

MORFOLOGÍA DE LAS ESPORAS EN ESPECIES DE *ELAPHOGLOSSUM* (DRYOPTERIDACEAE) DEL NOROESTE ARGENTINO

MARÍA DEL CARMEN LAVALLE¹ y MÓNICA RODRÍGUEZ¹

Summary: Spore morphology of *Elaphoglossum* (Dryopteridaceae) species from North-West Argentina. This is a comparative study about spores carried out in North-West Argentine species of the genus *Elaphoglossum*: *E. crassipes* (Hieron.) Diels, *E. gayanum* (Fée) T. Moore, *E. lindbergii* (Mett. ex Kuhn) Rosenst., *E. lorentzii* (Hieron.) H. Christ, *E. piloselloides* (C. Presl) T. Moore y *E. yungense* de la Sota. The spores were studied under light microscope and scanning electron microscope. The spores are monolete and the shape in polar view is elliptic. Mature spores have a sporoderm composed of exospore and perispore. The exospore is always smooth. The macro-ornamentation of perispore can be cristate, muriform (rugate-retate) and stelliform (echinate); granular micro-ornamentation can be seen frequently in perispores. While the aperture is a generic trait, the combination of the micro and macro-ornamentation types of the perispores varies at specific level.

Key words: *Elaphoglossum*, Argentina, spores, macro-ornamentation, micro-ornamentation.

Resumen: Este es un estudio morfológico comparativo, realizado con MO y MEB, sobre las esporas de *E. crassipes* (Hieron.) Diels, *E. gayanum* (Fée) T. Moore, *E. lindbergii* (Mett. ex Kuhn) Rosenst., *E. lorentzii* (Hieron.) H. Christ, *E. piloselloides* (C. Presl) T. Moore y *E. yungense* De la Sota, presentes en el noroeste argentino. Las esporas son monoletes y de forma elíptica en vista polar. La esporodermis está constituida por dos paredes: exosporio y perisporio. El exosporio es siempre liso. El perisporio presenta macro-ornamentación crestada, muriforme (rugada-retiada) y esteliforme (equinada), frecuentemente con micro-ornamentación granular. Mientras el tipo de apertura es un rasgo genérico, la combinación de los tipos de micro y macro-ornamentación, resultaron de valor diagnóstico a nivel específico.

Palabras clave: *Elaphoglossum*, Argentina, esporas, macro-ornamentación, micro-ornamentación.

INTRODUCCIÓN

Elaphoglossum Schott ex Sm. es un género pantropical ubicado en la familia Dryopteridaceae Herter sobre la base de estudios morfológicos (Tryon & Tryon, 1982; Mickel, 1991, 1999; Lavalle & Rodríguez, 2009) y filogenéticos (Smith *et al.*, 2006; Moran *et al.*, 2007).

Las Dryopteridaceae tienen una distribución amplia, su número de géneros difiere entre los autores, Tryon & Tryon (1982) incluyen más de 50 géneros, mientras que Li & Lu (2006) consideran cerca de 30-35 géneros.

Elaphoglossum contiene alrededor de 600 especies, la mayoría neotropicales (Moran *et al.*, 2007) habiéndose registrado siete especies para la Argentina (Lavalle & Rodríguez, 2009).

Las especies de *Elaphoglossum* fueron tratadas en el contexto de floras pteridológicas regionales de Argentina (de la Sota, 1977, de la Sota *et al.*, 1998; Martínez & de la Sota, 2005), y fueron estudiadas comparativamente analizando diversos caracteres vegetativos del esporófito (Lavalle & Rodríguez 2009, 2010).

