



## LAS ESPORAS DE *ACROCLADIUM AURICULATUM* Y *LEPYRODON LAGURUS* (BRYOPHYTA) DE LA REGIÓN FUEGUINA DE ARGENTINA

M. Raquel Piñeiro<sup>1,2</sup> , Rosana Solan<sup>1</sup>  & Sonia L. Fontana<sup>1,3</sup> 

<sup>1</sup> Cátedra de Palinología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata-UNLP, Calle 64 N° 3, 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas-CONICET, Argentina; raakky@yahoo.com.ar (autor corresponsal).

<sup>3</sup> Faculty of Resource Management, University of Applied Sciences and Arts-HAWK, Büsingenweg 1a, 37077 Göttingen, Germany.

**Abstract.** Piñeiro, M. R.; R. Solan & S. L. Fontana. 2021. The spores of *Acrocladium auriculatum* and *Lepyrodon lagurus* (Bryophyta) from the Fuegian region of Argentina. *Darwiniana*, nueva serie 9(1): 55-62.

*Acrocladium* and *Lepyrodon* are pleurocarpic moss genera of Southern distribution. The species *A. auriculatum* and *L. lagurus* inhabit in the Fuegian region of Argentina as the dominant representatives of these genera. A detail description of their spores has not been reported up to now. The objective of this study is to compare the morphological characteristics of the spores and establish their diagnostic value in the systematic of these taxa. The spores were studied from herbarium specimens, with Light Microscope and Scanning Electron Microscope. The results showed differences between the size ranges and the type of spore ornamentation. These characteristics would add to and contribute to reinforce the morphological differences between species, highlighting the role of spores as an important source of systematic and biological information for these taxa.

**Keywords.** *Acrocladium*; Argentina; Bryophyta; *Lepyrodon*; morphology; spores; Tierra del Fuego.

**Resumen.** Piñeiro, M. R.; R. Solan & S. L. Fontana. 2021. Las esporas de *Acrocladium auriculatum* y *Lepyrodon lagurus* (Bryophyta) de la región fueguina de Argentina. *Darwiniana*, nueva serie 9(1): 55-62.

*Acrocladium* y *Lepyrodon* son géneros de musgos pleurocárpicos de distribución austral. En la región fueguina de Argentina crecen las especies *A. auriculatum* y *L. lagurus*, como representantes dominantes de estos géneros. Dado que no hay descripciones detalladas sobre las esporas de estas especies, se plantea como objetivo de este trabajo, hacer un análisis comparativo para establecer el valor diagnóstico que las esporas aportan a la sistemática de estos taxa. Las esporas se estudiaron a partir de ejemplares de herbario, con Microscopio Óptico y Microscopio Electrónico de Barrido. Los resultados aportaron diferencias entre los rangos de tamaño y el tipo de ornamentación de las esporas. Estas características contribuirían a reforzar las diferencias morfológicas entre las especies, destacando el rol de las esporas como una importante fuente de información sistemática y biológica para estos taxa.

**Palabras claves.** *Acrocladium*; Argentina; Bryophyta; esporas; *Lepyrodon*; morfología; Tierra del Fuego.

## INTRODUCCIÓN

Las comunidades muscinales de las áreas australes de la Patagonia argentina y chilena, Tierra del Fuego e islas subantárticas, tienen una composición florística similar a las que crecen en el sur de Australia, Nueva Zelanda y Tasmania (Matteri, 1986), y parecerían ser “relictos” actuales del ancestral Gondwana (Wardle et al., 2001; Blöcher & Frahm, 2002; Matteri, 2003; Blöcher et al., 2006; Klazenga, 2012a, 2012b). Numerosas especies de musgos presenta este patrón de distribución fitogeográfica (Potrony Hechavarría et al., 2011).

