

POLEN DE *ALISMATACEAE* Y *BUTOMACEAE* DE LA
FLORA BONAERENSEPOR MARTA A. CACCAVARI DE FILICE¹

SUMMARY

The present article is the first palynological contribution to the indigenous flora of Provincia de Buenos Aires (Argentina). Seven species of *Alismataceae* (*Sagittaria montevidensis* and 6 others belonging to *Echinodorus*) and one of *Butomaceae* (*Hydrocleis nymphoides*) are studied with LM and SEM techniques. Two groups of pollen grains are distinguished; the first one ("forma *Echinodorus*") applies to the 6 species of *Echinodorus* and is characterized by supratectal spinules, infratectal bacula with a ruguloreticulate distribution, and finally by irregular pores showing a "pseudopericulum" (the author uses this term to designate fragments of exine that cover each pore). The second one ("forma *Sagittaria*") is typical of the pollen grains of *Sagittaria montevidensis* Cham. et Sch. and *Hydrocleis nymphoides* (Willd.) Buchenau; its main peculiarities are: supratectal spines, infratectal bacula regularly distributed, and fimbriate pores (these ones are not easily observed). A key is added in order to recognize the pollen grains of the 3 genera.

INTRODUCCION

La presente contribución corresponde al inicio de un plan más amplio cuyo objetivo fundamental es el estudio palinológico de las familias cuyas especies indígenas conforman la flora de la provincia de Buenos Aires, aportando nuevos datos para la resolución de los problemas sistemáticos que hubiere y contribuyendo a un mayor conocimiento palinológico de dicha flora, pudiendo resultar también de utilidad para aquellos trabajos palinológicos que necesiten de su reconocimiento específico.

Las *Alismataceae* y *Butomaceae* representan una parte importante de la flora acuática y palustre del Delta del Paraná y de las riberas de gran parte de los ríos bonaerenses, donde habitan: *Echinodorus aschersonianus*, *E. argentinensis*, *E. grandiflorus*, *E. longiscapus*, *E. macrophyllus*, *E. uruguayensis* y *Sagittaria montevidensis* subsp. *montevidensis* (*Alismataceae*) e *Hydrocleis nymphoides* (*Butomaceae*).

¹ Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia". Miembro de la Carrera del Investigador Científico (CONICET, Argentina).

ANTECEDENTES

Existen diferentes criterios entre los botánicos sobre la posición sistemática de las *Alismataceae*, así como también sobre la afinidad existente entre esta familia y algunos taxa de las *Butomaceae*.

En los trabajos realizados sobre la morfología del polen de especies pertenecientes a estas familias, los autores aportan sus opiniones contribuyendo así a un mayor conocimiento sobre la relación y afinidad entre ellas.

Así, Wodehouse (1936 a y b) estudia el polen de algunos géneros de *Alismataceae* y observa una estrecha relación de sus caracteres con los de las *Butomaceae* y algunas especies de *Hydrocharitaceae*, mencionando además, que el tipo de apertura le sugiere una cierta relación con las *Ranunculaceae*.

Erdtman (1952), describe la morfología del polen de algunas *Alismataceae* y *Butomaceae* comentando que en sus observaciones corrobora el concepto de Pichón (1946), quien afirma que excepto *Butomus*, todos los demás géneros de las *Butomaceae* deben ser incluidos en las *Alismataceae*.

Argue (1971, 1972) realiza observaciones sobre el desarrollo de las paredes del polen de *Butomus* y *Sagittaria* encontrando diferencias en la ontogénesis de la nexina. En su detallado estudio palinológico de las *Alismataceae* aplicado a la taxonomía (Argue 1976), comenta que algunos botánicos como Cronquist y Takhtajan consideran a esta familia como el grupo más primitivo de las Monocotiledóneas actuales y compara sus observaciones palinológicas con aspectos anatómicos y cariológicos conocidos, con el fin de aportar soluciones a los problemas taxonómicos de esta familia.

Argue (1974) también realiza un estudio sobre el polen de *Limnocharitaceae* siguiendo a Takhtajan y Cronquist, quienes incluyen en dicha familia a *Hydrocleis nymphoides* junto con otros taxa conocidos para *Butomaceae*. En el mismo, detalla caracteres de la apertura germinal y de la estructura de la exina de los taxa e indica la similitud de algunos de ellos con las *Alismataceae*.

Otras descripciones sobre el polen de especies de *Alismataceae* han sido realizadas en obras de carácter general como Erdtman *et al.* (1961) y Heusser (1971), o de carácter estructural como Roland (1969).

En el presente trabajo se estudia en forma conjunta la morfología del polen de las *Alismataceae* y *Butomaceae* bonaerenses, para destacar el paralelismo en los caracteres palinológicos que existe entre ambas familias. De las 8 especies que se describen en el mismo, 6 habían sido tratadas palinológicamente, junto con otras especies, por Wodehouse (1936), Argue (1973, 1976) y Melhem y Camargo

de Abreu (1981); sin embargo, esos estudios no incluyen observaciones con microscopio electrónico de barrido y fueron realizados sobre materiales de otra procedencia.

MATERIAL Y METODOS

Para el presente estudio se obtuvo polen de ejemplares pertenecientes a los herbarios del Museo Argentino de Ciencias Naturales (BA), del "Instituto de Botánica "Darwinion" (SI), y del Museo de La Plata (LP), en su mayoría determinados por Rataj y un ejemplar fresco de *Sagittaria*.

El material fue procesado por el método de acetólisis de Erdtman (1969) previo tratamiento con carbonato de sodio al 3 % y posteriormente montado en glicerina-gelatina. También se realizaron preparaciones con material acetolizado y coloreado con fucsina básica, montándolo en glicerina o hidrato de cloral 5 : 2 agua.