Los estudios palinológicos en el género son escasos para las especies argentinas de *Elaphoglossum*. Mickel & Atehortúa (1980) analizaron con MEB la morfología de las esporas de las 9 secciones establecidas por ellos para el género, 3 de las cuales incluyen especies del noroeste

¹ Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.

argentino. Luego, Tryon & Lugardon (1991) estudiaron las esporas de 50 especies con MEB y MET, pero sólo mencionan en ese trabajo a una de las especies que crece en Argentina, *E. piloselloides* (C. Presl) T. Moore. Posteriormente en trabajos filogenéticos y de cladística, Moran *et al.* (2007) compararon la morfología del perisporio de las esporas de *Elaphoglossum*. Más recientemente, Moran *et al.* (2010) analizaron el perisporio de 48 especies de helechos bolbitioides entre los que se encuentra *Elaphoglossum*; consideraron la presencia de un perisporio no adpreso con pliegues anchos y micro-ornamentación, como carácter ancestral para los bolbitioides con excepción de *Lomagramma* J. Sm.

En el presente trabajo se analiza en forma comparada la morfología de las esporas de las especies que crecen en el NO argentino, considerando, el tipo de apertura, la forma en vista polar y en vista ecuatorial, las dimensiones de los ejes, la micro y macro-ornamentación de perisporios y exosporios. El objetivo de este estudio es aportar a la flora del noroeste argentino, el tratamiento palinológico de los *Elaphoglossum* de esta región y evaluar si los caracteres analizados son diagnósticos para la delimitación de las especies.

Las especies estudiadas son: *E. crassipes* (Hieron.) Diels, *E. gayanum* (Fée) T. Moore, *E. lindbergii* (Mett. ex Kuhn) Rosenst., *E. lorentzii* (Hieron.) H. Christ, *E. piloselloides* y *E. yungense* De la Sota.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó material de los herbarios BA, LIL, LP, SI (Holmgren *et al.*, 1990), citados a continuación:

Elaphoglossum crassipes (Hieron.) Diels. ARGENTINA. Prov. Tucumán: Dpto. Taquí, Quebrada Las Cañas, 5-VI-1920, S. Venturi 674 (BA); La Lagunita, IV-1912, D. Rodríguez 468 (BA, MO, SI). Prov. Salta: Dpto. Santa Victoria, Camino Los Toldos a Lipeo, Vallecito, Quebrada Honda, 13-XI-1997, L. Cassau *et al.* 278 (LP).

Elaphoglossum gayanum (Fée) Moore. ARGENTINA. Prov. Jujuy: Dpto. Dr. M. Belgrano, Yala, cerros, 19-II-1940, A. Burkart & N. Troncoso 11366 (SI). Dpto. Ledesma, camino a Valle Grande, 22-II-1972, A. Cabrera 22385 (LP). Prov. Salta: Dpto. Santa Victoria, entre S. Victoria y Rodeo Pampa, 13-II-1995, N. Deginiani *et al.* 755 (SI). Prov. Tucumán: Dpto. Chicligasta, Alpachiri,

Estancia Los Pinos, 5-VI-1945, Capurro 43804 (BA). Dpto. Taquí, La Lagunita, 14-IV-1912, D. Rodríguez 488 (BA).

Elaphoglossum lindbergii (Mett. ex Kuhn) Rosenst. ARGENTINA. Prov. Jujuy: Dpto. Ledesma, camino a Valle Grande desde Ruta Nac. 34, km 30, 16-XII-1986, F. Zuloaga *et al.* 2937 (SI). Prov. Tucumán: Dpto. Chicligasta, Alpachiri, Estancia Los Pinos, 5-VI-1945, Capurro 71 (BA, LP). Salta: Dpto. Santa Victoria, Los Toldos, Finca "El Nogalar", Terraza alta del Río Huaico, L. Cassá *et al.* 250 (LP).

Elaphoglossum lorentzii (Hieron.) H. Christ. ARGENTINA. Prov. Tucumán: Dpto. Taquí, Cumbres Calchaquies, La Queñoa, III-1912, L. Kauman 401 (BA); III-1908, C. Brade 23922 (SI); puerta del Río Blanco, I-1912, L. Castellón (SI 55552).

