

ESTUDIOS PALINOLÓGICOS DE ESPECIES ARGENTINAS DE LOS GÉNEROS *CEREUS*, *CLEISTOCACTUS*, *DENMOZA*, *ECHINOPSIS* Y *MONVILLEA* (CACTACEAE, CACTOIDEAE)

ELSA LATTAR^{1,2} & GRACIELA CUADRADO^{1,3}

Summary: Palynological studies in Argentina species of the genera *Cereus*, *Cleistocactus*, *Denmoza*, *Echinopsis* and *Monvillea* (Cactaceae, Cactoideae). Pollen grains morphology of nineteen species belonging to five genera (*Cereus*, *Cleistocactus*, *Denmoza*, *Echinopsis* and *Monvillea*) of the subfamily Cactoideae (Cactaceae) in Argentina, are described using optical and scanning electron microscopy: *Cereus aethiops* Haw., *C. argentinensis* Britton & Rose, *C. forbesii* Otto ex C.F.Först., *C. haenkeanus* F.A.C. Weber ex K. Schum., *C. stenogonus* K. Schum., *C. uruguayanus* R. Kiesling; *Cleistocactus baumannii* (Lem.) Lem., *C. hyalacanthus* (K. Schum.) Gosselin, *C. smaragdiflorus* (F.A.C. Weber) Britton & Rose; *Denmoza rhodacantha* (Salm-Dyck) Britton & Rose; *Echinopsis ancistrophora* Speg., *E. aurea* Britton & Rose, *E. leucantha* (Gillies ex Salm-Dyck) Walp., *E. mamillosa* Gürke, *E. oxygona* (Lynk) Zucc., *E. rhodotricha* K. Schum., *E. tubiflora* (Pfeiff. & Zucc.) and *Monvillea cavendishii* (Monv.) Britton & Rose, *M. spagazzinii* (F.A.C. Weber) Britton & Rose. The pollen grains of the species analyzed are stenopalynous, mainly tricolpate, subspheroidal to prolate, tectum microperforate, equinulate, microechinate or nanoechinate. Little differences in form and size were found. Two pollen types could be established: pollen type *Cereus argentinensis* and pollen type *Echinopsis mamillosa*. A key to identify and distinguish the pollen types was given.

Key words: Pollen, morphology, Cactaceae, taxonomy.

Resumen: Se estudió la morfología del polen de 19 especies pertenecientes a cinco géneros (*Cereus*, *Cleistocactus*, *Denmoza*, *Echinopsis* y *Monvillea*) de la subfamilia Cactoideae (Cactaceae) en Argentina, fueron descritas usando microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido: *Cereus aethiops* Haw., *C. argentinensis* Britton & Rose, *C. forbesii* Otto ex C.F.Först., *C. haenkeanus* F.A.C. Weber ex K. Schum., *C. stenogonus* K. Schum., *C. uruguayanus* R. Kiesling; *Cleistocactus baumannii* (Lem.) Lem., *C. hyalacanthus* (K. Schum.) Gosselin, *C. smaragdiflorus* (F.A.C. Weber) Britton & Rose; *Denmoza rhodacantha* (Salm-Dyck) Britton & Rose; *Echinopsis ancistrophora* Speg., *E. aurea* Britton & Rose, *E. leucantha* (Gillies ex Salm-Dyck) Walp., *E. mamillosa* Gürke, *E. oxygona* (Lynk) Zucc., *E. rhodotricha* K. Schum., *E. tubiflora* (Pfeiff. & Zucc.), *Monvillea cavendishii* (Monv.) Britton & Rose y *M. spagazzinii* (F.A.C. Weber) Britton & Rose. Los granos de polen de las especies analizadas son estenopalínicos, principalmente tricolpados, subsferoidales a prolatos, con tectum microperforado, espinulado, microespinulado o nanoespinulado. Encontrándose pequeñas diferencias en forma y tamaño. Se determinaron dos tipos polínicos: Polen Tipo *Cereus argentinensis* y Polen Tipo *Echinopsis mamillosa*. Se presenta una clave para identificar y distinguir los tipos citados.

Palabras clave: Polen, morfología, Cactaceae, taxonomía.

1 Cátedra de Palinología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. E-mail: elsalattar@yahoo.com.ar; elsilattar@gmail.com
2 Instituto de Botánica del Nordeste, IBONE
3 Centro de Ecología Aplicada del Litoral, CECOAL

INTRODUCCIÓN

Cactaceae es una familia autóctona del continente americano, representada por 100 a 150 géneros y más de 2000 especies; típicas de regiones áridas, pero también habitan en selvas tropicales y en zonas templado-frías (Kiesling, 2005). En el Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur se citan 41 géneros y 412 especies para Argentina (Kiesling *et al.*, 2008). Este grupo de plantas incluye hierbas, arbustos y árboles suculentos, distribuidas principalmente en las provincias fitogeográficas del Chaco, del Espinal, de la Prepuna y del Monte, en las que son dominantes. Muchas especies son cultivadas como ornamentales, otras como comestibles por sus frutos, el leño se utiliza como madera y algunas especies como uso medicinal (Kiesling, 2005).

En el presente trabajo, se estudió el polen de las especies pertenecientes a cinco géneros representados en la Argentina que corresponden a la subfamilia Cactoideae: *Cereus*, *Cleistocactus*, *Denmoza*, *Echinopsis* y *Monvillea*.

Las publicaciones referidas al polen de Cactáceas son escasas en Argentina. A nivel internacional se pueden citar los trabajos de: Kurtz (1963), quién analizó el polen de algunas especies de *Cleistocactus*, *Denmoza* y *Echinopsis*, géneros tratados en este trabajo. Nowicke (1975), en su trabajo referente al polen del orden Centrospermales, examinó 12 especies de Cactaceae. Leuenberger (1976) describió la morfología del polen de Cactaceae y su significado taxonómico; estudió más de 600 especies pertenecientes a casi todos los géneros de la familia de las cuales seis de ellas son tratadas en este trabajo.

En el transcurso de los últimos años, se llevaron a cabo diferentes estudios palinológicos de las subfamilias y géneros argentinos. Entre ellos podemos mencionar: Garralla & Cuadrado (2007), quienes describieron la morfología del polen de los géneros *Austrocylindropuntia* Backeb., *Maihueniopsis* Speg., *Opuntia* Mill. y *Tephrocactus* Lem. (Cactaceae, Opuntoideae), afirmando que los granos de estos géneros son esferoidales, apolares, radiosimétricos y pantoaperturados; también encontraron diferencias en el tipo de exina, forma y número de poros y en la presencia de elementos suprategmiales entre los distintos taxos. Garralla *et al.* (2008), analizaron la morfología polínica de las especies de *Rebutia* K.

Schum., encontrando principalmente diferencias en el tipo de aperturas. Luego, Salgado & Garralla (2008), estudiaron el polen de las especies de *Rhipsalis* Gaertn. de la Argentina y establecieron diferencias en el número de aperturas y la disposición de las mismas sobre la superficie de los granos de polen. Por último, se publicó un estudio palinológico de las subfamilias *Maihueniodeae* y *Pereskioideae* de Argentina realizado por Cuadrado & Garralla (2009), quienes pudieron diferenciar ambas subfamilias por el número y posición de las aperturas.

Este trabajo forma parte de un amplio proyecto que implica el conocimiento del polen de casi todas las especies de Cactaceae de la Argentina. Estos resultados aportarán datos de valor diagnóstico para la familia. Además, contribuirá con el 4° vol. de la Flora Polínica del Nordeste Argentino, que se halla en etapa de elaboración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras utilizadas para la realización de los preparados palinológicos, se obtuvieron de ejemplares depositados en los herbarios del Instituto de Botánica Darwinion (SI), del Instituto de Botánica del Nordeste (CTES) e Instituto Miguel Lillo (LIL).

Se estudiaron muestras de polen de 1-4 ejemplares de cada una de las especies. En el caso de *Cleistocactus hyalacanthus* sólo se dispuso de un ejemplar de Bolivia, por lo tanto se estudió además un ejemplar cultivado en el Jardín Botánico de Berlin-Dahlem (Alemania) a partir de ejemplares, individuos silvestres de Argentina.

Los preparados palinológicos se realizaron con la técnica de acetólisis de Erdtman (1966), el material se montó en gelatina glicerínada sellándolos con parafina. Dichos preparados se encuentran depositados en la Palinoteca de la Universidad Nacional del Nordeste (PAL-CTES). Las observaciones y mediciones se realizaron en 20 granos de polen para cada una de las especies en estudio. Mediante un microscopio Olympus BX 40 se analizaron: eje polar, diámetro ecuatorial, forma, posición y número de las aperturas, ámbito, simetría, espesor y escultura de la exina. Las fotografías fueron obtenidas con una cámara digital Canon Power Shot S55.

La observación e interpretación de la escultura se completó con las observaciones y fotomicrografías obtenidas con microscopio electrónico de barrido

(MEB) Jeol JSM-580 OLV de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNNE. Se utilizó material polínico previamente acetolizado y metalizado en oro-paladio.

Se utilizó la terminología sugerida por Nilson & Praglowski, (1992), consultándose también Punt *et al.* (2007), para el nombre de las espinas de acuerdo a su distinta altura.

Material examinado

Cereus aethiops Haw. ARGENTINA. *Prov. Salta: Dpto. Gral. Cafayate*, 04.I.1972, *Krapovickas et al.* 20621 (CTES), PAL-CTES 7019; *Prov. Corrientes: Dpto. Capital*, 18.XII.2003, *Meza Torres* 163 (CTES), PAL-CTES 7403.