Para observaciones con microscopio electrónico de barrido (MEB), el polen acetolizado se montó sobre cinta de doble contacto y cubrió con una capa de oro. Para fracturar la exina, fue tratado con ultrasonido siguiendo en líneas generales a Cerceu *et al.* (1970), habiéndose consultado a Dumait (1962) y a Merceu (1969). Las fotomicrografías se obtuvieron con un equipo Jeol JSMU₃ del Instituto de Microscopía Electrónica del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina.

En el estudio del material con microscopio fotónico (MF), se utilizó un Leitz Laborlux 12 y las fotomicrografías se realizaron con un equipo Dialux con cámara Wild automática.

Las medidas fueron tomadas sobre el material acetolizado y montado en glicerina-gelatina, midiéndose para cada parámetro un número de 20 granos. El espesor de la exina se midió en los mesoporos sin contar la altura de las espinas. En las descripciones se indica la dimensión máxima y mínima y entre paréntesis, la moda. Los porcentajes hallados fueron sobre un total de 200 granos.

Las preparaciones obtenidas, en 23 ejemplares, pasan a formar parte de la palinoteca de la Sección Actuopalinología del Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia", bajo la sigla BAPA.

La terminología utilizada es en general la de Erdtman. El término "pseudopérculo" es aplicado en este estudio a los fragmentos de exina que cubren cada uno de los poros. En conjunto éstos se asemejan a un opérculo, pero su origen no es debido al engrosamiento de la membrana del poro, sino a una fragmentación de la exina.

Para el estudio de las especies bonaerenses de *Alismataceae* se han considerado las citadas por Rataj (1970) y de *Butomaceae* por Crisci (1969), habiendo sido consultado Buchenau (1903).

Material bonaerense examinado

Echinodorus argentinensis: Punta Lara, Castellanos (BA 31/866: BAPA 1265). - *E. aschersonianus*: Martín García, Parodi 925 (LP: BAPA 1739). - Martín García, Menéndez y Verveorst (BAB 4845, SI: BAPA 1741). - *E. grandiflorus*: C. de Patagones, Daguerre (BA 6501: BAPA 1755). - *E. longiscapus*: Capital Federal, Barracas al Sud, S. Venturi (BA 14991: BAPA 1269). - Avellaneda, Rodríguez, 23-XII-12 (BA: BAPA 1734). - *E. macrophyllus*: Capital Federal, Castellanos (BA 7084: BAPA 1270). - *E. uruguayensis*: Martín García, Menéndez y Verveorst (BA 48845: BAPA 1277). - *Sagittaria montevidensis* subsp. *montevidensis*: El Toro, Daguerre (BA 26/828: BAPA 1271); Pto. Mero, Hicken (SI 20104: BAPA 1743); Pilar, material fresco (BAPA 1274). - *Hydrocleis nymphoides*: Monte, Pérez Moreau (BA 65774: BAPA 1731); M. García, Pérez Moreau (BA 7077: BAPA 1733); La Plata, Cabrera, 5625 (LP: BAPA 1740).

*Material extrabonaerense examinado*²

Echinodorus argentinensis: Prov. Entre Ríos, Concordia, Castellanos (BA 22887: BAPA 1266). - *E. grandiflorus*: Prov. Misiones, Perrone (BA 54076: BAPA 1603). - *E. longiscapus*: Prov. Salta, Hauman (BA 59425: BAPA 1275); Prov. Tucumán, Hauman (BA 14999, LIL 15522: BAPA 1268); Prov. Chaco, Jörgensen (BA 14992: BAPA 1276); Prov. Entre Ríos, Gualeguaychú, Burkart y Crespo 22843 (SI: BAPA 1742). - *E. uruguayensis*: Prov. Misiones, Perrone (BA 54075: BAPA 1278). - *Sagittaria montevidensis* subsp. *montevidensis*: Prov. Sta. Fe, Reconquista, S. Venturi (BA 1075: BAPA 1272). - PARAGUAY: Ex. Herb. Corn, Osten 8825 (BA 24/1062: BAPA 1273).

DESCRIPCION GENERAL

ALISMATACEAE

MF: Granos de polen en mónades esferoidales a poliédricas, pantoporados, de 21-36 μ de diámetro. Poros en número variable, 10-16, circulares o de forma irregular, de 4-5 μ de diámetro, generalmente cubiertos por la exina más o menos fragmentada formando un "pseudopéculo" y con márgenes irregulares, lisos o fimbriados (fragmentos de la exina en número de 3-12) o representados por un área circular algo hundida y rasgada.

Exina de 0,9-2 μ de espesor, tectada, equinulada o equinada, con espínulas supratectales francamente visibles al análisis del LO o espinas de hasta 2 μ de altura, con frecuencia fusionadas en la base y a veces hasta formando crestas. Báculos infratectales pequeñas 0,2-0,7 μ de altura y 0,4-0,6 μ de diámetro dispuestas uniformemente u orientadas, formando infrarretículo o infrarrúgulas. Nexina de menor espesor que la sexina y con aspecto irregular.

² Todo el material procede de Argentina, salvo indicación especial.

En los fragmentos de exina del "pseudopéculo" difícilmente se observan báculas, siendo generalmente menor el espesor de la exina con respecto al que tiene en los mesoporos.

MEB: Granos de polen presentando leve depresión en los poros. Poros cubiertos por fragmentos de exina, unidos entre sí por leves prolongaciones de la nexina (Fig. 2 I), o formados por una zona frágil y rasgada de la exina (Fig. 1 P).

Exina de 0,6-1,5 μ de espesor. Téctum liso, de superficie irregular o con suprarretículo, probablemente coincidente con la orientación de las báculas infratectales, generalmente perforado. Espínulas de 0,3-0,6 μ de altura, cónicas y con base ancha, a veces unidas por la base y rara vez formando crestas. Espinas agudas y flexibles, con base ancha. Tanto las espinas como las espínulas se observan en mayor densidad sobre la zona de los poros. Nexina perforada y de superficie granular a microrreticulada, de 0,3-0,6 μ de espesor.