Elaphoglossum piloselloides (C. Presl) T. Moore. ARGENTINA. Prov. Jujuy: Dpto. Dr. M. Belgrano, Laguna de Yala, 8-IV-1945, C. O'Donnell 2816 (MO, SI); Dpto. Ledesma: Abra de Cañas, 17-III-1966, E. De la Sota 4478 (LP). Prov. Salta: Dpto. Capital, Quebrada San Lorenzo, 25-VIII-1985, C. Palací 161 (LP). Prov. Tucumán: Dpto. Chicligasta, Alpachiri, Arroyo Las Pavas, 8-VI-1945, R. Capurro 43802 (BA). Dpto. Taquí, La Lagunita, 5-IV-1912, D. Rodríguez 459 (BA, SI). Dpto. Quebrada de los Sosas, 21-IX-1967, R. Capurro 61.637 (BA).

Elaphoglossum yungense De la Sota. ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. Orán, Aguas Blancas, en la ladera de un salto de la Quebrada El Nogalar, 23-VII-1986, C. Palací 696 (LP); finca El Arrazayal, 24-VII-1986, C. Palací 702 (LP). Jujuy: Dpto. Dr. M. Belgrano, El Cucho, Quebrada Arroyo Tacanas, 10-III-1966, E. de la Sota 4353 (LP).

Para analizar las esporas se colorearon con pardo de Bismarck para su observación con microscopio óptico, con el fin de visualizar la macro-ornamentación y detectar eventuales anomalías. Se tomaron 3 muestras de cada especie y en cada muestra se midieron 10 esporas. Para el estudio de esporas con MEB se tomaron esporangios cerrados de las láminas, se presionaron entre dos portaobjetos y se colocaron las esporas sobre porta-muestras de metal (Cu-Zn) con cinta adhesiva doble faz. Las esporas, sin tratamiento previo, fueron recubiertas con oro bajo vacío con un metalizador Jeol JFC-1100 (Museo de La Plata) y un metalizador Balzers (CINDECA). Las fotografías se tomaron en el Servicio de Microscopía Electrónica de Barrido de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata con un microscopio Jeol JSM-T100 y en el Servicio de Microscopía Electrónica de Barrido del



CINDECA con un microscopio Philips SEM 505 y un digitalizador de imagen Soft Imaging System ADDA II (SIS).

La terminología utilizada para la descripción de las esporas es la propuesta por Lellinger (2002).

RESULTADOS

En las especies argentinas de *Elaphoglossum* las esporas miden 20- 35 μm de diámetro polar y 25 - 44 μm de diámetro ecuatorial (Tabla 1), son monoletes y no se encuentran esporas triletes ni aletas. La lesura es recta con extremos indefinidos, tiene una longitud aproximada a las dos terceras partes del diámetro mayor de la espora; no suele estar cubierta por la ornamentación (Fig. 1G). Las esporas tienen forma elíptica en vista polar (Fig. 1, A; Fig. 2, A; Fig. 2D) y reniforme en vista ecuatorial (Fig. 1, F; Fig. 2, H). La forma y el tamaño resultaron constantes y nunca se observaron esporas abortadas, deformadas o gigantes. Las medidas de las esporas de cada especie se detallan en la Tabla 1.

El esporodermo está constituido por dos paredes: perisporio y exosporio.

Perisporio

En *E. crassipes* el perisporio se separa con facilidad del exosporio (observación realizada con MEB en esporas fracturadas); es muriforme retiado, con muros acintados que se anastomosan formando aréolas, las celdas presentan verrugas pequeñas o bulas (Fig. 1, A, B).

En *E. gayanum* el perisporio es muriforme crestado con muros afilados, estrechos y libres o parcialmente fusionados, con micro-ornamentación nítida, granular y equinulada (Fig. 1, C-D).

En *E. lindbergii* (Fig. 1, G) y *E. lorentzii* (Fig. 2, B) el perisporio es muriforme rugado con muros prominentes, y presenta micro-ornamentación granular y equinulada; en *E. lindbergii* ocasionalmente los muros delimitan aréolas. La

micro-ornamentación se ubica en las celdas en forma aislada en *E. lindbergii* (Fig. 1, F, H) y, se distribuye por toda la superficie en forma densa, en *E. lorentzii* (Fig. 2, A, C).