*Acrocladium* Mitt. y *Lepyrodon* Hampe, son géneros de musgos pleurocárpicos, que habitan las regiones templado-frías del sur de Australia, Nueva Zelanda y América del Sur (Matteri & Schiavone, 1988, 2002; Klazenga, 2012a, 2012b; Larraín, 2016; Fife, 2018). La especie *L. tomentosus* (Hook.) Mitt., es la única que crece en Sudamérica y, además, en las áreas alto-andinas del Norte de México y el Caribe (Bowers & Sharp, 1975; Churchill & Linares, 1995; Fife, 2018).

El género *Acrocladium* presenta una controvertida posición taxonómica a nivel de familia. Inicialmente fue ubicado en “Stereodonteae” (Mitten, 1869), luego en Lembophyllaceae (Fleischer, 1923; Brotherus, 1925; Crum, 1991), Amblystegiaceae (Walther, 1983; Ochyra & Matteri, 2001), Plagiotheciaceae (Pedersen & Hedenäs, 2002) hasta ser incluido en una nueva familia, Acrocladiaceae por Tangney et al. (2010). Recientemente Goffinet & Buck (2020), lo han incluido nuevamente en la familia Lembophyllaceae, sin haber aún, acuerdo entre los autores. *Lepyrodon* en cambio, pertenece a la familia Lepyrodontaceae Broth. (Klazenga, 2012b; Goffinet & Buck, 2020).

Con base en estudios moleculares, Tangney et al. (2010), establecieron para *Acrocladium* una relación de grupo hermano con *Lepyrodon*. Sin embargo, se observó que los datos moleculares, no coinciden con las diferencias morfológicas observadas entre las especies.

Según las descripciones de varios autores, estos taxa muestran significativas diferencias. *Acrocladium* presenta gametofitos con

características ramas cilíndricas terminadas en punta, que lo hacen fácilmente distinguible en el campo, son autoicos, amarillo-verdosos, con tallos poco ramificados, hojas oblongo-ovadas de ápices obtusos y margen entero, con células porosas y alares bien diferenciadas, en general sin nervio, y si está presente es muy corto, simple, rara vez doble; las cápsulas de los esporofitos son ovoideo-cilíndricas, arqueadas, inclinadas (Karczmarz, 1966; Ochyra & Matteri, 2001; Vanderpoorten et al., 2002a, 2002b; Hedenäs & Vanderpoorten, 2006; Klazenga, 2012a). El género *Lepyrodon* presenta plantas dioicas, amarillo a marrón-verdosas, con tallos muy ramificados y tomentosos, hojas oblongo-lanceoladas a triangulares, de ápice cuspidado y margen aserrado en la mitad superior de la lámina, con células vermiformes, sin células porosas, ni células alares, ni aurículas basales, nervio corto, simple o doble, a menudo bifurcado, cápsulas oblongo-cilíndricas y erectas (Allen, 1999; Klazenga, 2012b; Fife, 2018).

En la región fueguina de Argentina, *Acrocladium*, está representado por una única especie: *A. auriculatum* (Mont.) Mitt., y el género *Lepyrodon* por 2 especies: *L. lagurus* (Hook.) Mitt. y *L. tomentosus* (Matteri & Schiavone, 2002). Sin embargo, como especies dominantes del sotobosque de *Nothofagus* Blume (Lencinas et al., 2008), *A. auriculatum* y *L. lagurus* crecen a menudo asociadas entre sí, cubriendo a modo de tapices ásperos, con tallos entretreídos y plagiótrofos, los distintos sustratos: troncos, ramas caídas, suelo y también como epífitas (Matteri & Schiavone, 1988, 2002). Para ambas especies, se han descrito las morfologías de sus gametofitos y esporofitos, pero no se han considerado, ni estudiado aún en detalle, las esporas, y solo se brindan datos de sus diámetros.