BUTOMACEAE

En la especie que habita en la provincia de Buenos Aires, los caracteres del polen no ofrecen mayores diferencias con los de *Alismataceae*, salvo en el número de poros 6-8 y en la observación de las báculas, indiscernibles con MF.

DESCRIPCIONES ESPECIFICAS

ALISMATACEAE

SAGITTARIA L.

Sagittaria montevidensis Cham. et Sch. subsp. **montevidensis**

(Figs. 1 G, P; 2 L, N)

MF: Mónades de 25,5 (28,05) 35 μ de diámetro. Poros en número de 12 (13) 15, representados por un área circular algo hundida y rasgada de la exina, a veces fragmentada, de 4,25-5,1 μ de diámetro. Exina de 0,9 μ de espesor, equinada, con espinas de hasta 2 μ de altura y 1,7 μ de diámetro en su base y con menor frecuencia de hasta 1 μ de altura y 1,2 μ de diámetro en su base. Téctum de 0,4 μ de espesor, de superficie lisa; báculas muy pequeñas de 0,3 μ de altura y 0,6 μ de diámetro, distribuidas uniformemente. Nexina muy delgada e irregular.

MEB: Espinas robustas, generalmente con base prolongada en un sentido, a veces unidas por la base y/o formando crestas. Ornamentación supratectal microgranulada. Tectum con algunas perforaciones pequeñas. Nexina de superficie irregular y microgranulada con perforaciones pequeñas.

Observaciones. — El material de esta especie descrito por Wodehouse (1936 a) difiere del aquí estudiado, por tener un rango menor en el diámetro de los granos y en el número de poros, así como también por el granulado que se observa en la superficie de la exina. El polen descrito por Argue (1976) usando MF, difiere en el número de poros y de "gránulos del poro", así como en la ausencia de espinas unidas por la base y/o formando crestas.

ECHINODORUS Rich.

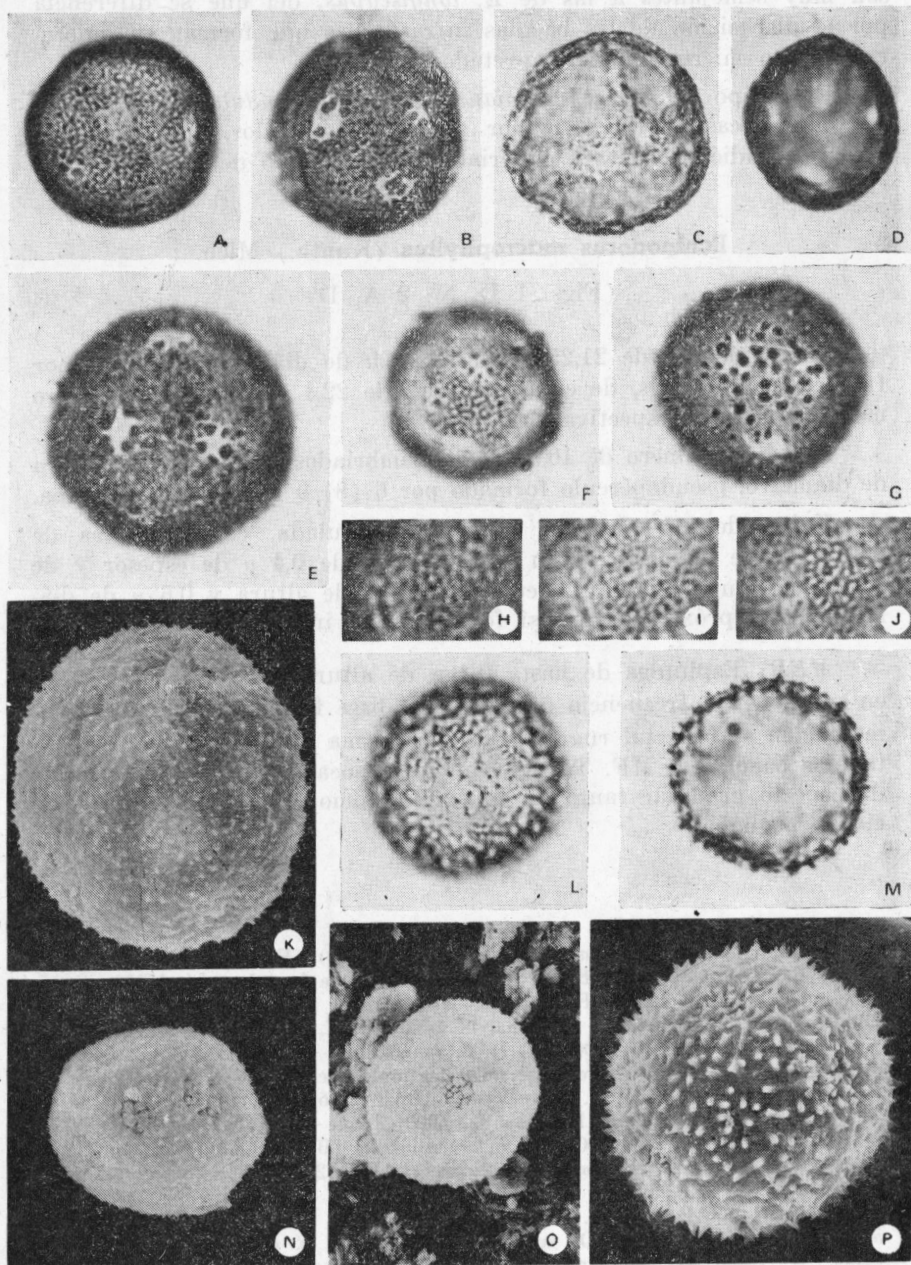
Echinodorus aschersonianus Graebner

MF: Mónades de 21,25 (26,35) 30,6 μ de diámetro. Poros en número de 10 (12) 13, fimbriados, de 4,25-5,1 μ de diámetro, pseudo-péculo formado por 10 (9) 8 fragmentos de exina.