Cereus argentinensis Britton & Rose. ARGENTINA. *Prov. Corrientes: Dpto. Lavalle*, 23.XII.1979, *Schinini et al.* 19064 (SI), PAL-CTES 7020.

Cereus forbesii Otto ex C.F. Först. ARGENTINA. *Prov. Formosa: Dpto. Laishí*, 10.XII.1999, *Di Giacomo* 438 (CTES), PAL-CTES 7407. *Prov. Salta, Dpto. Rivadavia*, 03.III.1984, *Schinini*, 19583 (CTES), PAL-CTES 7406.

Cereus haenkeanus F.A.C. Weber ex Schum. ARGENTINA. *Prov. Jujuy. Dpto. San Pedro*, de San Pedro a Sta. Clara, 11.XI.1995, *Kiesling et al.* 8719 (CTES), PAL-CTES 7413.

Cereus stenogonus K. Schum. ARGENTINA. *Prov. Corrientes: Dpto. Capital*, 25.X.2003, *Meza Torres* 161 (CTES), PAL-CTES 6808.

Cereus uruguayanus R. Kiesling. ARGENTINA. *Prov. Corrientes: Dpto. Capital*, 12.XII.2003, *Meza Torres* 164 (CTES), PAL-CTES 7305.

Cleistocactus baumannii (Lem.) Lem. ARGENTINA. *Prov. Entre Ríos: Dpto. La Paz*, Paso Yunke, 03.XI.1998, *Bacigalupo et al.* 1666 (SI), PAL-CTES 7022; *Prov. Formosa: Dpto. Laishí*, 18.XI.1999, *Di Giacomo* 432 (CTES), PAL-CTES 7408. BOLIVIA. *Dpto. Tarija*, 20.XII.1994, *Zuloaga et al.* 1365 (SI), PAL-CTES 7024.

Cleistocactus hyalacanthus (K. Schum.) Gosselin. ARGENTINA, *Prov. Jujuy. Schwerdtfeger* 17649 (B) Det. *Leuenberger*. Este espécimen es cultivado, a partir de ejemplares silvestres. BOLIVIA. *Dpto. Tarija: Prov. Aniceto Arce*, sin fecha, *Beck et al.* 22149 (SI), PAL-CTES 7023.

Cleistocactus smaragdiflorus (F.A.C. Weber) Britton & Rose. ARGENTINA. *Prov. Catamarca:*

Dpto. Capital, sin fecha, *Ulibarri* 895 (SI), PAL-CTES 7025.

Denmoza rhodacantha (Salm-Dyck) Britton & Rose. ARGENTINA. *Prov. Mendoza: Dpto. Las Heras*, 04.I.2002, *Leuenberger* 04793 (SI), PAL-CTES 7052.

Echinopsis ancistrophora Speng. ARGENTINA. *Prov. Salta: Dpto. Iglesia*, 02.II.1995, *Kiesling* 8742 (SI), PAL-CTES 7054.

Echinopsis aurea Britton & Rose. ARGENTINA. *Prov. La Rioja: Dpto. Gral. Ocampo*, 11.XI.1999, *Biurrun et al.* 4932 (SI), PAL-CTES 7055; *Dpto. R. V. Peñaloza*; 11.XI.1999, *Biurrun et al.* 4933 (SI) PAL-CTES 7364.

Echinopsis leucantha (Gillies ex Salm-Dyck) Walp. ARGENTINA. *Prov. Buenos Aires: Loc. Cardenal Lagliero*, sin fecha, *Kiesling et al.* 1032 (SI) PAL-CTES 7056; *Prov. Catamarca: Dpto. Chami-cal*, sin fecha, *Kiesling* 190 (SI), PAL-CTES 7402.

Echinopsis mamillosa Gürke. ARGENTINA. *Prov. Salta*, sin fecha, *Cárdenas* 5022 (LIL), PAL-CTES 7446. BOLIVIA. *Dpto. Tarija: Prov. Acineto Arce*, *Beck et al.* 22150 (SI) PAL-CTES 7057.

Echinopsis oxygona (Link) Zucc. ARGENTINA. *Prov. Entre Ríos: Dpto. Colón: Parque Nacional El Palmar*, La Glorieta, sin fecha, *Bacigalupo et al.* 1603 (SI) PAL-CTES 7448.

Echinopsis rhodotricha Schum. ARGENTINA. *Prov. Formosa*, 18.XI.1999, *Di Giacomo* 433 (CTES) PAL-CTES 7058; *Dpto. Gualaguaychú*, 23.XI.1999, *Bacigalupo et al.* 1793 (SI) PAL-CTES 705.

Echinopsis tubiflora (Pfeiff.) Zucc. ARGENTINA. *Prov. Tucumán: Dpto. Trancas*, 03. XII.2003, *Leuenberger et al.* 4903 (LIL) PAL-CTES 7447.

Monvillea cavendishii (Monv.) Britton & Rose. ARGENTINA. *Prov. Corrientes: Dpto. Capital*, 24.IX.1972, *Schinini* 5395 (CTES), PAL-CTES 7256. *Prov. Formosa: Dpto. Laishí*, 10.XII.1999, *Di Giacomo* 440 (CTES), PAL-CTES 7409; *Dpto. Patiño*, 20.II.2004, *Tressens S. G.* 6922 (SI) PAL-CTES 7410. *Prov. Misiones: Dpto. San Ignacio*, 23. III. 1998, *Zuloaga*, 6603 (SI), PAL-CTES 7255.

Monvillea spegazzini (F.A.C. Weber) Britton & Rose. ARGENTINA. *Prov. Formosa: Dpto. Patiño*, 11.XII.1979, *Schinini* 19597 (SI), PAL-CTES 7257. *Dpto. Laishí*, 18-II-2000, *Di Giacomo* 452 (CTES), PAL-CTES 7411.

RESULTADOS

Descripción General

De acuerdo a la morfología polínica, los géneros estudiados son estenopalínicos, las características generales del polen estudiado son: granos esferoidales a prolatos, isopolares, radiosimétricos, de tamaño medianos a grandes (48-87,5 μm), ámbito circular a subcircular. Tricolpados. Colpos de 15-63 μm de longitud. Exina tectada de 1-3 μm de espesor, sexina de 0,5-2 μm y nexina de 0,5-1 μm . Con MEB se confirma que el tectum es perforado con perforaciones rodeadas con engrosamientos anulares; alternando con las mismas se observan espínulas, microespinas y nanoespinas con mayor y menor densidad (Tabla 1).

Descripción palinológica de las especies

Cereus aethiops (Fig.1 A-F)

Granos grandes, prolatos P=70 (75) 80 μm , E= 50 (55) 60 μm , P/E=1,36, ámbito subcircular. Tricolpados. Colpos largos de 50-63 μm de longitud, dejando apocolpios reducidos de aproximadamente 13,5 μm . Tectum perforado, en el mismo se observan elementos positivos y negativos menores a 1 μm , que hacen muy difíciles su medición con el MO. Exina de 2 μm de espesor. Sexina de 1,4 μm y nexina de 0,6 μm .

MEB: La observación permite comprobar que las perforaciones del tectum y sus engrosamientos miden 0,3 y 0,1 μm respectivamente y las microespinas supracteales miden 1 μm de longitud, variando la distancia entre ellas de 2-5 μm .

Distribución geográfica: Buenos Aires, Catamarca, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Río Negro, Salta, San Juan, San Luis, Tucumán.

Cereus argentinensis (Fig. 1 G-K)

Granos grandes, esferoidales, prolato-esferoidales, P= 55 (57,5) 60 μm , E= 50 (52) 55 μm , P/E= 1,10, ámbito circular. Tricolpados. Colpos largos, de 50-53 μm de longitud, llegando casi a ambos polos, apocolpios de aproximadamente 10 μm . Tectum perforado sobre el mismo, se observan elementos positivos muy pequeños dispuestos irregularmente, cuya forma no puede determinarse con el MO. Exina de

3 μm de espesor. Sexina de 2 μm y nexina de 1 μm .

MEB: Esta observación determina que el tectum tiene perforaciones de 0,17 a 0,3 μm de diámetro rodeadas de un pequeño engrosamiento anular de 0,15 a 0,18 μm sólo y los elementos positivos son microespinas supracteales que miden 1 μm de altura, variando la distancia entre las mismas de 4-6 μm .

Distribución geográfica: Corrientes y Entre Ríos.

Cereus forbesii (Fig.1 L-O)

Granos grandes, esferoidales, prolato-esferoidales, P=55 (57,5) 60 μm , E= 50 (52) 55 μm , P/E= 1,10, ámbito circular. Tricolpados. Colpos largos, de 45-50 μm de longitud, llegando casi a ambos polos, apocolpios de ± 10 μm . Tectum perforado y granulado. Estos gránulos son muy pequeños para poder ser medidos con el MO. Exina de 2 μm de espesor. Sexina y nexina de 1 μm .

MEB: Esta observación determina que el tectum es microperforado con perforaciones rodeadas de un pequeño engrosamiento anular, sólo distinguibles con altos aumentos (5000 x) ambos, perforaciones y engrosamientos miden 0,2 μm respectivamente y los "gránulos" observados con el MO, son nanoespinas supracteales que miden 0,4 μm de altura, variando la distancia de las mismas entre 2-6 μm .