Está comprobado que en Bryophyta, las esporas de determinados taxa han aportado caracteres de interés en estudios sistemáticos. En 1979, Buck separó las familias Bruchiaceae y Dicranaceae (Bryophyta) a partir de la ornamentación de las esporas. Esta separación fue confirmada años más tarde, para especies de Brasil, por Luiz-Ponzo (1995) y

Luizi-Ponzo & Barth (1998). Estébanez et al. (2006) encontraron para cuatro especies de *Ptychomitrium* Fűrnr. de Japón, diferencias a nivel de la ultraestructura de las esporas. Khoshravesh & Kazempour (2007) destacaron el valor diagnóstico de la ornamentación de las esporas, tanto a nivel genérico, como específico en taxa del norte de Tehran (Irán). Piñeiro (2017) encontró diferencias en el tamaño y escultura de las esporas de *Entosthodon laxus* (Hook. F. & Wilson) Mitt. y *Funaria hygrometrica* Hedw., de los bosques fueguinos de Argentina.

En relación con las esporas de briofitas, si bien existen glosarios de términos palinológicos (Malcolm & Malcolm, 2006; Punt et al., 2006; Halbritter et al., 2018), con el avance de la microscopía electrónica, Reyre (1968, 1975) planteó la dificultad con el uso de una adecuada terminología para describir determinados tipos de esculturas “ultrafinas”. Por ejemplo, una verruga con gránulos sobre su superficie se describe como “verruga finamente granulada”. El autor propone para estos casos tipos de “ultra-escultura”, y si bien, su trabajo se refiere a granos de polen de Gimnospermas, esta situación se da muy a menudo al describir determinadas esculturas en esporas de briofitas.

Si bien hay publicaciones sobre esporas de musgos, tales como Medina & Estébanez (2014), Savaroğlu (2015), Savaroğlu et al. (2017), Costa Silva-e-Costa & Luiz-Ponzo (2019), entre otros, todavía son escasas las obras de consulta general y específica para las esporas de estas plantas. Se destaca el atlas de Boros et al. (1993), como una de las fuentes de información más completas hasta el momento, que brinda descripciones de las esporas de los musgos europeos, con microscopio óptico y algunas fotos con microscopio electrónico de barrido. Pero en particular, para las especies fueguinas *Acrocladium auriculatum* y *Lepyrodon lagurus*, no hay descripciones de las esporas, por lo que planteamos en este trabajo, hacer un análisis comparativo para establecer el valor diagnóstico de los caracteres que las esporas podrían aportar a la sistemática de estos taxa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se seleccionaron y emplearon ejemplares de herbario de *Acrocladium auriculatum* y *Lepyrodon lagurus* del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (BA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Las esporas se estudiaron con Microscopio Óptico (MO) y Microscopio Electrónico de Barrido (MEB). Las esporas fueron acetolizadas (Erdtman, 1960) durante 2 minutos. Las observaciones, sobre 25-30 esporas, se hicieron sobre preparados montados en gelatina-glicerina, utilizando un microscopio óptico, Olympus CH-2. Para el análisis con MEB, las esporas fueron hidratadas en agua destilada (24 hs), fijadas en formaldehído, alcohol, ácido acético-FAA (20 días), deshidratadas en series graduadas de alcohol etílico (20-70%) y secadas por punto crítico. Las muestras fueron metalizadas con oro-paladio y montadas sobre cinta bifaz. Las fotografías se tomaron con un microscopio JEOL, JSMT-100.

Para la descripción de las esporas se utilizó la terminología empleada por Kremp (1965), Reyre (1968, 1975), Clarke (1979) y Punt et al. (2006), y la utilizada en los trabajos de Olesen & Mogensen (1978), Mogensen (1981, 1983) y Brown & Lemmon (1990), para las esporas de musgos en particular.