Exina de 1,8-1,9 μ de espesor, espinulada, con espinulas de 0,8-0,9 μ de diámetro en su base; tectum de 0,5 μ de espesor y de superficie irregular, báculas de 0,8 μ de altura y 0,6 μ de diámetro formando un infrarretículo o infrarrugulado apretado.

Observaciones. — Los ejemplares con que se contó para la observación palinológica de esta especie, curiosamente no han sido determinados por Rataj y se desconoce a qué variedad pertenecen. Por este motivo sólo se ha realizado una descripción en base a observaciones con MF, constatándose que las características del polen

FIG. 1. — A: *Echinodorus longiscapus* (BAPA 1269). Vista general, $\times 1000$; B-C: *E. grandiflorus* (BAPA 1755). B: vista general, $\times 1000$; C: corte óptico del grano, $\times 1000$; D: *E. macrophyllus* (BAPA 1270). Corte óptico del grano, $\times 1000$; E: *E. uruguayensis* (BAPA 1277). Vista general, $\times 1000$; F: *E. argentinensis* (BAPA 1265). Vista general, $\times 1000$; G: *Sagittaria montevidensis* (BAPA 1271). Vista general, $\times 1000$; H-J: *E. argentinensis* (BAPA 1265). LO, $\times 2000$; K: *E. grandiflorus* (BAPA 1755). Vista general, $\times 2000$; L-M: *Hydrocleis nymphoides* (BAPA 1731). L: vista general, $\times 1000$; M: corte óptico del grano, $\times 1000$; N: *E. macrophyllus* (BAPA 1270). Vista general, $\times 1600$; O: *E. uruguayensis* (BAPA 1277). Vista general, $\times 1000$; P: *S. montevidensis* (BAPA 1271). Vista general, $\times 1600$. Fotomicrografías: A-J y L, M, con microscopio fotónico; K y N-P, con microscopio electrónico de barrido.



son muy semejantes a las de *E. longiscapus*, del que se diferencia por la disposición de las báculas infratectales que forman un microretículo o microrregulado apretado.

El isótipo de *E. aschersonianus* var. *nulliglandulosus* Rataj, posee muy pocas flores, la mayor parte en pimpollos, motivo por el cual se decidió no extraer material para el estudio del polen.

Echinodorus macrophyllus (Kunth.) Mich.

(Figs. 1 D, N; 2 A, D)

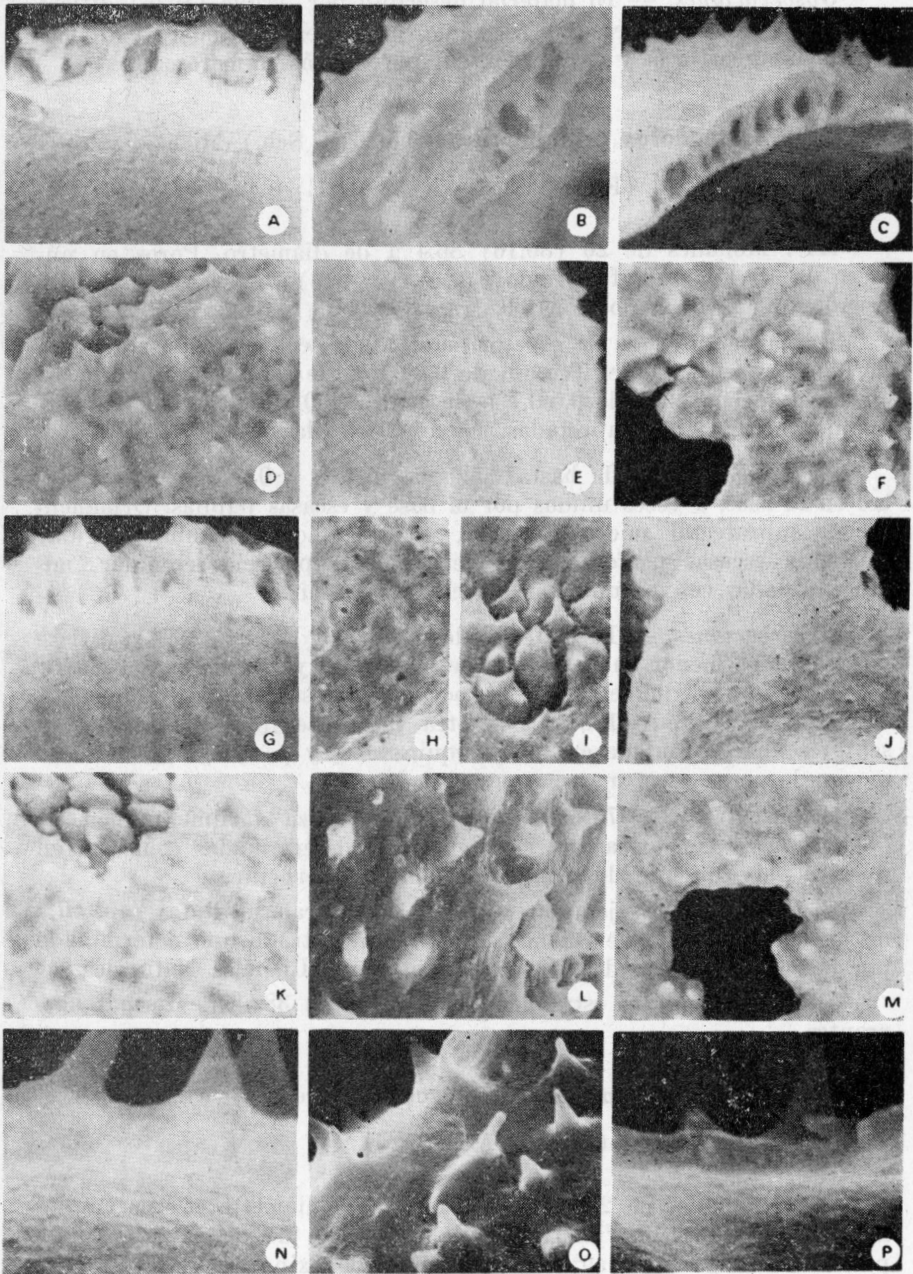
MF: Mónades de 21,25 (22,1) 25,5 μ de diámetro o con menor frecuencia alargadas, de contorno oval, de 22,1 \times 34 μ de diámetro menor y mayor respectivamente.