Tabla 1. Dimensiones de las esporas en especies de *Elaphoglossum* del NO argentino.

Especies	Diámetro ecuatorial (en μm)	Diámetro polar (en μm)
<i>E. crassipes</i>	20 (25,2) 30	18 (20,9) 24
<i>E. gayanum</i>	32,5 (40,8) 50	27,5 (31,7) 37,5
<i>E. lindbergii</i>	27 (29,1) 30	17 (20,2) 25
<i>E. lorentzii</i>	32 (44,2) 50	20 (33,6) 45
<i>E. piloselloides</i>	44,4 (51,1) 56,2	34,4 (35,83) 45,3
<i>E. yungense</i>	26,4 (35,6) 50	18,3 (25,8) 35,7

En *E. piloselloides* el perisporio es muriforme rugado al igual que en *E. lindbergii* y *E. lorentzii*, se diferencia de estos por sus muros anchos y redondeados. En *E. piloselloides* hay esporas que presentan muros distantes y esporas que tienen muros muy próximos entre sí con aspecto cerebroide (Fig. 2, D, E). La micro-ornamentación es granular y forma un tapiz del cual sobresalen procesos equinulados. (Fig. 2, G).

En *E. yungense* el perisporio es equinado reticulado, las estelas de ápices agudos o atenuados se anastomosan formando celdas poligonales (Fig. 2, H-J).

Exosporio

En todas las especies el exosporio es psilado, está provisto tanto de macro-ornamentación como de micro-ornamentación (Fig. 1, E).

Clave dicotómica para la determinación de las especies de los *Elaphoglossum* del NO argentino.

1 – Esporas con macro-ornamentación esteliforme equinada

E. yungense

1' – Esporas con macro-ornamentación no esteliforme, con macro-ornamentación muriforme rugada o retiada

2 – Macro-ornamentación muriforme retiada

2' - Macro-ornamentación muriforme rugada	<i>E. crassipes</i>
3 - Con muros crestados	
3' - Con muros no crestados y micro-ornamentación granular y equinulada	<i>E. gayanum</i>
4 - Con micro-ornamentación en las aréolas	
4' - Con micro-ornamentación en toda la superficie	<i>E. lindbergii</i>
5 - Con muros prominentes	
5' - Con muros anchos y redondeados	<i>E. lorentzii</i>
	<i>E. piloselloides</i>

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- Los caracteres morfológicos estudiados aquí, resultaron ser rasgos sistemáticos en la determinación de las especies, esto ya ha sido probado en otros géneros (Rolleri *et al.* 1998; Lavalle *et al.*, 2011).

- El tipo de apertura monolete, observada en todas las especies de *Elaphoglossum*, es un rasgo genérico.

- Los tipos de macro-ornamentación y, la presencia o ausencia y los tipos de micro-ornamentación registrados en los perisporios, son caracteres que combinados permiten la identificación a nivel específico.

- Se encontraron 3 clases de ornamentación: muriforme, crestada y esteliforme.

- La presencia de micro-ornamentación granular nítida es la más frecuente.

- Todas las especies de *Elaphoglossum* del noroeste argentino presentan exosporios lisos.

- Tryon & Tryon (1982) consideran que en *Elaphoglossum* los procesos ornamentales del perisporio parecen derivar de un tipo básico muriforme. Coincidimos con estos autores, ya que 5 de las especies estudiadas para el NO argentino presentan muros heteromórficos y heterométricos. La especie restante, *E. yungense*, presenta macro-ornamentación equinada, que también fue observada por nosotras en material de Bolivia. No coincidimos con la descripción aportada para esta especie por

Martínez & de la Sota (2005) “esporas anchamente elipsoides, perisporio desarrollado, corrugado”.