### Material examinado

#### *Acrocladium auriculatum* (Mont.) Mitt.

ARGENTINA. **Tierra del Fuego.** Depto. Río Grande, Hito XIX, 6-II-1942, *Castellanos s/n* (BA 32041). Depto. Tolhuin, Tolhuin, 23-IV-1994, *Roig 15690* (BA 46561). Depto. Ushuaia, Lapataia, 11-I-1974, *Matteri 1724* (BA 25577); Ruta J, 16-I-1974, *Matteri 1825* (BA 25649); Rancho Hambre, 23-IV-2006; *Fuertes & Rodriguez s/n*, (BA 45580); Pto. Ushuaia, Río Olivia, 27-IX-1979, *Matteri 2142* (BA 30838).

#### *Lepyrodon lagurus* (Hook.) Mitt.

ARGENTINA. **Tierra del Fuego.** Depto. Ushuaia, Pto. Harberton; 24-XII-1932, *Castellanos s/n* (BA 1326); Lapataia, 11-I-1974, *Matteri 1726* (BA 25549); Lapataia, 11-I-1974, *Matteri 1740* (BA25593); Ruta de la Costa a 12 km al O de Ea. Moat, 16-II-1984, *Matteri & Schiavone 2585* (BA 2585, 2536); Bahía Buen Suceso, 19-I-1984, *Matteri & Schiavone 3516* (BA 3516).

## RESULTADOS

Para cada especie estudiada, se describieron con MO y MEB los siguientes caracteres de las esporas: forma, presencia o no de lesura, tamaño, y ornamentación de la superficie (Tabla 1, Fig. 1).

En *Acrocladium auriculatum*, las esporas son esféricas, aletas, de 10 a 15  $\mu\text{m}$  de diámetro, y la superficie de la perina es ornamentada. Se distingue una escultura formada por un nivel inferior de procesos pequeños menores a 0,25  $\mu\text{m}$ , con forma de gránulos y verrugas, irregularmente distribuidos, y un nivel superior de elementos baculado-gemados, separados, de 0,7-1  $\mu\text{m}$  de altura, sobre los que se observa una ultra-escultura de verrugas, gemas y gránulos (Fig. 1: A, C, E, G). Es común observar esporas abolladas sobre una de sus caras.

En *Lepyrodon lagurus*, las esporas son esféricas, aletas, de 12 a 20  $\mu\text{m}$  de diámetro, con superficie de la perina ornamentada. La escultura presenta procesos baculado-crestados, de 0,3-0,5  $\mu\text{m}$  de altura, densamente distribuidos, sobre los que se observa una ultra-escultura de gránulos y verrugas que se agrupan en “conglomerados” terminales (Fig. 1: B, D, F, H). Es común observar esporas abolladas sobre una de sus caras.