Distribución geográfica: Catamarca, Chaco, Córdoba, Formosa, Jujuy, Tucumán, La Rioja, Salta, Santa Fe.

Cereus haenkeanus (Fig. 2 A-E)

Granos grandes, esferoidales, subprolotos P= 55 (56) 57 μm y E= 40 (43) 47 μm , P/E= 1,3, ámbito circular. Tricolpados. Colpos largos, de ± 40 μm de longitud, llegando casi a ambos polos, apocolpios de ± 10 μm . Tectum con perforaciones, alternando con elementos positivos cuya forma no puede determinarse con el MO. Exina de 3 μm de espesor. Sexina de 2 μm y nexina de 1 μm .

MEB: La observación determina que posee microperforaciones de 0,3 μm de diámetro rodeadas de un pequeño engrosamiento anular de 1,6 μm de espesor, sólo distinguibles con altos aumentos (5000x) y que los elementos positivos son microespinas supracteales de 1 μm de altura, siendo la distancia entre ellos de aproximadamente 3-5 μm .

Distribución geográfica: Catamarca, Jujuy, Salta.

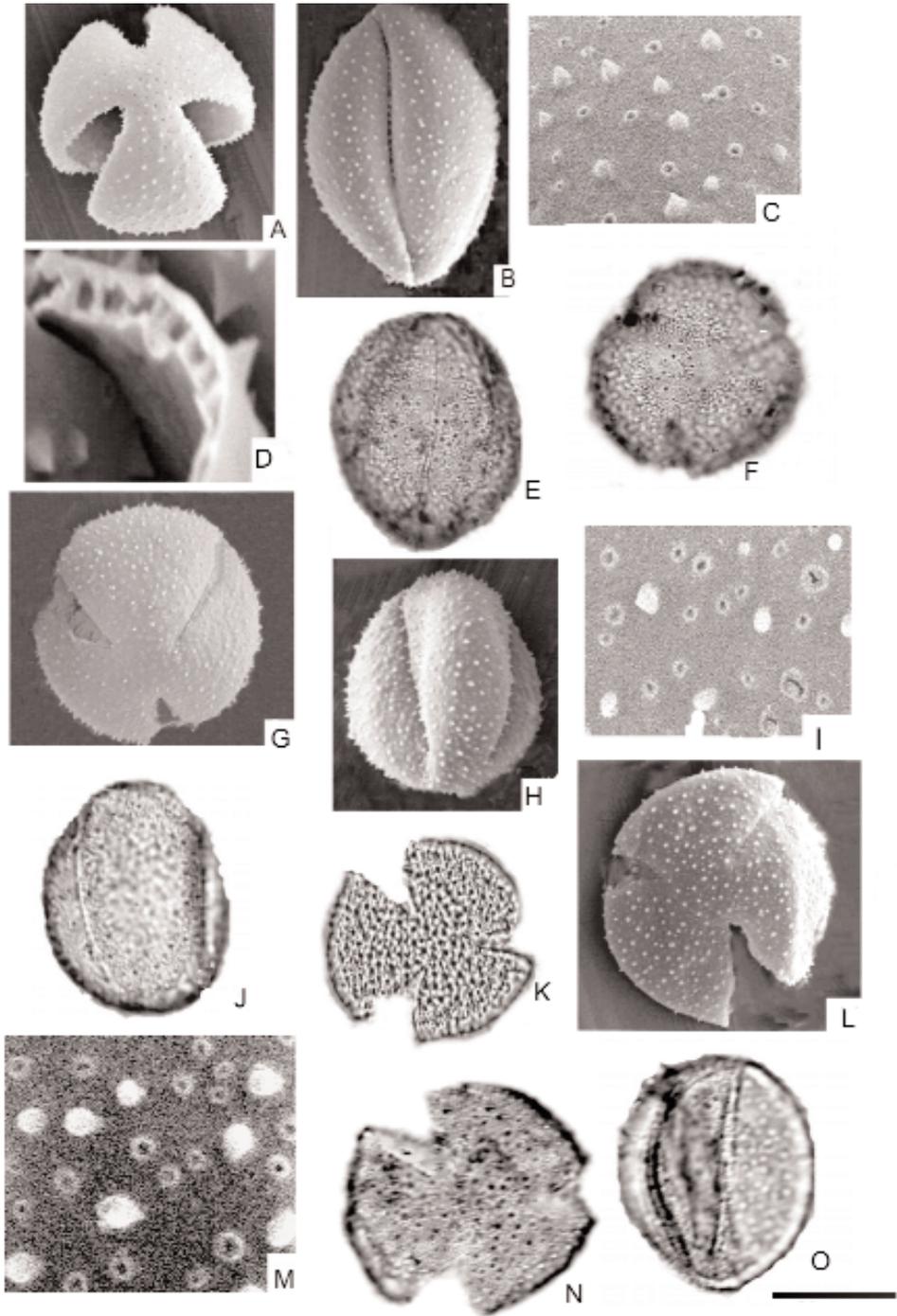


Fig.1. *Cereus aethiops* **A:** MEB, vista general polar. **B:** vista general ecuatorial. **C:** detalle de escultura. **D:** detalle de estructura. **E:** MO, vista general ecuatorial. **F:** vista general polar. *Cereus argentinensis* **G:** MEB, vista general polar. **H:** vista general ecuatorial. **I:** detalle de escultura. **J:** MO, vista general ecuatorial. **K:** vista general polar. *Cereus forbesii* **L:** MEB, vista general polar. **M:** detalle de escultura. **N:** MO, vista general polar. **O:** vista general ecuatorial. La escala representa 31,4 μm en **A**; 33,3 μm en **B**; 2,6 μm en **C**; 4 μm en **D**; 32 μm en **E-F**; 28 μm en **G** y **K**; 28,75 μm en **H - J**; 2 μm en **I**; 26 μm en **L**; 1,5 μm en **M**; 32 μm en **N-O**.

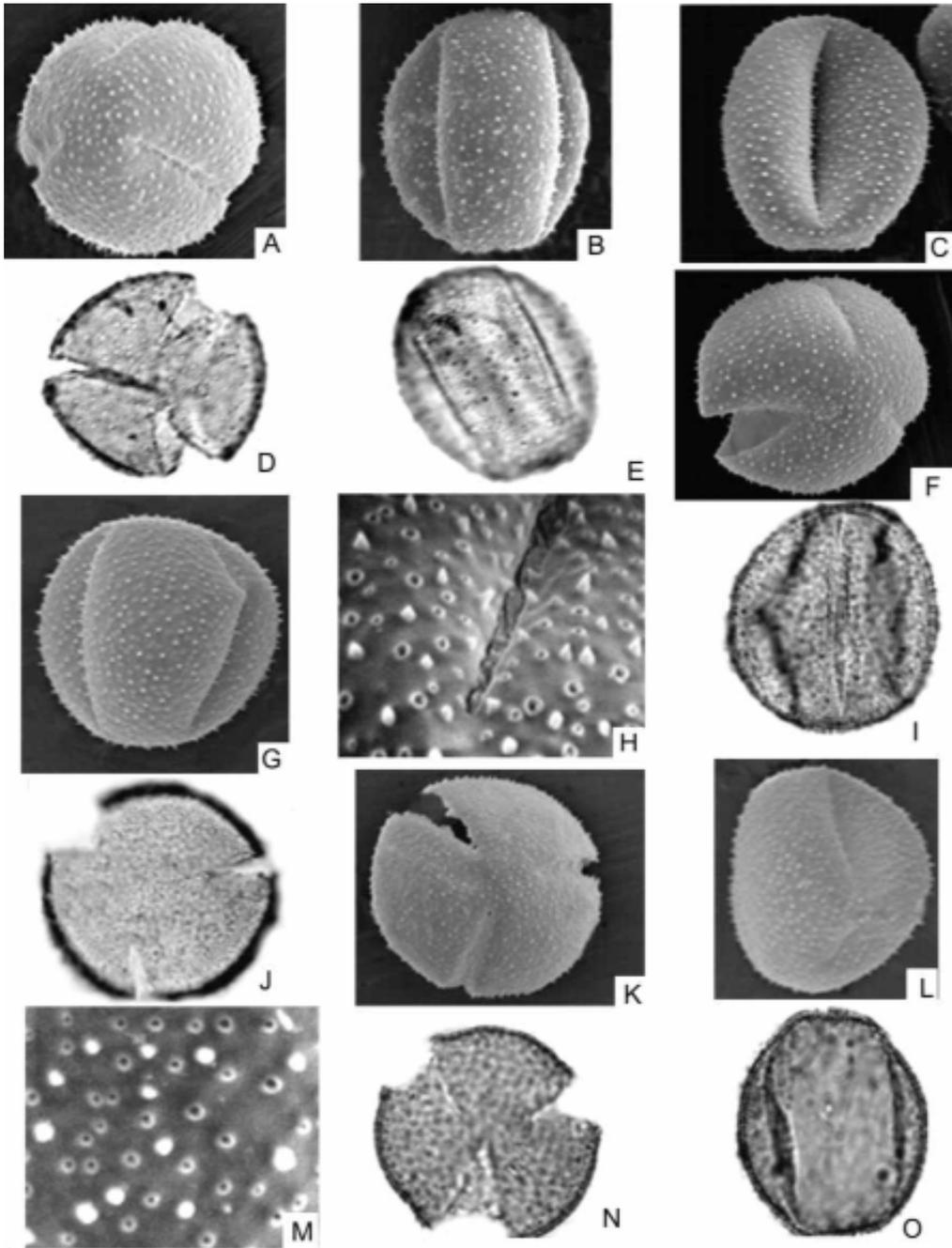


Fig.2. *Cereus haenkeanus* **A:** MEB, vista general polar. **B:** vista general ecuatorial, se observan dos colpos. **C:** vista general ecuatorial, se observa un colpo. **D:** MO, vista general polar. **E:** vista general ecuatorial. *Cereus stenogonus* **F:** MEB, vista general polar. **G:** vista general ecuatorial. **H:** detalle de escultura y de un colpo que se observa parcialmente. **I:** MO, vista general ecuatorial. **J:** vista general polar. *Cereus uruguayanus* **K:** MEB, vista general polar. **L:** vista general ecuatorial. **M:** detalle de escultura. **N:** MO, vista general polar. **O:** vista general ecuatorial. La escala representa 21,5 μm en **A-C**; 24 μm en **D**; 28,6 μm en **E**; 27 μm en **F-G**; 6,6 μm en **H**; 31 μm en **I-J**; 25 μm en **K-L**; 2 μm en **M**; 25,7 μm en **N-O**.

