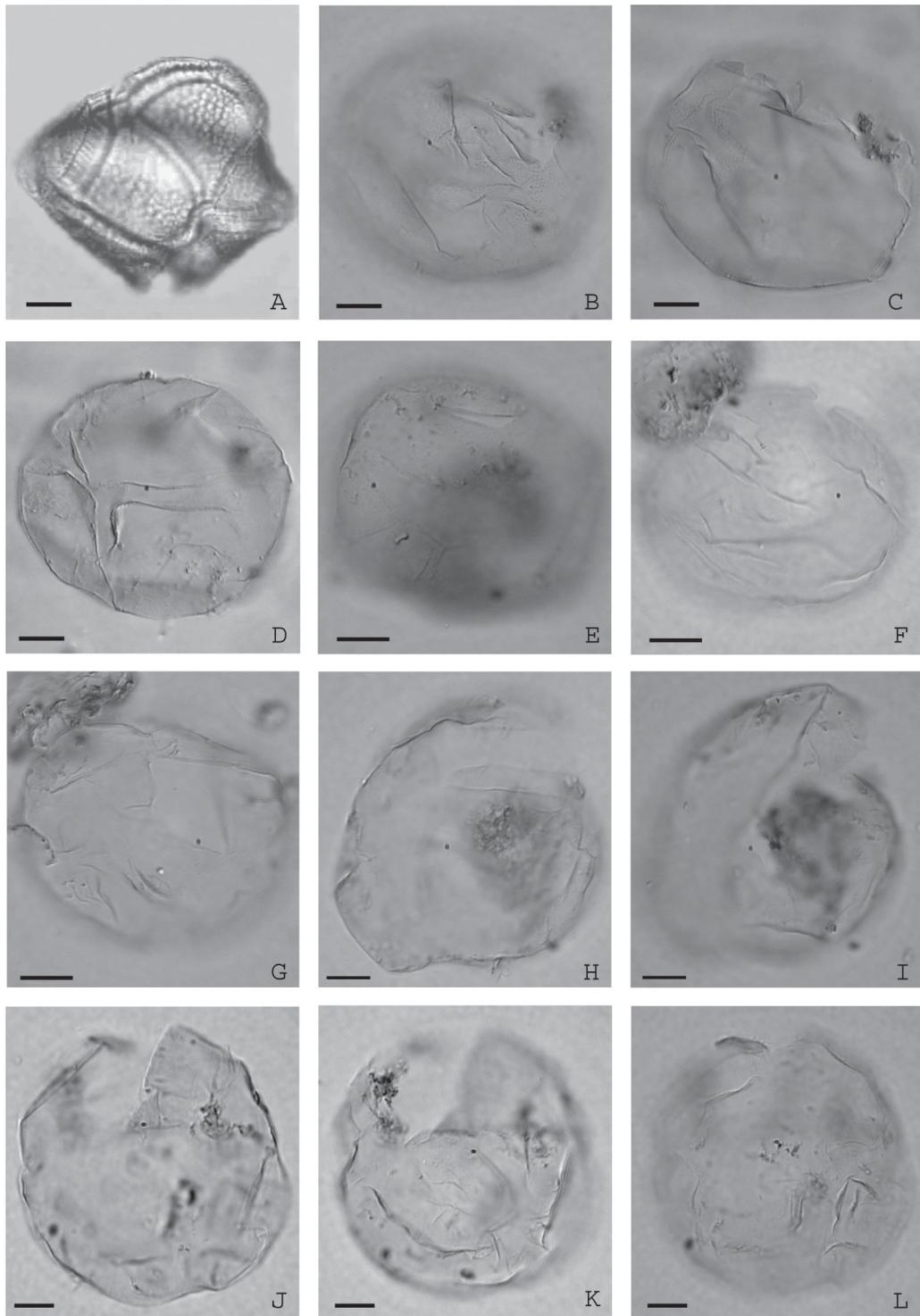


Fig. 3. A. Teca de *P. willei* con arqueopilo transapical, vista ventral; B-L, quistes de *P. willei* (Cantera Casali); B-D, LPUNS-CC:43,9/109,1; vista dorsal, focos sucesivamente más bajos; E, CC:41,3/ 110; F-G, CC:34,4/102,2; vista apical oblicua; F, foco alto; G, foco intermedio; H-I, CC:41/110; vista lateral; H, foco intermedio; I, foco bajo; J-L, CC:43,7/102,5; vista lateral con sutura transapical, focos sucesivamente más bajos. Imágenes en contraste de interferencia. Escala gráfica=10  $\mu\text{m}$ .

(Fig. 3,A) y de otras especies de *Peridinium*. Salvo que en las tecas la sutura también involucra el borde anterior dorsal del cíngulo, por lo que se produce un desprendimiento del opérculo para transformarse en un arqueopilo hemiepitecal. El ancho de los quistes recuperados en la floración varía entre 55 y 58  $\mu\text{m}$  y su largo entre 60 y 66  $\mu\text{m}$  (10 ejemplares medidos).