Poros en número de 10 (12) 13, fimbriados, de 4,25 (4,25) 5,5 μ de diámetro, pseudopérculo formado por 6 (8) 9 fragmentos de exina.

Exina de 1,5-1,7 μ de espesor, equinulada, con espínulas de 0,85-0,9 μ de diámetro en su base: téctum de 0,4 μ de espesor y de superficie muy irregular, báculas de 0,8 μ de altura y 0,6 μ de diámetro, muy próximas entre sí formando un infrarrugulado apretado.

MEB: Espínulas de hasta 0,4 μ de altura y 0,6 μ de diámetro en su base, con frecuencia unidas en su base formando crestas. Ornamentación supratectal rugulada con la misma orientación que presentan las báculas al MF. Téctum con muy pocas perforaciones. Nexina de aspecto granular tanto en superficie como en corte, con perforaciones pequeñas.

Fig. 2. — A: *Echinodorus macrophyllus* (BAPA 1270). Fractura de la exina, \times 10000; B: *E. grandiflorus* (BAPA 1755). Fractura de la exina, \times 10000; C: *E. longiscapus* (BAPA 1269). Fractura de la exina, \times 10000; D: *E. macrophyllus* (BAPA 1270). Superficie de la exina, \times 6000; E: *E. grandiflorus* (BAPA 1755). Superficie de la exina, \times 6000; F, I: *E. longiscapus* (BAPA 1269). F: superficie de la exina, \times 6000; I: poro, obsérvense las prolongaciones de la nexina entre los fragmentos, \times 6000; G-H: *E. argentinensis* (BAPA 1265). G: fractura de la exina, \times 10000; H: superficie de la exina, \times 6000; J: *E. uruguayensis* (BAPA 1277). Superficie de la nexina, \times 6000; K: *E. argentinensis* (BAPA 1265). Superficie de la exina, \times 6000; L: *Sagittaria montevidensis* (BAPA 1271). Superficie de la exina, \times 6000; M: *E. uruguayensis* (BAPA 1277). Superficie de la exina, \times 6000; N: *S. montevidensis* (BAPA 1265). Fractura de la exina, \times 10000; O-P: *Hydrocleis nymphoides* (BAPA 1731). O: superficie de la exina, \times 6000; P: fractura de la exina, \times 12000. *Fotomicrografías:* todas con microscopio electrónico de barrido.



Observaciones. — El material descrito por Argue (1976) difiere del bonaerense por presentar un rango mayor en el número y diámetro de las aberturas y “gránulos del poro” más numerosos.

Echinodorus grandiflorus (Cham. et Sch.) Mich.

(Figs. 1 B, C, K; 2 B, E)

MF: Mónades de 26 (30,16) 36,4 μ de diámetro. Poros en número de 10 (12) 12, fimbriados, de 4,16 (4,16) 5,27 μ de diámetro, pseudopérculo formado por 6-9 fragmentos de exina.

Exina de 1,6-1,8 μ de espesor, equinulada, con espínulas de 0,8 μ de diámetro en su base. Téctum de 0,3-0,5 μ de espesor y de superficie irregular, báculos de 0,5-0,7 μ de altura y 0,5 μ de diámetro, formando infrarrúgulas apretadas. Nexina delgada e irregular.

MEB: Espínulas de hasta 0,5 μ de altura y 0,6-0,8 μ de diámetro en la base, a veces unidas por la base y escasas papilas. Ornamentación supractectal microgranulada, escrobiculada. Téctum irregular con muy escasas perforaciones. Nexina de superficie irregular, microgranulada, con algunas perforaciones pequeñas.

Observaciones. — El material descrito por Argue (1976) difiere por un rango menor en el tamaño de los granos y por un rango mayor en el número y diámetro de los poros. El descrito por Melhem y Camargo de Abreu (1981), por otra parte, se diferencia por presentar sexina granulada en vez de equinulada, y por tener un número menor de poros y un mayor espesor en la exina.

Según Rataj (1970), esta especie se cruza fácilmente con *E. longiscapus* y considera que los ejemplares determinados como tal en nuestro país son híbridos con descendencia divergente.

Si bien entre los ejemplares citados en su trabajo, Rataj (*op. cit.*) no presenta ninguno de Buenos Aires, he encontrado uno determinado por él en el herbario del Museo Argentino de Ciencias Naturales.

En los ejemplares estudiados se observa un 38 % de formas aberrantes.

Echinodorus longiscapus Arech.

(Figs. 1 A; 2 C, F, I)

MF: Mónades de 22,1 (25,5) 31,45 μ de diámetro. Poros en número de 10 (12) 15, fimbriados, de 4,25-5,1 μ de diámetro, pseudopérculo formado por 5(9) 10 fragmentos de exina.

Exina de 1,7-1,8 μ de espesor, equinulada, con espínulas de 0,6-0,8 μ de diámetro en su base; tectum de 0,7 μ de espesor y de superficie irregular, báculas de 0,6 μ de altura y 0,5 μ de diámetro formando infrarretículo o infrarrugulado amplio. Nexina muy delgada e irregular.

MEB: Espínulas de hasta 0,5 μ de altura y 0,4-0,6 μ de diámetro en su base. Microrretículo suprategal con lúmenes someramente marcados de contorno regular de hasta 0,8 μ de diámetro y muros de 0,3-0,4 μ de ancho. Tectum con perforaciones muy pequeñas y frecuentes. Nexina de superficie irregular con perforaciones frecuentes, dispuestas irregularmente y conspicuas, de hasta 0,2 μ de diámetro.