- Las observaciones realizadas en este trabajo sobre las esporas de *E. piloselloides* no coinciden con la espora crestada perforada descrita por Martínez & de la Sota (2005).

- En esporas de *E. piloselloides* (Fig., F) y *E. gayanum* (Fig. 1, E) fracturadas espontáneamente y observadas con MEB, diferenciamos en el perisporio un estrato superficial, muriforme y con micro-ornamentación; un estrato central formado por abundantes pilares o columelas unidas a un estrato basal delgado y adpreso al exosporio. Esto coincide con los 3 estratos mencionados por Tryon & Tryon (1982) para algunas especies de *Elaphoglossum*, como en *E. latifolium* (Sw.) J. Sm.

- Los perisporios no son adpresos, característica ya observada en esporas de *Bolbitis* (Lavalle & Rodríguez, 2014) y considerada de carácter ancestral para los helechos bolbitioides (Moran *et al.*, 2010).

- La descripción de las esporas presentada aquí para *E. gayanum*, *E. lindbergii* y *E. piloselloides*, coincide con la realizada por Mickel & Atehortúa (1980) para cada una de las secciones donde están incluidas estas especies, aporta nuevos caracteres a las secciones como el tipo y la distribución de la micro-ornamentación del perisporio y el carácter psilado del exosporio.