Cereus stenogonus (Fig. 2 F-J)

Granos grandes, esferoidales, prolato-esferoidales $P= 55 (57,5)$ $60 \mu\text{m}$, $E= 50 (51,3)$ $60 \mu\text{m}$, $P/E=1,07$, ámbito circular. Tricolpados. Colpos largos, de $45-55 \mu\text{m}$ de longitud, llegando casi a ambos polos; apocolpios entre 5 y $10 \mu\text{m}$. Tectum perforado, con elementos positivos y negativos menores a $1 \mu\text{m}$, cuya forma no puede determinarse con el MO. Exina de $3 \mu\text{m}$ de espesor. Sexina de $2 \mu\text{m}$ y nexina de $1 \mu\text{m}$.

MEB: La observación determina que posee microperforaciones de $0,3 \mu\text{m}$ de diámetro rodeadas de un pequeño engrosamiento anular de $0,2 \mu\text{m}$ de espesor y los elementos positivos son microespinas suprategales de $1 \mu\text{m}$ de altura, variando la distancia entre ellas de $4-6 \mu\text{m}$.

Distribución geográfica: Chaco, Corrientes Misiones.

Cereus uruguayanus (Fig. 2 K-O)

Granos grandes, esferoidales, subprolato-esferoidales, $P= 55 (57,5)$ $60 \mu\text{m}$, $E= 40 (45)$ $50 \mu\text{m}$, $P/E= 1,27$, ámbito circular. Tricolpados. Colpos largos, de $\pm 48 \mu\text{m}$ de longitud, llegando casi a ambos polos, apocolpios entre 5 a $10 \mu\text{m}$. Tectum perforado, se observan elementos positivos y negativos menores a $1 \mu\text{m}$ cuya forma no puede determinarse con el MO. Exina de $2 \mu\text{m}$ de espesor. Sexina de $1,5 \mu\text{m}$ y nexina de $0,5 \mu\text{m}$.

MEB: Se puede apreciar que posee microperforaciones rodeadas de un pequeño engrosamiento anular, ambos de $0,2 \mu\text{m}$ de diámetro y espesor respectivamente y los elementos positivos son microespinas suprategales de $0,9 \mu\text{m}$ de altura, variando la distancia entre ellas de $2-5 \mu\text{m}$.

Distribución geográfica: Buenos Aires, Entre Ríos.

Cleistocactus baumannii (Fig.3 A-E)

Granos medianos, esferoidales, prolato-esferoidales a subprolato-esferoidales, $(P) = 40 (42,5)$ $45 \mu\text{m}$, $E = 30 (35)$ $40 \mu\text{m}$, $P/E=1,21$, ámbito circular. Tricolpados. Colpos de $20-25 \mu\text{m}$ de longitud, apocolpios que oscilan entre 10 y $15 \mu\text{m}$. Tectum perforado, en el mismo se observan elementos positivos y negativos menores a $1 \mu\text{m}$ que no pueden definirse con el MO. Exina de $1,5 \mu\text{m}$ de espesor. Sexina de $1 \mu\text{m}$ y nexina de $0,5 \mu\text{m}$.

MEB: Las perforaciones del tectum miden $0,17 \mu\text{m}$ de diámetro y están rodeadas de engrosamientos

anulares de $0,22-0,28 \mu\text{m}$ y las microespinas suprategales miden entre $0,81-0,91 \mu\text{m}$ de altura, variando la distancia entre $1-4 \mu\text{m}$.

Distribución geográfica: Catamarca, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Rioja, Salta, Santiago del Estero, Santa Fe, Tucumán.

Cleistocactus hyalacanthus (Fig.3 F-I)

Granos medianos, esferoidales, prolato-esferoidales a subprolato-esferoidales, de $P= 45 (47,5)$ $50 \mu\text{m}$, $E= 38 (41,5)$ $45 \mu\text{m}$ $P/E= 1,11$ ámbito circular. Tricolpados. Colpos de $\pm 25-27,5 \mu\text{m}$ de longitud, apocolpios de 10 a $15 \mu\text{m}$. Tectum perforado, en el mismo se observan elementos positivos y negativos menores a $1 \mu\text{m}$ que no llegan a distinguirse con el MO. Exina de $1,5 \mu\text{m}$ de espesor. Sexina de $1 \mu\text{m}$ y nexina de $0,5 \mu\text{m}$.

MEB: Se observa que el tectum es perforado, con perforaciones de $0,17 \mu\text{m}$, rodeadas de engrosamientos anulares de $0,15-0,20 \mu\text{m}$ alternando con nanoespinas suprategales de $0,43-0,45 \mu\text{m}$ y microespinas suprategales de $0,52 \mu\text{m}$ de altura, variando la distancia entre ellas de $2-5 \mu\text{m}$.

Distribución geográfica: Jujuy, Salta.

Cleistocactus smaragdiflorus (Fig.3 J-N)

Granos medianos, esferoidales, prolato-esferoidales a subprolato-esferoidales, $P = 40 (42,5)$ $45 \mu\text{m}$ y $(E)= 25 (32,5)$ $40 \mu\text{m}$, $P/E=1,30$, ámbito circular. Tricolpados. Colpos largos de $25-30 \mu\text{m}$ de longitud, apocolpios de 12 a $15 \mu\text{m}$. Tectum perforado, sobre el mismo se observan elementos positivos y negativos menores a $1 \mu\text{m}$ distribuidos uniformemente. Exina de $1,5 \mu\text{m}$ de espesor. Sexina de $1 \mu\text{m}$ y nexina de $0,5 \mu\text{m}$.

MEB: Se aprecia el tectum con perforaciones de $0,14-0,15 \mu\text{m}$, rodeadas de engrosamientos anulares de $0,15-0,18 \mu\text{m}$ y nanoespinas suprategales de $0,49 \mu\text{m}$, microespinas suprategales de $0,74-0,80 \mu\text{m}$ de altura y la distancia entre ambas varía $2-4 \mu\text{m}$.

Distribución geográfica: Catamarca.

Denmoza rhodacantha (Fig.4 A-E)

Granos medianos, esferoidales, prolato-esferoidales a subprolato-esferoidales, $P= 38 (44)$ $50 \mu\text{m}$, $E= 30 (37,5)$ $45 \mu\text{m}$, $P/E= 1,17$, ámbito circular. Tricolpados. Colpos de 30 a $35 \mu\text{m}$ de largo, apocolpios de 12 a $17 \mu\text{m}$. Se observan restos de opérculo. Tectum perforado y granulado. Exina de $2 \mu\text{m}$ de espesor a nivel del ecuador donde va aumentando