*Principal material estudiado:* LPUNS-CC: 43,9/109,1; 41,3/110; 34,4/102,2; 43,7/102,5; 44,1/102,2; 43,7/106,9.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Si bien no se reconstruyó completamente la tabulación de los dinoquistes registrados en las secciones holocenas del sudeste bonaerense, las observaciones realizadas permitieron establecer una vinculación con el género *Peridinium*. Entre sus características morfológicas comparables se destaca la forma peridinioidea y su tamaño; el fuerte desplazamiento del cíngulo y la distribución de báculas o gránulos en sus bordes; la presencia de dos paredes (un endofragma psilado que forma un cuerpo interno subsferoidal y un perifragma ornamentado con gránulos de disposición intratabular) y el desarrollo parcial de suturas (sobre todo las relacionadas al arqueopilo) que permiten inferir la disposición de algunas placas epitecales. Asimismo, los dinoquistes actuales de *P. willei* y *P. gatunense* presentan escasas características tecamórficas, observándose la presencia del cíngulo y del sulcus débilmente delineados y rasgos de algunas placas. Los dinoquistes de *P. willei* obtenidos de la floración de la Cantera Casali no son exactamente similares a los recuperados en la turbera de Tierra del Fuego. Una de las diferencias más notorias es el desarrollo de una única pared en el primer caso y de dos paredes en el segundo. Además, la sutura transapical aparece abierta claramente con la separación total del opérculo en algunos de los dinoquistes de la turbera (Boltovskoy, 1984, fig. 7d). Es necesario señalar que las tecas de *P. willei* de la Cantera Casali corresponden a la forma *lineatum* y las tecas de *P. willei* de Tierra del Fuego son de la forma típica *willei*. Mientras que *P. willei* f. *lineatum* presenta un aplastamiento dorsi-ventral, *P. willei* f. *sphaericum* tiene células casi esféricas y la forma *willei* tiene tecas cuya morfología es intermedia entre las otras dos (Boltovskoy, 2003). Sin embargo, esta variabilidad morfológica secuencial entre las formas parentales, interpretada como una adaptación a los diferentes niveles tróficos de los ambientes acuáticos para mejorar el aprovechamiento de la luz disponible (Boltovskoy, *op. cit.*), no

permite explicar las diferencias observadas entre los dinoquistes de resistencia de las formas *lineatum* y *willei*. Los estudios previos realizados por uno de los autores (A.B.) muestran que *P. gatunense* desarrollaría varios tipos de dinoquistes, por lo que no puede descartarse la posibilidad de que *P. willei* también produzca diferentes tipos de quistes. Las observaciones realizadas hasta el momento no permiten asignar los dinoquistes holocenos a nivel específico. Estos primeros resultados muestran la necesidad de continuar los estudios morfológicos de los dinoquistes recientes de *Peridinium* en relación con sus células vegetativas, analizando la influencia de las condiciones ecológicas sobre el posible desarrollo de quistes con características diferentes.

Las distintas especies de *Peridinium* habitan actualmente en cuerpos lénticos tanto de agua dulce como salobre, de variadas condiciones tróficas. *P. gatunense* produce floraciones en embalses y cuerpos de agua someros del centro y norte de nuestro país, en ambientes levemente alcalinos de pH 7-8 (Boltovskoy, 1983), mientras que *P. willei* es la especie de dinoflagelado más ubicua y frecuente en las aguas continentales de nuestro país y del mundo, no registrándose en ríos o arroyos (Boltovskoy, 2003). La forma *lineatum* se desarrolla en ambientes eutróficos y con temperaturas más altas, principalmente en embalses y lagunas de baja transparencia del centro y norte del país; soporta alto contenido de sales y un pH cercano a 9 (pH 8,9). La forma *willei* habita en aguas frías moderadamente eutroficadas de lagos y lagunas andinas y en turberas de Tierra del Fuego, con un pH cercano a 5.

En las reconstrucciones paleoecológicas de las secuencias holocenas, la presencia de dinoquistes de tipo peridinioideo es importante ya que constituye una evidencia indiscutible de la existencia en el pasado de cuerpos lénticos de agua dulce a salobre. Es posible que la observación y descripción detallada de estos palinomorfs, con escasas características tecamórficas, permita incrementar su reconocimiento en las secciones fósiles continentales.

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. M.V. Guler por la lectura crítica del manuscrito y a la Dra. M.B. Prámparo por sus sugerencias en calidad de árbitro. Este estudio es una contribución a los proyectos FONCyT (PICTs: 07-64057/04 y 07-14653), PIP 6416 y 15/E 267 EXA 320/05. Al Lic. G. Barrenechea por el tratamiento de las muestras de la Cantera Casali.