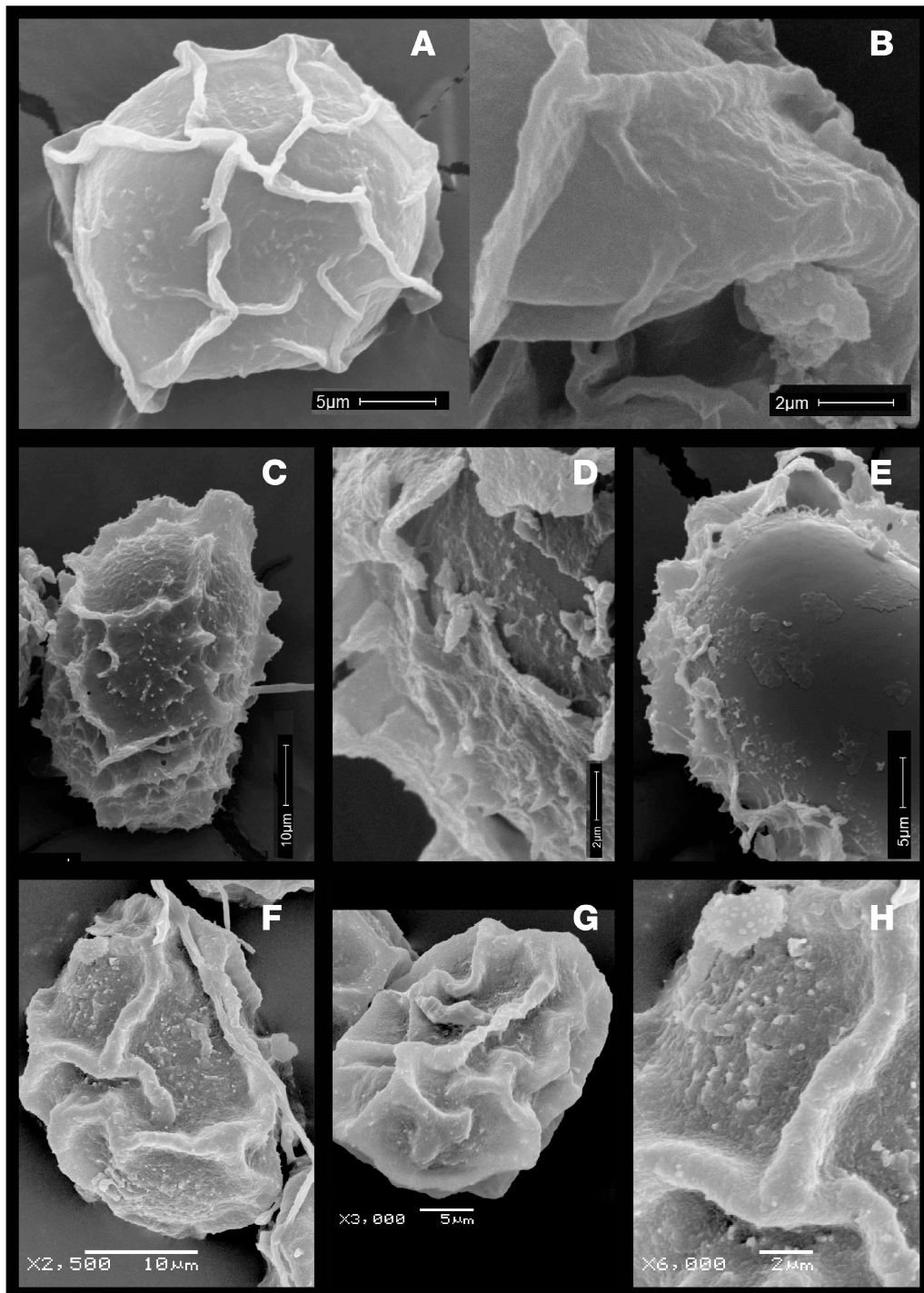


Fig. 1. Esporas de *Elaphoglossum* con MEB. **A-B:** *E. crassipes*. **A:** espora en vista polar distal. **B:** detalle del perisporio muriforme retiado. **C- E:** *E. gayanum*. **C:** espora en vista ecuatorial con perisporio muriforme crestado. **D:** detalle del perisporio con micro-ornamentación granular y equinada. **E:** estrato central del perisporio con columelas y vista del exosporio, en espora fracturada. **F-H:** *E. lindbergii*. **F:** espora en vista ecuatorial. **G:** vista polar proximal con lesura. **H:** detalle del perisporio muriforme rugado con micro-ornamentación espaciada. A: Venturi 674 (BA). B: Rodríguez 468 (SI). C: Cabrera 22385 (LP). D: Capurro 43804 (BA). E: Deginiani *et al.* 755 (SI). F, H: Zuloaga *et al.* 2937(SI). G: Capurro 71 (BA, LP).