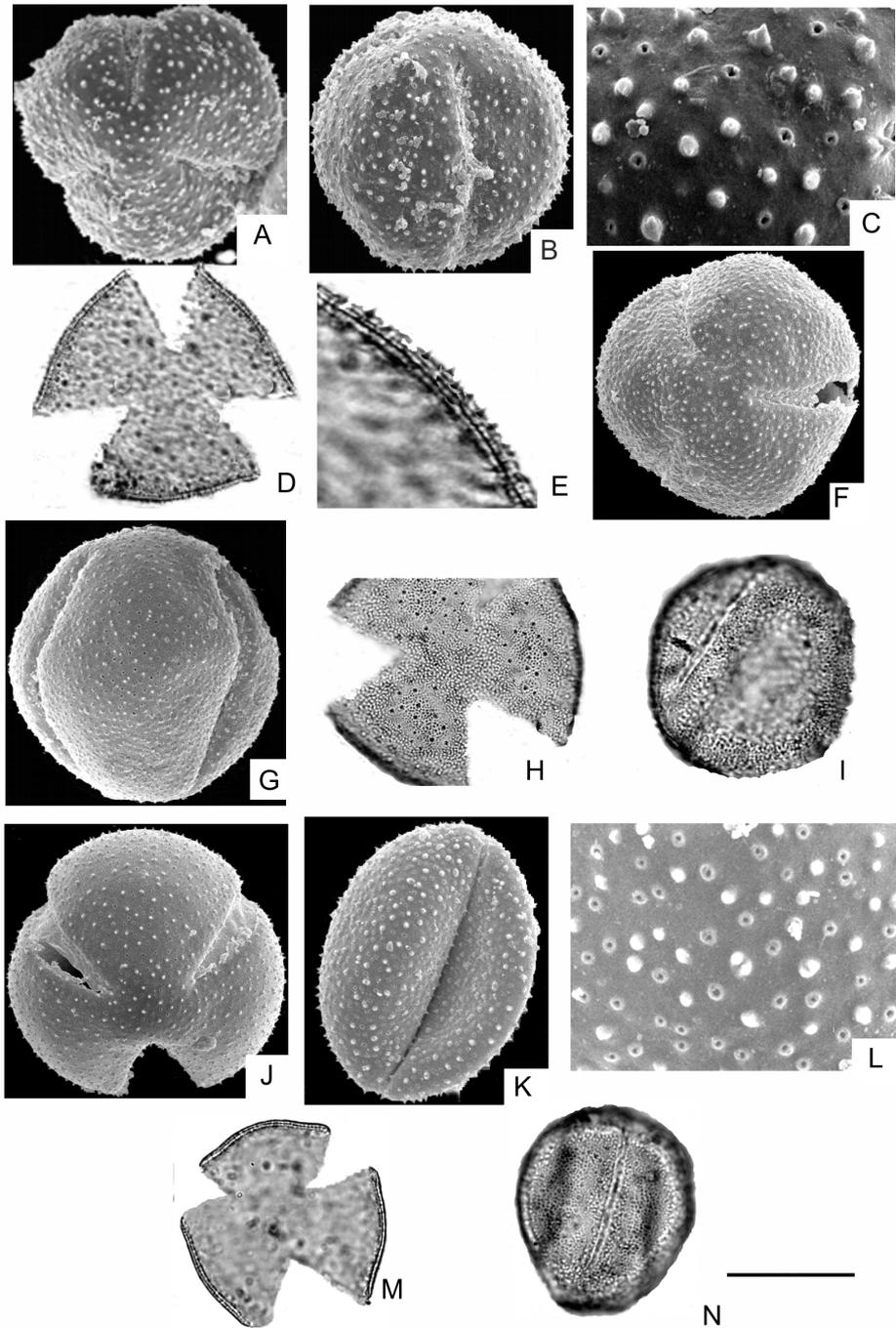


Fig.3. *Cleistocactus baumannii* **A:** MEB, vista general polar. **B:** vista general ecuatorial. **C:** detalle de escultura. **D:** MO, vista general polar. **E:** detalle de corte óptico. *Cleistocactus hyalacanthus* **F:** MEB, vista general polar. **G:** vista general ecuatorial. **H:** MO, vista general polar. **I:** vista general ecuatorial. *Cleistocactus samaragdiflorus* **J:** MEB, vista general polar. **K:** vista general ecuatorial. **L:** detalle de escultura. **M:** MO, vista general polar. **N:** vista general ecuatorial. La escala representa 35 μm en **A**, **B** y **D**; 5 μm en **C**; 7,5 μm en **E**; 23,75 μm en **F-H**; 27 μm en **I**; 16,25 μm en **J**; 21,8 μm en **K**; 3 μm en **L**; 28,3 μm en **M-N**.

paulatinamente hasta alcanzar en los polos 4 μm . Sexina y nexina del mismo espesor 1 μm a nivel del ecuador y 2 μm a nivel de los polos.

MEB: Con altos aumentos (5000x) puede observarse que el tectum es microperforado, tanto las microperforaciones como el engrosamiento que las rodean miden cada una 1,1 μm . Las granulaciones son microespinas suprategales de 0,8 μm de altura, dispuestas irregularmente, variando la distancia entre ellas de 2-5 μm .

Distribución geográfica: Catamarca, La Rioja, Mendoza, Salta, San Juan, Tucumán.

Echinopsis ancistrophora (Fig.4 F-I)

Granos medianos, esferoidales, subprolato-esferoidales, (P) = 45 (47,5) 50 μm , (E) = 35 (37,5) 40 μm , P/E= 1,26, ámbito circular. Tricolpados. Colpos largos de 37,5-50 μm de longitud, apocolpios de 15 a 25 μm . Tectum con perforaciones pequeñas, sobre el mismo se observan elementos positivos y negativos menores a 1 μm . Exina de 2 μm de espesor. Sexina y nexina de 1 μm .

MEB: Las microperforaciones miden 0,25 μm de diámetro, rodeadas de engrosamientos anulares de 0,34-0,36 μm y espínulas suprategales de 1,23 μm de altura, dispuestas irregularmente variando la distancia entre 1-10 μm .

Distribución geográfica: Jujuy, Salta, Tucumán.

Echinopsis aurea (Fig.4 J-M)

Granos grandes, esferoidales, subprolato-esferoidales, (P)= 54 (62) 70 μm , E= 40 (42,5) 45 μm , P/E= 1,45, ámbito circular. Tricolpados. Colpos largos de 32,5-50 μm de longitud, apocolpios de 15 a 20 μm . Tectum perforado, se observan elementos positivos y negativos menores a 1 μm . Exina de 2 μm de espesor. Sexina y nexina de 1 μm .

MEB: Se distingue que el tectum posee microperforaciones de 0,22-0,25 μm de diámetro rodeadas de engrosamientos anulares que miden 0,34-0,36 μm . Presencia de microespinas suprategales de 0,53-0,83 μm de altura, la distancia entre las mismas es de 3-6 μm .

Distribución geográfica: Córdoba.

Echinopsis leucantha (Fig.4 N-O) y (Fig. 5 A-C)

Granos grandes, prolatos, (P)= 65 (72,5) 80 μm , (E)= 38 (44) 50 μm , P/E= 1,64, ámbito circular. Tricolpados. Colpos de 15-25 μm de longitud, apocol-

pios de 12 a 15 μm . Tectum perforado, sobre el mismo se observan elementos positivos y negativos menores a 1 μm . Exina de 2 μm de espesor. Sexina y nexina de 1 μm .

MEB: Se observa que el tectum es microperforado con perforaciones de 0,21-0,37 μm rodeadas de engrosamientos anulares que miden 0,16-0,24 μm . Presencia de microespinas suprategales de 0,70-0,87 μm , dispuestas irregularmente variando la distancia entre 1-7 μm .

Distribución geográfica: Buenos Aires, Catamarca, La Rioja, Mendoza, Río Negro, Salta, Santiago del Estero, San Juan, San Luis, Tucumán.

Echinopsis mamillosa (Fig.5 D-H)

Granos grandes, prolatos, (P) = 70 (80) 90 μm , (E)=50 (60) 70 μm , P/E= 1,33, ámbito circular. Tricolpados. Colpos de 62,5 μm de longitud, no llegan a unirse a los polos, apocolpios de 15 a 30 μm . Tectum granuloso, sobre el mismo se observan elementos positivos y negativos menores a 1 μm , Exina de 1,5 μm de espesor. Sexina de 1 μm y nexina de 0,5 μm .

MEB: Se observa que el tectum es microperforado con perforaciones de 0,21-0,59 μm rodeadas de engrosamientos anulares que miden 0,25-0,45 μm . Presencia de microespinas suprategales que miden 0,99 μm de altura, dispuestas irregularmente variando la distancia entre 3-9 μm .

Distribución geográfica: Salta.

Echinopsis oxygona (Fig.5 I-M)

Granos grandes, esferoidales, prolato-esferoidales a prolatos, (P)= 55 (60) 65 μm , E= 45 (51,5) 58 μm , P/E= 1,16, ámbito circular. Tricolpados. Colpos largos de 27,5-37,5 μm de longitud, apocolpios de 15 μm . Tectum perforado, se observan elementos positivos y negativos menores a 1 μm que no se diferencian en MO. Exina de 2 μm de espesor. Sexina y nexina de 1 μm .

MEB: Se confirma que el tectum es microperforado, con perforaciones que miden 0,29-0,38 μm de diámetro, rodeadas de un engrosamiento anular de 0,27 μm y espínulas suprategales de 1,15 μm de altura y la distancia entre ellas es de 3-8 μm .

Distribución geográfica: Buenos Aires, Entre Ríos y Santa Fe.

Echinopsis rhodotricha (Fig.6 A-E)