Observaciones. — El material descrito por Argue (1976), visto con MF, difiere por presentar un rango mayor en el diámetro de los poros y en el número de "gránulos del poro" y menor espesor de la exina.

Echinodorus argentinensis Rataj

(Figs. 1 F, H-J; 2 G, H, K)

MF: Mónades de 23,8 (26) 30,6 μ de diámetro. Poros en número de 11 (15) 16, fimbriados, de 4,25 (5) 5,5 μ de diámetro, pseudopérculo formado por 4 (5) 7 fragmentos de exina.

Exina de 1,5-1,7 μ de espesor, equinulada, con espínulas poco visibles, de 0,5 μ de diámetro en su base; tectum de 0,7 μ de espesor y de superficie irregular, báculas de 0,5 μ de altura y 0,5-0,6 μ de diámetro formando infrarrugulas. Nexina muy delgada e irregular.

MEB: Espínulas de hasta 0,3 μ de altura y 0,4-0,5 μ de diámetro en su base. Microrretículo suprategal con lúmenes de contorno irregular de hasta 0,5 μ de diámetro y muros de 0,2 μ de ancho. Tectum con pocas perforaciones. Nexina de superficie irregular formando microrretículo somero semejante al suprategal, con perforaciones frecuentes y conspicuas, dispuestas irregularmente.

Observaciones. — El material descrito por Argue (1976), con MF, difiere por un rango notablemente mayor en el número de "gránulos del poro".

Echinodorus uruguayensis Arech.

(Figs. 1 E, O; 2 J, M)

MF: Mónades de 25,5 (30) 34 μ de diámetro. Poros en número de 12-13, fimbriados, de 5-5,95 μ de diámetro, pseudopérculo formado por 6 (12) 12 fragmentos de exina.

Exina de 1,7 μ de espesor, equinulada, con espínulas de 0,6-0,9 μ de diámetro en su base. Tectum de 0,3-0,7 μ de espesor y de superficie irregular, báculas de 0,4-0,7 μ de altura y 0,4-0,6 μ de diámetro, muy próximas entre sí formando un infrarrugulado apretado. Nexina delgada e irregular.

MEB: Espínulas de hasta 0,6 μ de altura y 0,6 μ de diámetro en su base. Microrretículo suprategal con lúmenes someramente marcados, de contorno regular de hasta 0,5 μ de diámetro y muros de 0,3-0,4 μ de ancho. Tectum con perforaciones muy pequeñas y frecuentes. Nexina de superficie irregular, granulada, con perforaciones frecuentes y por lo general pequeñas, dispuestas irregularmente.

BUTOMACEAE

HYDROCLEIS Rich.

Hydrocleis nymphoides (Willd.) Buchenau

MF: Mónades de 27 (30,16) 31,2 μ de diámetro. Poros en número de 6-8, representados por un área más o menos circular, algo hundida y rasgada de la exina de 5 μ de diámetro.

Exina de 1,5 μ de espesor, equinada, con espinas muy agudas de hasta 2 μ de altura y 0,5-0,8 μ de diámetro en su base, con frecuencia unidas por la base, formando crestas o con prolongaciones en la base tomando ésta aspecto estrellado. Tectum de 0,75 μ de espesor, de superficie lisa, báculas indiscernibles observándose un espacio entre tectum y nexina de 0,1 μ . Nexina delgada e irregular.

MEB: Se observan espinas cónicas, más o menos robustas, otras delgadas de base ancha y ápice romo, algo más altas, asemejándose a procesos y algunas papilas. Ornamentación suprategal escabrada o lisa. Tectum de superficie irregular y con escasas perforaciones, muy pequeñas. Báculas presentes, muy pequeñas y nexina irregular microgranulada, tanto en corte como en superficie.

Observaciones. — El material descrito por Argue (1973) difiere, respecto de lo visto en material argentino, por tener un rango menor en el diámetro de los granos, mayor número de poros, por la presencia de surcos en la superficie de la exina y ausencia de crestas y procesos suprategales. El descrito por Melhem y Camargo de Abreu (1981), difiere por un rango mayor en el tamaño de los granos y menor en el número de poros.

Se observa, en el polen de esta especie, un dimorfismo notable en las espinas. Mientras que algunos granos presentan espinas aisla-

das en toda su superficie, tomando un aspecto muy similar a las de *Sagittaria*, en otros la densidad de espinas es mucho mayor, encontrándose prácticamente todas unidas en su base y formando crestas. Entre un tipo y otro de grano existen gradaciones.

VARIACIONES INTERGENÉRICAS

Observado con MF, el polen de los tres géneros que se estudian posee caracteres de la exina que permiten diferenciarlos perfectamente. En *Echinodorus* tiene espínulas muy pequeñas, a veces sólo observables mediante análisis LO, y báculos proporcionalmente altas, dispuestas en orientación rúgulo-reticulada. En *Sagittaria*, posee espinas supratectales y báculos muy pequeñas distribuidas uniformemente, y en *Hydrocleis*, hay espinas supratectales y báculos no discernibles.

Por otra parte, mientras que el número de poros en *Echinodorus* y *Sagittaria* es superior a 10, en *Hydrocleis* es inferior a 10. El tipo de poro en *Echinodorus* se aproxima más a una apertura estructurada, mientras que en *Sagittaria* e *Hydrocleis* son simples zonas de fractura de la exina, a veces muy difíciles de reconocer.

Observado con MEB, el polen de *Echinodorus* se reconoce por las pequeñas espínulas, los poros bien definidos, la estructura supratectal microrreticulada o microrrugulada (excepto *E. grandiflorus* con ornamentación microgranulada) y por las báculos bien definidas y proporcionalmente altas. Si bien el polen de *Sagittaria* e *Hydrocleis*, presenta espinas, en el primer género éstas son más robustas, mientras que en el segundo se observa mayor variación en el tamaño y forma, asemejándose algunas a procesos. Además *Sagittaria* presenta ornamentación supratectal microgranulada.