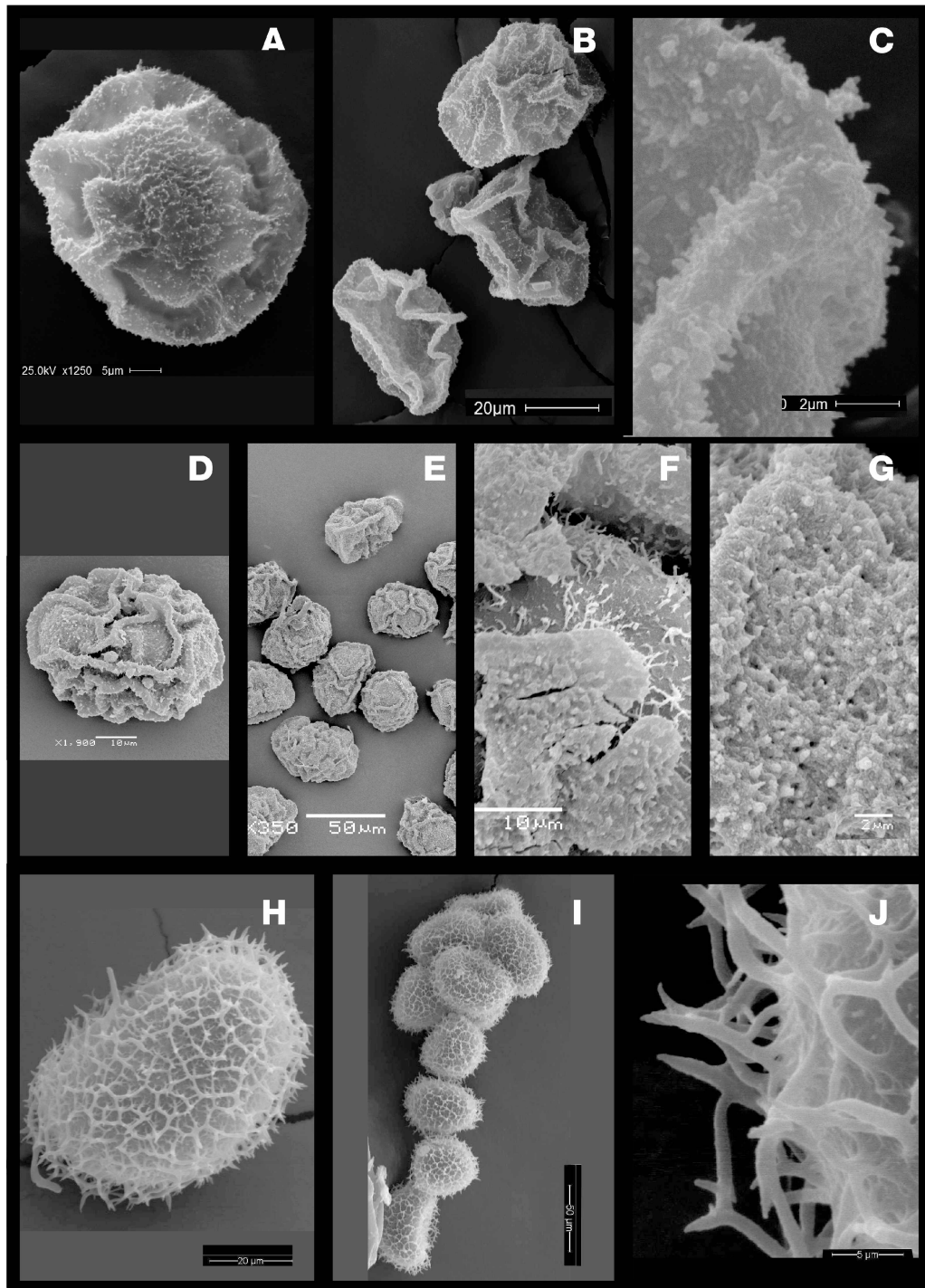


Fig. 2. Esporas de *Elaphoglossum* con MEB. **A-C:** *E. lorentzii*. **A:** espora en vista polar distal. **B:** tres esporas con macro-ornamentación muriforme. **C:** detalle del perisporio con micro-ornamentación densa. **D-G:** *E. piloselloides*. **D:** espora en vista polar distal. **E:** vista panorámica de varias esporas con perisporio muriforme con muros distantes y próximos. **F:** estrato central del perisporio con columelas, en espora fracturada. **G:** detalle del perisporio con micro-ornamentación granular. **H-J:** *E. yungense*. **H:** espora en vista ecuatorial. **I:** vista panorámica de varias esporas. **J:** detalle de la macro-ornamentación equinada reticulada. A: Kauman 401 (BA). B: Brade 23922 (SI). C: Castellón (SI 55552). D, G: de la Sota 4478 (LP). E: Rodríguez 459 (BA, SI). F: Palací 161 (LP). H, I: Palací 696 (LP). J: Palací 702 (LP).

- Coincidimos con Tryon & Tryon (1982) y Tryon & Lugardon (1991) al observar que los esporófitos de láminas grandes presentan esporas pequeñas y los esporófitos de láminas pequeñas esporas grandes. Así *E. crassipes* y *E. lindbergii* con láminas de 25 x 3,5 cm presentan esporas de 28 x 20 µm; mientras que *E. piloselloides* con láminas de 2,5 x 0,7 cm muestra esporas de 51 x 35 µm (Lavalle & Rodríguez, 2009).