Granos grandes, prolatos, (P)= 72 (78,5) 85 μm ,

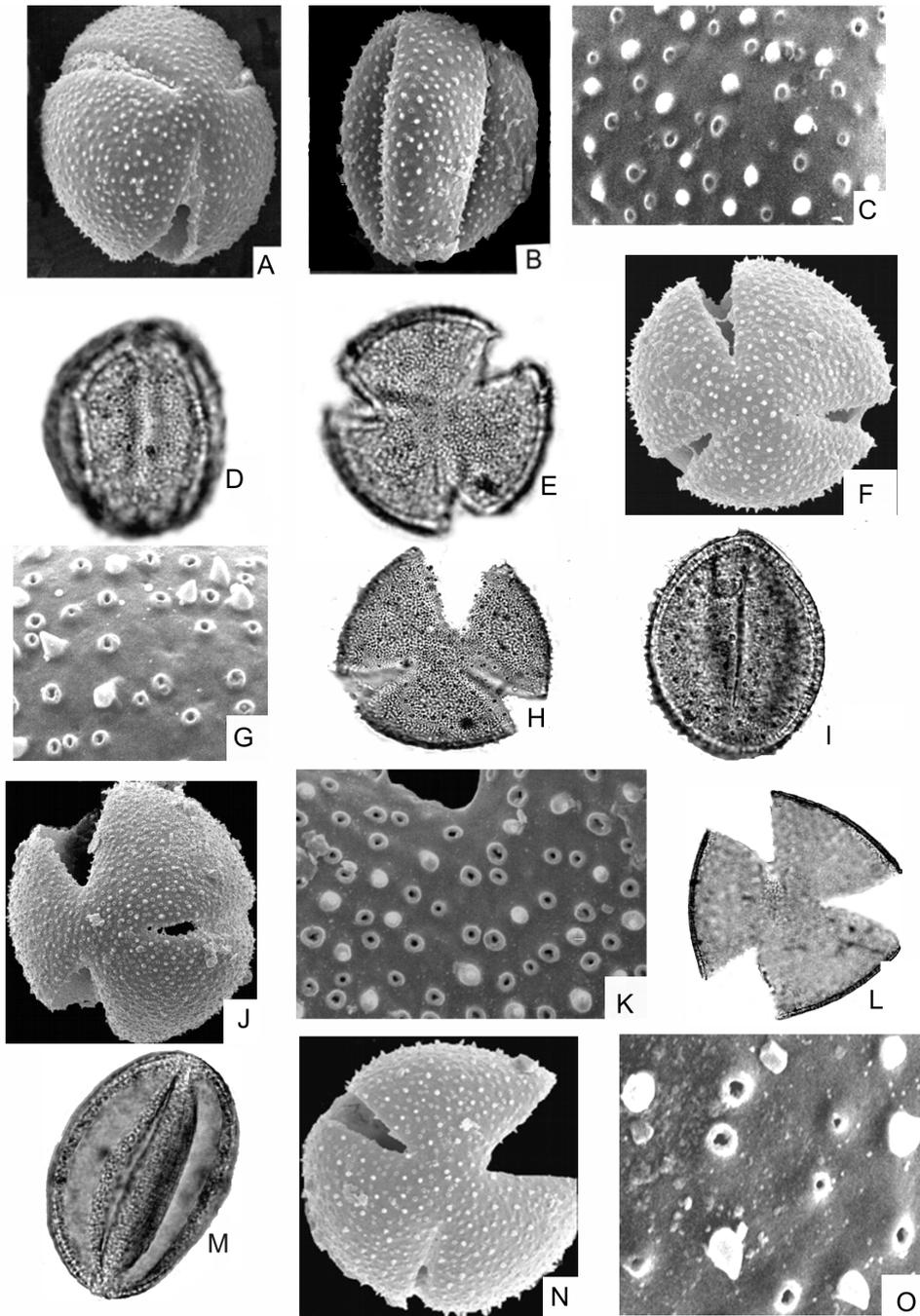


Fig. 4. *Denmoza rhodocantha* **A:** MEB, vista general polar. **B:** vista general ecuatorial, **C:** detalle de escultura. **D:** MO, vista general ecuatorial. **E:** vista general polar. *Echinopsis ancistrophora* **F:** MEB, vista general polar. **G:** detalle de escultura. **H:** MO, vista general polar. **I:** vista general ecuatorial. *Echinopsis aurea* **J:** MEB, vista general polar. **K:** detalle de escultura. **L:** MO, vista general polar. **M:** vista general ecuatorial. *Echinopsis leucantha* **N:** MEB, vista general polar. **O:** detalle de escultura.

La escala representa 18,75 μm en **A - B**; 5,3 μm en **C**; 21,5 μm en **D-E**; 18,2 μm 5 μm en **G**; 22,05 μm en **H**; 25,6 en **I**; 20,7 μm en **J**, 4 μm en **K**, 24,2 μm en **L**; 29,5 μm en **M**; 28 μm en **N-O**.

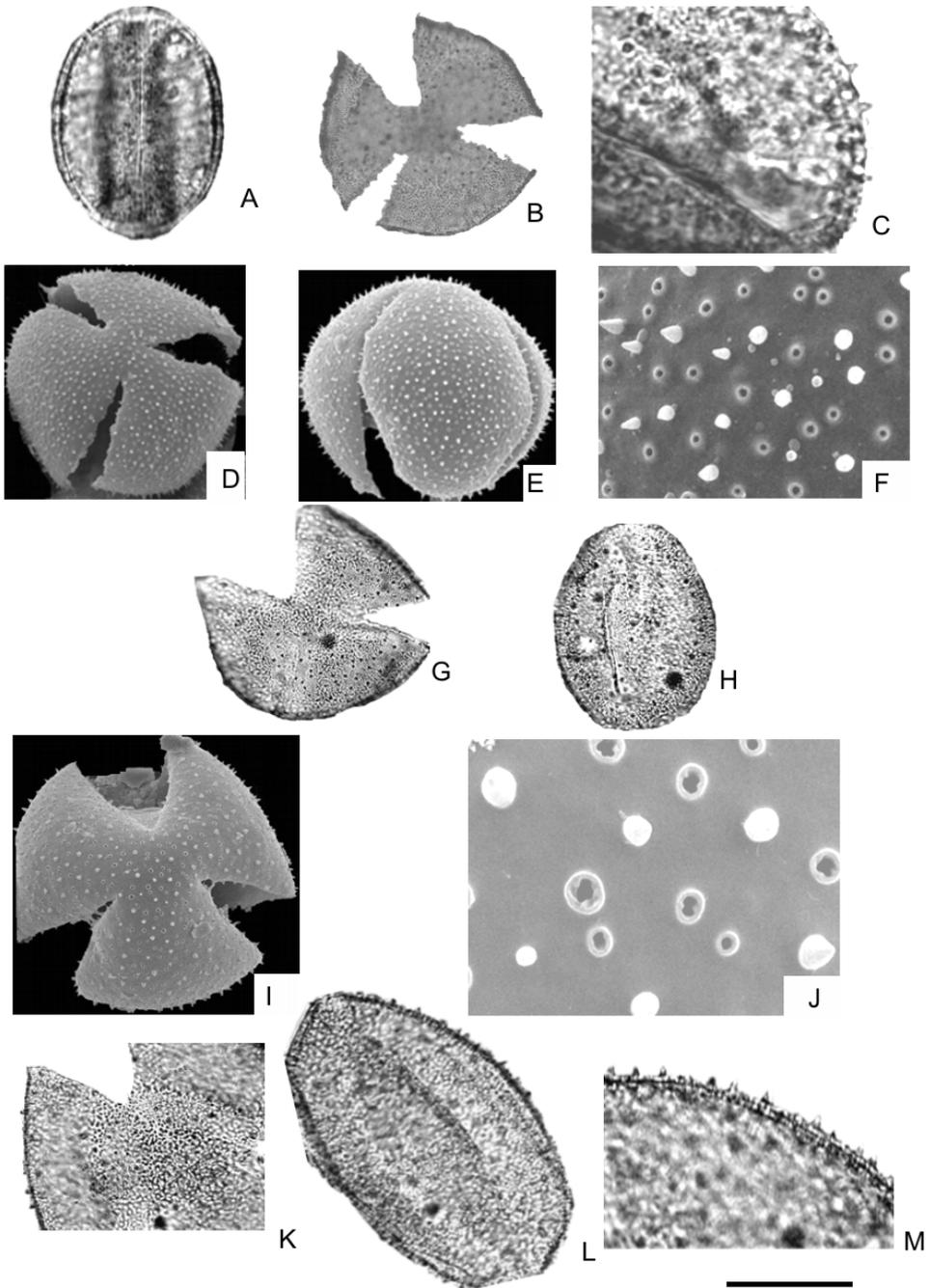


Fig. 5. *Echinopsis leucantha* **A:** MO, vista general polar. **B:** vista general ecuatorial. **C:** corte óptico. *Echinopsis mamillosa*. **D:** MEB, vista general polar. **E:** vista general ecuatorial. **F:** detalle de escultura. **G:** MO, vista general polar. **H:** vista general ecuatorial. *Echinopsis oxigona*. **I:** MEB, vista general polar. **J:** detalle de escultura. **K:** MO, vista polar. **L:** vista ecuatorial. **M:** corte óptico.

La escala representa 5,8 μm en **A**; 22,5 μm en **B**; 42,6 μm en **C**; 26,6 μm en **D**; 3,3 μm en **E**; 31,5 μm en **F**; 28 μm en **G**; 9,9 μm en **H**; 22,8 μm en **I**; 3,2 μm en **J**; 30 μm en **K - L**; 11,5 μm en **M**.