VARIACIONES INTERESPECÍFICAS

Con MF, se observan en *Echinodorus* pequeñas variaciones en el tamaño de los granos, correspondiendo a *E. macrophyllus* los más pequeños y los más grandes a *E. uruguayensis* y *E. grandiflorus*. En *E. macrophyllus* es frecuente la presencia de granos de contorno oval (20 %).

Con MEB, se observan diferencias en la escultura supratectal, presentándose escabrada a granulada en *E. grandiflorus*, con retículo más amplio en *E. uruguayensis* y *E. longiscapus* que en *E. argentinensis* y apretadamente rugulada en *E. macrophyllus*. En *E. uruguayensis* y *E. longiscapus* se observan con mayor claridad las perforaciones del tectum. En *E. macrophyllus* con frecuencia las espínulas se encuentran unidas por la base y/o formando crestas.

VARIACIONES INTRAESPECÍFICAS

Todas las especies estudiadas presentan variación en el diámetro de los granos, el número de poros y la densidad de las espinas o espínulas. En *E. macrophyllus*, *E. argentinensis*, *Sagittaria montevidensis* e *Hydrocleis nymphoides* es notable la variación que se observa en la presencia, ausencia o frecuencia de las crestas que se originan en la base de las espinas o espínulas. En *E. macrophyllus* y *E. argentinensis* dicha variación es sólo apreciable con MEB. En *Hydrocleis nymphoides* esta variación es muy marcada, habiéndose observado la presencia de crestas en un 53 % de los granos, siendo densamente crestados en el 8 % de éstos, mientras que el 47 % restante carece de crestas.

CLAVE PARA EL RECONOCIMIENTO DE LOS GÉNEROS MEDIANTE ESTUDIO DEL POLEN CON MICROSCOPIO FOTÓNICO

1. Granos de polen equinados, con espinas de hasta 2 μ de altura.
 2. Poros en número de 12-15. Báculos infratectales con distribución uniforme.

Sagittaria
 - 2'. Poros en número de 6-8. Báculos indiscernibles.

Hydrocleis
- 1'. Granos de polen equinulados. Báculos infratectales con distribución microrreticulada o microrrugulada.

Echinodorus

DISCUSION

Las referencias taxonómicas sobre los géneros estudiados en el presente trabajo, relacionan muy directamente a *Hydrocleis nymphoides* (*Butomaceae*) con las *Alismataceae*.

La morfología del polen confirma esta relación y muestra la gran afinidad de *H. nymphoides* con *Sagittaria montevidensis*, menos próxima con *Echinodorus*.

Argue (1976) agrupa a las *Alismataceae* en base a la morfología del polen en tipos 1 y 2, subdividiendo el último en los subtipos 2a y 2b, teniendo en cuenta fundamentalmente el número de poros y el número de "gránulos" que conforman la membrana del poro. De acuerdo a ello, incluye en el subtipo 2b a *Sagittaria* y tentativamente a *Echinodorus*.

Por otra parte, Argue (1973) estudia entre otras especies de *Limnocharitaceae* a *Hydrocleis nymphoides* destacando luego (Argue, 1976) que la estructura de las aperturas de esta familia es similar al subtipo 2b de las *Alismataceae*.

Las observaciones palinológicas realizadas en el presente trabajo, si bien concuerdan con las referencias de Argue, admiten una nueva diferenciación morfológica en los granos de polen que dicho autor incluye en el tipo 2b, basada en la presencia de espinas (más de 1μ de altura) o espínulas (menos de 1μ de altura), la distribución de las báculas infratectales (uniforme o con una orientación determinada) y la estructura de las aperturas (más conspicuas formando pseudopérculos o menos evidentes, representadas en general por un área más o menos fracturada de la exina).

La diferencia en la estructura de los poros se hace más notoria en el tratamiento del polen con ultrasonido. En las especies de *Echinodorus* los granos pierden los fragmentos que forman el pseudopérculo, quedando un área circular irregular bien delimitada (Fig. 2 M). En *Sagittaria montevidensis* e *Hydrocleis nymphoides* el área rasgada que representa al poro no sufre ninguna alteración (Fig. 1 P).

En uno de los ejemplares de *Sagittaria* estudiados, las áreas aperturales son sumamente difíciles de observar. En dichas áreas la exina no se ha fracturado y sólo se encuentra levemente hundida. Esto podría llevar a considerar a los granos como inaperturados. Es probable que la descripción de *Sagittaria trifolia* L. hecha por Huang (1972) como granos de polen inaperturados según comenta Argue (1976), se deba a un ejemplar de similares características al anteriormente señalado. Cabría esta misma explicación para las observaciones de Melhem y Camargo de Abreu (1981) en granos de polen de *Hydrocleis nymphoides* e *H. martii*, los cuales describe como 1-4 porados.

Si consideramos al tipo de polen de las *Alismataceae* como evolucionado de granos monocolpados pasando por un ancestro inaperturado (Argue, 1976), indudablemente, estos ejemplares con aperturas dudosas estarían indicando estrecha relación con dicho ancestro, al mismo tiempo que ponen en evidencia la afinidad entre *Sagittaria* e *Hydrocleis*. Por otra parte, es sugestivo que en estos dos géneros se dé un tipo de apertura sumamente simple.

Pese a que Argue (*op. cit.*) cita a *Echinodorus* como el género de *Alismataceae* que presenta mayor variación específica en la morfología del polen, las especies aquí estudiadas son muy semejantes entre sí encontrándose variaciones leves en el tamaño del grano, el espesor de la exina, el diámetro de los poros y la ornamentación supratectal.

Las observaciones de Rataj (1970), quien considera a las especies de *Echinodorus* que habitan en el sur de América del Sur muy próximas entre sí y capaces de hibridizarse fácilmente, explicarían la constancia hallada en los caracteres palinológicos de estas especies.