BIBLIOGRAFÍA

- DE LA SOTA, E. 1977. *Elaphoglossum*. In: CABRERA, A. L. (ed.), *Flora de la Provincia de Jujuy*. Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. *Agropecu.* 13 (2): 230-240.
- DE LA SOTA, E., M. PONCE, M. MORBELLI & L. CASSÁ DE PAZOS. 1998. *Elaphoglossum*. In: CORREA, N. (ed.), *Flora Patagónica*. Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. *Agropecu.* 8 (1): 311-313.
- HOLMGREN, P. K., N. H. HOLMGREN & L. BARNETT. 1990. *Index Herbariorum*, Part I, Herbaria of the World, ed. 8. New York Botanical Garden, Bronx, New York.
- LAVALLE, M. C. & M. RODRÍGUEZ. 2009. Taxonomía de las especies argentinas de *Elaphoglossum* (Dryopteridaceae - Pteridophyta). *Darwiniana* 47 (1):125-139.
- LAVALLE, M. C. & M. RODRÍGUEZ. 2010. Indumento y modelos epidérmicos en especies argentinas de *Elaphoglossum* (Dryopteridaceae - Pteridophyta). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45 (3-4): 245-256.
- LAVALLE, M. C. & M. RODRÍGUEZ. 2014. Caracteres morfológicos de *Bolbitis serratifolia* (Dryopteridaceae) de Argentina. *Bonplandia* 23 (1): 33-42.
- LAVALLE, M., A. MENGASCINI & M. RODRÍGUEZ. 2011. Morfología de esporas y sinangios en especies neotropicales del helecho *Marattia* (Marattiaceae). *Rev. Biol. Trop.* 59 (4): 1833-1844.
- LELLINGER, D. B. 2002. A Modern Multilingual Glossary of Taxonomic Pteridology. *Pteridologia* 2 (A): 1-364.
- LI, C.-X. & C.G. LU. 2006. Phylogenetic analysis of Dryopteridaceae based on chloroplast *rbcL* sequences. *Acta Phytotaxonomica Sinica* 44: 503-15.
- MARTÍNEZ, O. & E. DE LA SOTA. 2005. Lomariopsidaceae. In: LÁZARO, J. N. (ed.), *Flora del Valle de Lerma* 7 (8): 1-12.
- MICKEL, J. T. & L. ATEHORTÚA. 1980. Subdivision of the genus *Elaphoglossum*. *Amer. Fern J.* 70: 47-68.
- MICKEL, J. T. 1991. Pteridophyta of Peru, IV, 17. Dryopteridaceae. *Fieldiana Bot.* 27: 98-165.
- MICKEL, J. T. 1999. *Elaphoglossum*. In: P. BERRY, P.; B. HOLST & K. YATSKIEVYCH (eds.) *Flora of the Venezuelan Guayana*. vol. 2. pp. 89-101. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- MORAN R. C., J. GARRISON HANKS, G. ROUHAN. 2007. Spore morphology in relation to phylogeny in the fern genus *Elaphoglossum* (Dryopteridaceae). *Int. J. Plant Sci.* 168 (6):905-929.
- MORAN, R. C., J. GARRISON HANKS, P. LABIAK & M. SUNDUE. 2010. Perispore morphology of bolbitidoid ferns (Dryopteridaceae) in relation to phylogeny. *Int. J. Plant Sei.* 171 (8):872-881.
- ROLLERI, C., M. LAVALLE, A. MENGASCINI & M. RODRÍGUEZ. 1998. Morfología de las esporas en *Angiopteris* Hoffm. y otras Marattiales. *Physis* (Buenos Aires), Sec. C 55: 17-26.
- SMITH A. R., K. M. PRYER, E. SCBUETTPELZ, P. KORALL, H. SCBNEIDER, P. G. WOLF. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55:705-731.
- TRYON A. F. y B. LUGARDON. 1991. *Spores of the Pteridophyta: Surface, Wall Structure and Diversity Based on Electron Microscope Studies*. Springer-Verlag, New York.
- TRYON, R & A. TRYON. 1982. *Ferns and Allied Plants with special reference to tropical America*. Springer-Verlag, NewYork-Berlín.

Recibido el 21 de Noviembre de 2013, aceptado el 14 de Marzo de 2014.