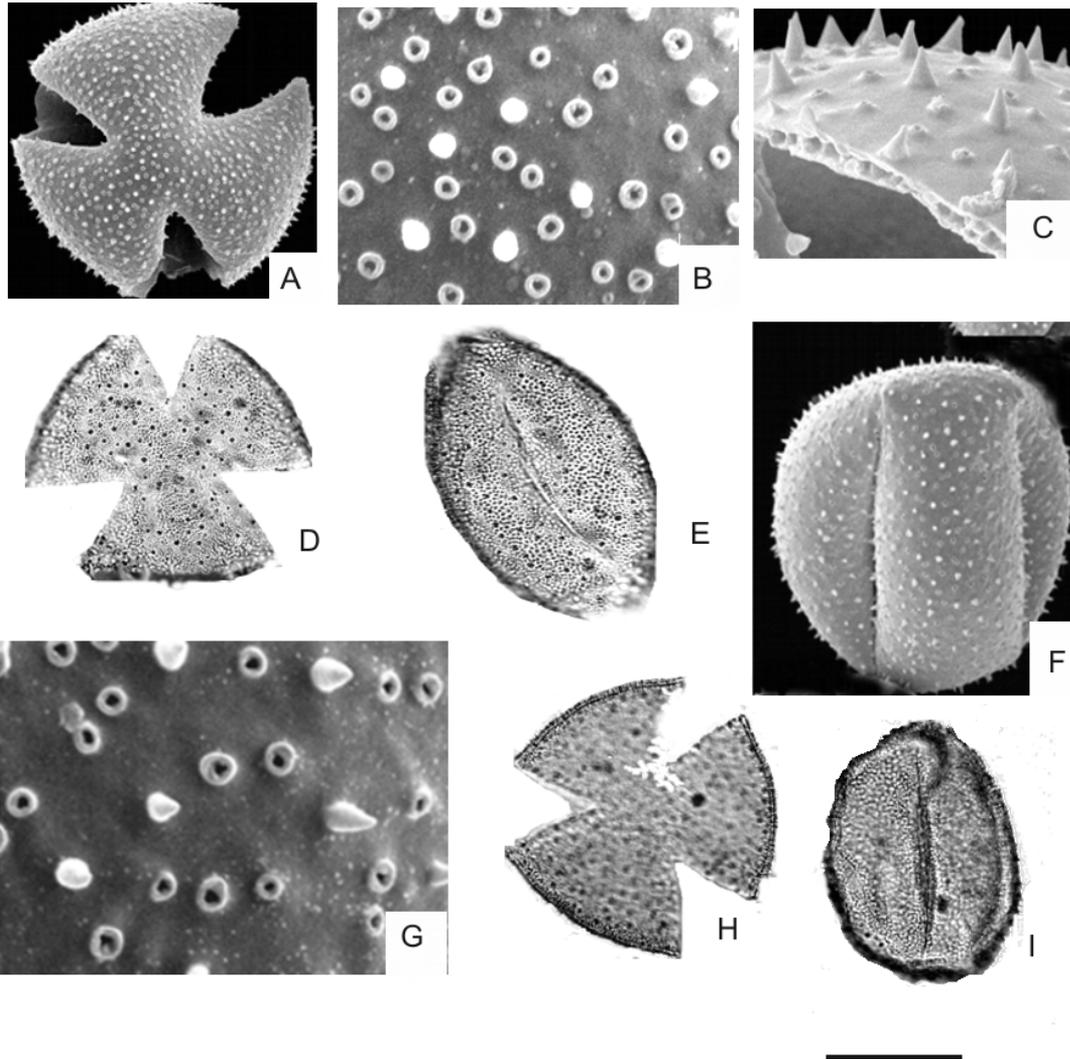


Fig.6. *Echinopsis rhodotricha* **A:** MEB, vista general polar. **B:** detalle de escultura. **C:** detalle de estructura. **D:** MO, vista general polar. **E:** vista general ecuatorial. *Echinopsis tubiflora* **F:** MEB, vista general ecuatorial. **G:** detalle de escultura. **H:** MO, vista general polar. **I:** vista general ecuatorial.

La escala representa en 20,2 μm en **A**; 4,3 μm en **B**; 5,2 μm en **C**; 25 μm en **D**; 34,1 μm en **E**; 28,3 μm en **F**; 4 μm en **G**; 30 μm en **H** e **I**.

(E) = 35 (42,5)50 μm , P/E= 1,84, ámbito circular. Tricolpados. Colpos de 25-30 μm , apocolpos de 15 a 20 μm . Tectum granulado, sobre el mismo se observan elementos positivos y negativos menores a 1 μm . Exina de 2 μm de espesor. Sexina y nexina de 1 μm .

MEB: Se observa que el tectum es microperforado con perforaciones que oscilan entre 0,25-0,27 μm rodeadas de engrosamientos anulares de 0,21-0,22

μm . Presencia de microespinas supracteales de 0,86 μm y espínulas supracteales de 1,11-1,31 μm , dispuestas irregularmente, variando al distancia entre 3-7 μm .

Distribución geográfica: Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Santiago del Estero, Santa Fe.

Echinopsis tubiflora (Fig.6 F-I)

Granos grandes, prolatos, (P)= 70 (77,5) 85 μm ,

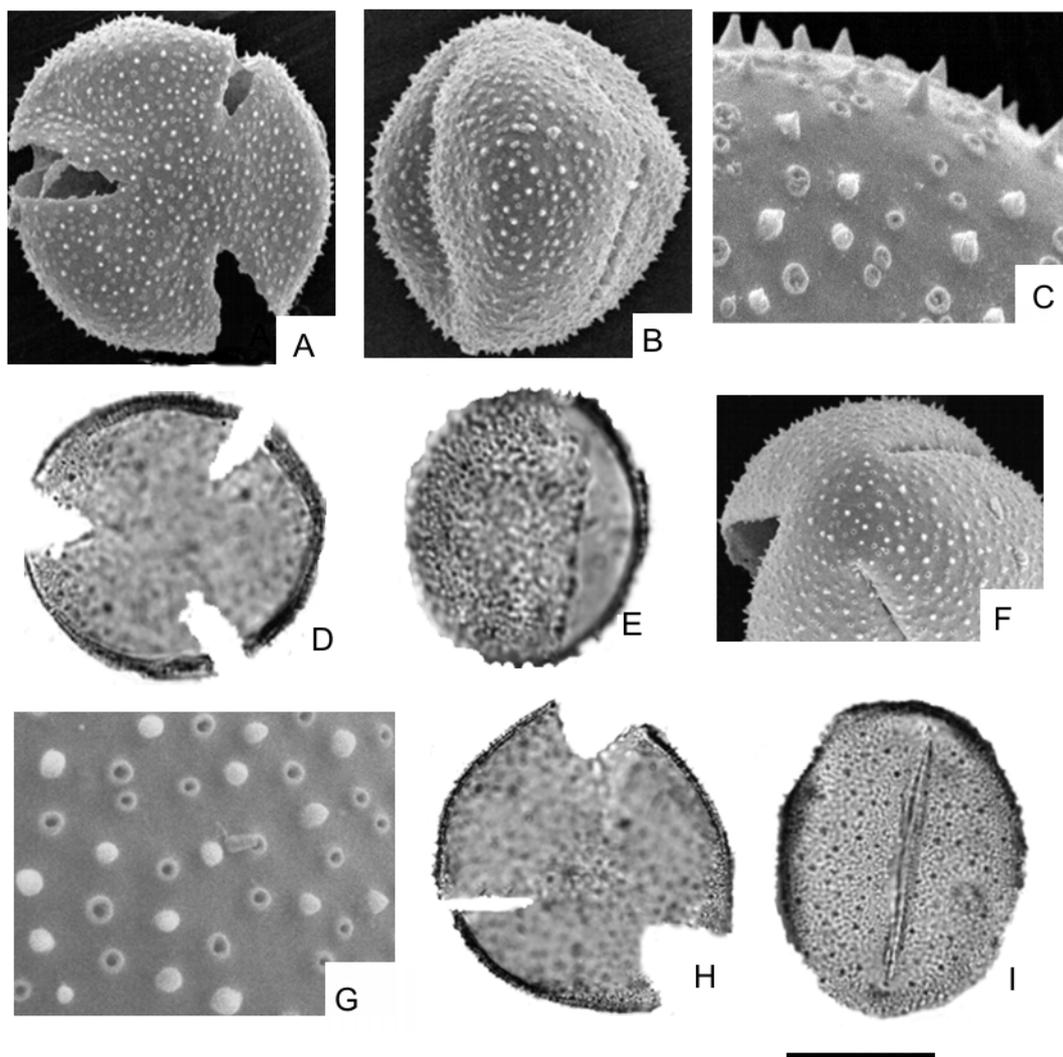


Fig.7. *Monvillea cavendishii* **A:** MEB, vista general polar. **B:** vista general ecuatorial. **C:** detalle de escultura. **D:** MO, vista general polar. **E:** vista general ecuatorial. *Monvillea spegazzinii* **F:** MEB, vista general polar. **G:** detalle de escultura. **H:** MO, vista general polar. **I:** vista general ecuatorial.

La escala representa en 27,5 μm en **A**, **B**, **D** y **E**; 5 μm en **C**; 20 μm en **F**; 2 μm en **G**; 24,8 μm en **H** e **I**.

(E) =45 (50) 55 μm , P/E= 1,12, ámbito circular. Tricolpados. Colpos de 50-60 μm de longitud, apocolpos de 20 a 25 μm . Téctum granulado, sobre el mismo se observan elementos positivos y negativos menores. Exina de 2 μm de espesor. Sexina y nexina de 1 μm .

MEB: Se observa que el téctum es microperforado con perforaciones que miden entre 0,35-0,47 μm rodeadas de engrosamientos anulares que varían entre 0,22-0,27 μm . Presencia de espínulas que miden 1,08-1,41 μm , la distancia entre las mismas es de 2-10 μm

Distribución geográfica: Salta, Tucumán.

Monvillea cavendishii (Fig.7 A-E)

Granos grandes, esferoidales, prolato-esferoidales a subprolato-esferoidales, (P)= 55 (57,5) 60 μm , (E)=35 (45) 55 μm , P/E=1,27, ámbito circular. Tricolpados. Colpos largos de 26-37 μm de longitud, apocolpos de 15 a 17 μm . Téctum granulado, en el mismo se observan elementos positivos y negativos menores a 1 μm , dispuestos regularmente. Exina de 1 μm de espesor. Sexina y nexina de 0,5 μm .

MEB: Se observa que el tectum es microperforado con perforaciones de 0,25-0,30 μm rodeadas de engrosamientos anulares que miden 0,28 μm . Presencia de espínulas suprategales de 1,15 μm de altura, dispuestas regularmente y la distancia entre ellas es de 1-5 μm .