Al respecto, es interesante destacar la relativa frecuencia con que aparecen formas aberrantes de granos de polen en los ejemplares revisados.

CONCLUSIONES

Los granos de polen de las *Alismataceae* y *Butomaceae* estudiadas se caracterizan por su forma esferoidal, siendo pantoporados, con aperturas distribuidas irregularmente en su superficie. Los poros se pueden describir como áreas frágiles de la exina que se fragmenta y cuyos fragmentos se encuentran unidos por débiles prolongaciones de la nexina. La exina es equinada o equinulada e infrabaculada (en *Hydrocleis nymphoides* las báculas son observables a alta magnificación en el MEB). Con relativa frecuencia las espinas o espínulas, de base ancha, se unen por la misma formando crestas. La nexina, es al igual que el tectum, perforada y de superficie irregular. En base a las observaciones realizadas se pueden distinguir dos tipos de granos de polen:

Forma *Echinodorus*: Granos de polen más o menos esféricos a levemente poliédricos, con leve depresión en los poros. Poros con márgenes irregulares o fimbriados, más o menos circulares cubiertos por un pseudopérculo formado por fragmentos de exina. Exina con espínulas suprategtales. Báculas infrategtales con distribución rúgulo-reticulada en la zona interporal. Incluye las especies de *Echinodorus* estudiadas.

Forma *Sagittaria*: Granos de polen esféricos con muy leve depresión en los poros. Poros, cuando son visibles, fimbriados, de márgenes muy irregulares y someros, tomando frecuentemente el aspecto de un área rasgada de la exina. Exina con espinas suprategtales de hasta 2 μ . de altura, con frecuencia tendiendo a unirse por la base y/o formando crestas. Báculas muy pequeñas, a veces indiscernibles, dispuestas uniformemente. Incluye a *Sagittaria montevidensis* e *Hydrocleis nymphoides*.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las autoridades del Museo Argentino de Ciencias Naturales, del Instituto de Botánica "Darwinion" y del Museo de La Plata el haberme facilitado los ejemplares de herbario para el presente estudio.

Hago extensivo mi agradecimiento a las autoridades del Servicio de Microscopía Electrónica del CONICET, así como a su personal técnico por las fotomicrografías obtenidas con MEB para este trabajo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ARGUE, C. L. 1971. Pollen of *Butomaceae* and *Alismataceae* 1. Development of the pollen wall in *Butomus umbellatus* L. *Grana* 11 (3): 131-144, tab. 1-5.
- 1972. Pollen of the *Alismataceae* and *Butomaceae*. Development of the nexine in *Sagittaria lancifolia* L. *Pollen et Spores* 14 (1): 5-16, tab. 1-4.
- 1973. The pollen of *Limnocharis flava* Buch., *Hydrocleis nymphoides* (Willd.) Buch. and *Tenagocharis latifolia* (Don.) Buch. (*Limnocharitaceae*). *Grana* 13 (2): 108-112, 1 tab.
- 1974. Pollen studies in *Alismataceae*. *Bot. Gaz.* 135 (4): 338-334, tab. 1-3.
- 1976. Pollen studies in the *Alismataceae* with special reference to taxonomy. *Pollen et Spores* 18 (2): 161-201, tab. 1-5.
- BUCHENAU, F. 1903. *Butomaceae*. *Das Pflanzenreich* 4 (16): 1-2.
- CERCEU, M. T., M. HIDEUX, L. MARCEAU and F. ROLAND 1970. Cassure du pollen par les ultrasons pour l'étude structurales de l'exine au microscope électronique à balayage. *C. R. Acad. Sc. Paris* 270, ser. D: 66-69, tab. 1-2.
- CRISCI, J. 1969. *Butomaceae*, en Cabrera. *Flora de la provincia de Buenos Aires* IV (1): 303-305, Col. Cient. INTA Bs. As.
- DUMAIT, P. 1962. L'action des ultrasons sur les pollens. Note préliminaire. *Pollen et Spores* 4 (1): 175-180.
- ERDTMAN, G. 1952. *Pollen morphology and Plant Taxonomy, Angiospermae*. 1-539. Stockholm.
- 1969. *Handbook of Palynology*. 1-486 Munksgaard, Copenhagen.
- B. BERGLUND, J. PRAGLOWSKI. 1961. An introduction to Scandinavian Pollen Flora. *Grana* 2 (3): 3-92, tab. 1-4.
- HEUSSER, C. J. 1971. *Pollen and Spores of Chile*. 1-167, tab. 1-60, The Univ. Arizona Press. Tucson.
- HUANG, T. C. 1972. *Pollen flora of Taiwan*. Taipei (no consultado).
- MELHEM, T. S. et L. CAMARGO DE ABREU. 1981. Grãos de pólen de angiospermas aquáticas. *Hoehnea* 9: 23-40, tab. 1-5.
- MARCEAU, L. 1969. Effets sur le pollen, des ultrasons de basse fréquence. *Pollen et Spores* 11 (1): 147-164.
- PICHON, M. 1946. Sur les Alismatacées et les Butomacées. *Not. Syst.* 12: 170-183 (no consultado).
- RATAJ, K. 1969. *Echinodorus longiscapus* Arech. y su dispersión en la América latina. *Darwiniana* 15 (1-2): 183-189.
- 1970. Las Alismatacées de la República Argentina. *Darwiniana* 16 (1-2): 9-39.
- ROLAND, F. 1969. Étude de l'ultrastructure des apertures III. Compléments fournis par le microscope électronique à balayage. *Pollen et Spores* 11 (3): 175-198, tab. 1-11.
- WODEHOUSE, R. P. 1936 a. Pollen grains in the identification and classification of plants. VIII. The *Alismataceae*. *Amer. J. Bot.* 23 (8): 535-538, tab. 1.
- 1936 b. Pollen grains in the identification and classification of plants VII. The *Ranunculaceae*. *Bull. Torrey Bot. Club* 63 (9): 495-514, tab. 1.