## BIBLIOGRAFIA

- Boltovskoy, A. 1973a. Formación del arqueopilo en tecas de dinoflagelados. *Rev. Esp. Micropal.* 5: 81-98.
- 1973b. *Peridinium gatunense* Nygaard. Estructura y estereoultraestructura tecal (Dinoflagellida). *Physis* B 32: 331-344.
- 1975. Estructura y ultraestructura tecal de dinoflagelados. II. *Peridinium cinctum* (Müller) Ehrenberg. *Physis* B 34: 73-84.
- 1976. Estructura y estereoultraestructura tecal de dinoflagelados. III. *Peridinium bipes* Stein, forma *apoda* n.f. *Physis* B 35: 147-155.
- 1983. *Peridinium cinctum* f. *westii* del Mar de Galilea, sinónimo de *Peridinium gatunense* (Dinophyceae). *Limnobiots* 2: 413-418.
- 1984. Relación huésped-parásito entre el quiste de *Peridinium willei* y el oomicete *Aphanomycopsis peridiniella* n.sp. *Limnobiots* 2: 635-645.
- 1989. Thecal morphology of the dinoflagellate *Peridinium gutwinski*. *Nova Hedwigia* 49: 369-380.
- 2003. *Peridinium willei* (Dinophyceae) y sus formas: ecología y distribución en la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 38: 175-184.
- Borel, C. M. 2003. *Palinología (con énfasis en algas y acritarcos) del Holoceno del sud-sudeste bonaerense*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 113 pp. Inédito.
- Borel, C. M., G. R. Guerstein, & A. R. Prieto. 2003. Palinomorfos acuáticos (algas y acritarcos) del Holoceno de la laguna Hinojales (Buenos Aires, Argentina): interpretación paleoecológica. *Ameghiniana* 40: 531-544.
- Espinosa, M. A., C. De Francesco & F. I. Isla. 2003. Paleoenvironmental reconstruction of Holocene coastal deposits from the Southeastern Buenos Aires Province, Argentina. *J. Paleolimnol.* 29: 49-60.
- Evitt, W. R. & D. Wall. 1968. *Dinoflagellate studies IV. Theca and cyst of recent fresh-water Peridinium limbatum* (Stokes) Lemmermann. Contribution 1998 from Woods Hole Oceanographic Institution. Stanford University Publications, Geological Sciences, Volume XII, Number 2.
- Faegri, K. & J. Iversen. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. 4<sup>o</sup> Edition, K. Faegri, P. E. Kalana y K. Krzywinski (eds.). John Wiley and Sons, London, 328 pp.
- Gray, J. 1965. *Palynological techniques*. En B. Kummel y D. Raup (eds.). W. H. Freeman, San Francisco, pp. 471-587.
- Head, M. J. 1996. Modern dinoflagellate cysts and their biological affinities. En: Jansonius, J. and Mc. Gregor, D.C.(eds), *Palynology: principles and applications*; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 3: 1197-1248.
- Norris, G. & J. McAndrews. 1970. Dinoflagellate cysts from post-Glacial lake muds, Minnesota (U.S.A). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 10: 131-156.
- Pfiester, L. A. & D. M. Anderson. 1987. Dinoflagellate reproduction. En: F. J. R. Taylor (ed.) *The biology of dinoflagellates*. Elsevier, Amsterdam, pp. 611-648.
- Prieto, A. R., S. Stutz, L. Ferrero, M. A. Espinosa, C. G. De Francesco, & F. I. Isla. 1998. Evidencias de la transgresión holocénica en la Laguna Hinojales (37<sup>o</sup> 34' S; 57<sup>o</sup> 27' O). *V Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses*. (Mar del Plata, 1998). Actas: 257-258.
- Prieto, A. R., I. Vilanova & C. G. De Francesco. 2003. Estratigrafía y Paleoecología del Pleistoceno tardío-Holoceno del área del Arroyo Las Brusquitas, Buenos Aires, Argentina: una revisión. *II Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*, Actas: 147-156, Tucumán
- Stutz, S. M., A. R. Prieto & F. I. Isla. 1999. Cambios de la vegetación durante el Holoceno en el SE bonaerense: análisis polínico del Arroyo La Ballenera. *Asoc. Paleont. Arg. Publ. Esp.* 6: 65-69.
- Vilanova, I. 2005. *Dinámica de cambio de la vegetación y variabilidad climática desde el Pleistoceno tardío en el actual sector costero bonaerense (35°-40° S)*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, 156 pp. Inédito.
- Vilanova, I., A. R. Prieto & M. Espinosa. 2005. Palaeoenvironmental evolution and sea-level fluctuations along the southeastern Pampa grasslands coast of Argentina during the Holocene. *J. Quat. Sci.* 21: 227-242.

Recibido: 10-X-2006

Aceptado: 17-XI-2006