Distribución geográfica: Chaco, Corrientes, Entre Ríos. Formosa, Jujuy, Salta.

***Monvillea spegazzinii* (Fig.7 F-I)**

Granos grandes, prolatos, P= 65 (62,5) 75 μm , E= 35 (37,5) 40 μm , P/E= 1,6, ámbito circular. Tricolpados. Colpos largos de 35-45 μm de largo, apocolpos de 20 μm . Tectum perforado, en el mismo se observan elementos positivos y negativos menores a 1 μm dispuestos regularmente. Exina de 1 μm de espesor. Sexina y nexina de 0,5 μm .

MEB: Se observa que el tectum es microperforado con perforaciones de 0,24-0,30 μm rodeadas de engrosamientos anulares que miden 0,25-0,28 μm . Presencia de microespinas que miden 0,90 μm de altura y espínulas de 1,20 μm de altura, dispuestas regularmente y la distancia entre las mismas es de 1-6 μm .

Distribución geográfica: Chaco, Formosa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis palinológico de los géneros estudiados, no sólo aporta datos de cada una de las especies argentinas, sino que amplía los estudios previos realizados por otros autores para el polen de Cactaceae.

Según el trabajo de Nowicke (1975), quién estudió 12 especies de Cactaceae pertenecientes a la subfamilia Opuntoideae, existen caracteres que son comunes a la mayoría de los integrantes de la familia: tectum espinuloso y perforado encontrándose granos tricolpados, pantocolpados y pantoporados.

Por su parte, Leuenberger (1976) estudió el polen de 600 especies de Cactaceae de diferentes partes de América, de las cuales seis de ellas: *Cereus forbesii*, *Cleistocactus baumannii*, *C. smaragdiflorus*, *Denmoza rhodocantha*, *Echinopsis rhodotricha*, *Monvillea cavendishii* y *M. spegazzinii* son estudiadas aquí. La mayoría de los caracteres brindados por el autor coinciden con lo estudiado en este trabajo, excepto el número de aperturas de algunas especies. El mismo autor al estudiar *Cleistocactus*

baumannii, *C. smaragdiflorus*, *Denmoza rhodocantha* y *Echinopsis rhodotricha* encontró que estas especies presentaban la mayoría granos tricolpados y un porcentaje menor (1-2%) granos pantocolpados. Los granos de polen de las mismas especies estudiadas aquí son todos tricolpados. Así mismo, el autor al analizar el polen de *Cereus forbesii*, *Monvillea cavendishii* y *M. spegazzinii* observó que son tricolpados, dato que coincide con lo analizado en estas especies. Esta diferencia sugiere la posibilidad de que haya utilizado polen de híbridos, ya que trabajó en algunos casos con material cultivado.

Garralla *et al.* (2008), analizaron el polen de las especies argentinas de *Rebutia* S. str. y reconocieron dos grupos, basándose en el tipo de apertura: tricolpados y pantocolpados. También otro carácter que tuvieron en cuenta fue la forma de los granos de polen: suboblatos a esferoidales y subprolatos o prolatos.

El estudio del polen de las especies argentinas del género *Rhipsalis* Gaerth. realizado por Salgado & Garralla (2008), permitió observar que las principales diferencias entre los taxones estudiados se refieren al número de aperturas y a la disposición de las mismas sobre la superficie de los granos de polen. Establecieron 2 grupos: 3-colpados y pantocolpados, estos últimos con 6 y 8 colpos respectivamente.

Más tarde, Cuadrado & Garralla (2009) estudiaron los granos de polen de las especies argentinas pertenecientes a las subfamilias Maihuenioideae y Pereskoideae. Las autoras encontraron diferencias en el número y disposición de las aperturas estableciendo dos grupos: granos tricolpados y granos pantocolpados. Entre los tricolpados se encuentran las especies del género *Maihuenia* (F.A.C. Weber) K. Schum. (*M. patagonica* y *M. poepigii*) quienes a su vez pueden separarse por la forma y tamaño de sus granos y longitud de los colpos. En cambio entre los pantocolpados, están las especies de *Pereskia* Mill., donde se encontraron colpos en número de 6 a 14. Al comparar el polen de *Cereus* Mill., *Cleistocactus* Lem., *Denmoza* Britton & Rose, *Echinopsis* Zucc. y *Monvillea* Britton Rose, estos presentan estrecha similitud con las especies de *Maihuenia* en el número de aperturas, en la forma y en la escultura de los granos. Los géneros mencionados presentan granos tricolpados, esferoidales o prolatos y exina tectada con perforaciones rodeadas de engrosamientos anu-

lares, con espínulas, microespinas o nanoespinas; estos datos coinciden con otros, ya publicados (Kurtz, 1963; Leuenberger, 1976, 1997; Cuadrado & Garralla, 2009).

Por último, los caracteres palinológicos de los géneros de Cactaceae-Cactoideae estudiadas, revelan que hay mucha afinidad con Pereskioideae y Maihuenoideae y no así con Opuntioideae como ya lo habían mencionado (Leuenberger, 1976, 1997; Cuadrado & Garralla, 2009).

De acuerdo al análisis palinológico realizado en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

- * Debido a la homogeneidad entre las especies estudiadas, sólo fue posible separarla en dos tipos: Tipo *Cereus argentinensis* y Tipo *Echinopsis mamillosa*, teniendo en cuenta forma y tamaño de los granos de polen.
- * Se brinda la siguiente clave de acuerdo a las características palinológicas observadas en ambos tipos:

Clave de los Tipos Polínicos

1. Esferoidales de 40-65 µm de diámetro
..... Tipo *Cereus argentinensis*
- 1.' Prolatos de 70 a 90 µm de diámetro
..... Tipo *Echinopsis mamillosa*

El tipo *Cereus argentinensis* se presenta en *Cereus forbesii*, *C. haenkeanus*, *C. stenogonus*, *Cleistocactus hyalacanthus*, *C. smaragdiflorus*, *Denmoza rhodocantha*, *Echinopsis ancistrophora*, *E. aurea*, *E. oxygona* y *Monvillea cavendishii*.

El tipo *Echinopsis mamillosa* se presenta en *Cereus aethiops*, *Echinopsis leucantha*, *E. rhodotricha*, *E. tubiflora* y *Monvillea spgazzinii*.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos muy especialmente al Instituto de Botánica Darwinion (SI), Instituto de Botánica del Nordeste (CTES), Instituto Miguel Lillo (LIL) por el material otorgado. Al Dr. Beat Leuenberger por el material facilitado. Al Dr. Roberto Kiesling por la lectura crítica del manuscrito y a la Sta. Eva

Acevedo (Técnica de Laboratorio del CONICET), por la preparación del material polínico. Al Servicio de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste.

BIBLIOGRAFÍA

- CUADRADO, G. A. & S. S. GARRALLA. 2009. Palinología de los géneros *Maihuenia* (Maihuenoideae) y *Pereskia* (Pereskioideae), Cactaceae, de Argentina. *Bonplandia* 18 (1):5-12.
- ERDTMAN, G. 1966. *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms*. New York: Hafner Publ. Co.
- GARRALLA, S. S. & G. A. CUADRADO. 2007. Pollen morphology of the Cactaceae of Argentina (Opuntioideae): *Austrocylindropuntia* Backeb., *Maihueniopsis* Speg., *Opuntia* Mill. and *Tephrocactus* Lem. *Review of Palaeobotany and Palynology* 146: 1-17.
- GARRALLA, S. S., N. B. MURUAGA & G. A. CUADRADO. 2008. Morfología polínica de especies argentinas de *Rebutia* S. str. (Cactaceae, Cactoideae). *Darwiniana* 46 (2): 270-278.
- KIESLING, R. 2005. Cactaceae. En N. M. Bacigalupo (directora), *Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina) IV*: 258-265.
- KIESLING, R., L., LARROCA, J. FAÚNDEZ, D. FAÚNDEZ, D. METZING & S. ALBESIANO (*Wigginsia*). 2008. Cactaceae. En F. O. Zuolaga, O. Morrone & M. J. Belgrano (eds.), *Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur. Monogr. Syst. Bot. Gard.* 107: 1711-1830
- KURTZ, E. B. 1963. Pollen morphology of the Cactaceae, *Grana Palynol.* IV (3):367-372.
- LEUENBERGER, B. E. 1976. Die pollen Morphologie der Cactaceae *Dissertationes Botanicae*, 1-321.
- LEUENBERGER, B. E. 1997. *Maihuenia*, monograph of Patagonian genus of Cactaceae. *Bot. Jarb. Syst.* 119:1-92.
- NILSSON, S. & J. PRAGLOWSKI. 1992. Erdtman' Handbook of Palynology, 2 da. Ed. Munksgaard, Copenhagen.
- NOWICKE, J. K. 1975. Pollen morphology in the orden Centrospermae. *Grana Palynol.* 15: 51-77.
- PUNT, W., P. P. HOEN, S. BLACKMORE & A. LE THOMAS. 2007. Glossary of pollen spore terminology. *Review of Paleobotany and Palynology* 143: 1-81.
- SALGADO, C. R. & S. S. GARRALLA. 2008. XIX° Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas y Reunión de Extensión. El polen de especies argentinas del género *Rhipsalis* Gaertn. (Cactaceae-Cactoideae). FCA-UNNE.

Recibido el 21 de septiembre de 2009, aceptado el 29 de marzo del 2010