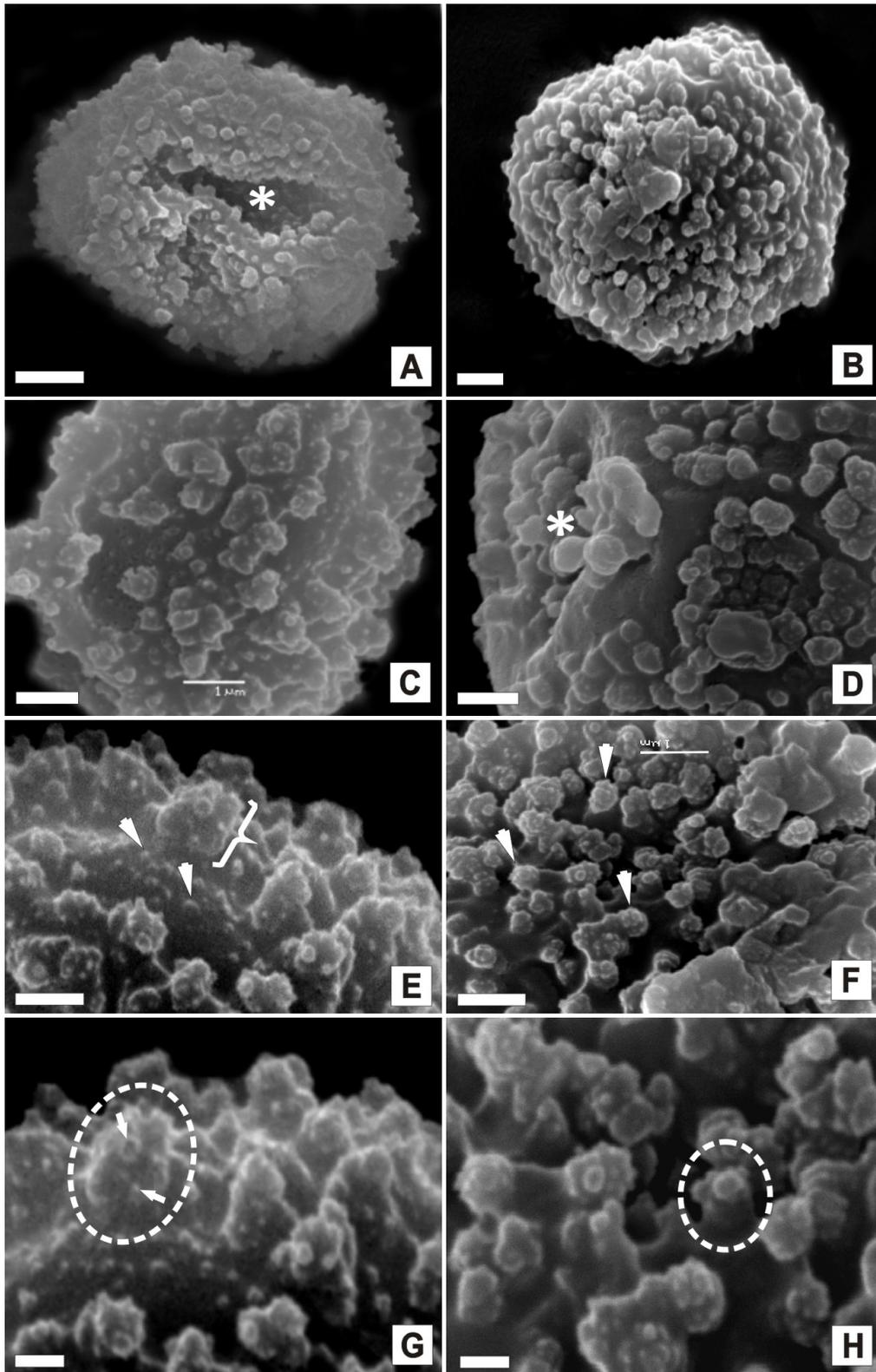
## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estudio comparativo entre las esporas de las especies fueguinas, *Acrocladium auriculatum* y *Lepyrodon lagurus*, nos ha permitido establecer similitud en la forma y en la ausencia de lesura, ya que en ambos casos son esféricas y aletas.

**Tabla 1.** Caracteres de las esporas de *A. auriculatum* y *L. lagurus*.

	<i>A. auriculatum</i>	<i>L. lagurus</i>
<b>-Forma esférica</b>	✓	✓
<b>-Aletas</b>	✓	✓
<b>-Tamaño (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	10-15	12-20
<b>-Escultura</b>	-Nivel inferior: gránulos y verrugas -Nivel superior: elementos baculado-gemados.	-Elementos baculado-crestados
<b>-Ultra-escultura</b>	-Verrugas, gemas y gránulos.	-Gránulos y verrugas en “conglomerados” terminales.

**Fig. 1.** Esporas de *Acrocladium auriculatum* y *Lepyrodon lagurus* con MEB. *A. auriculatum* (A, C, E, G). **A**, vista proximal de una espora esférica, aleta, de superficie ornamentada, en la que se observa cómo la espora se abolla sobre esta cara, posible leptoma (Asterisco). **C**, vista general de la superficie con procesos ornamentales en dos niveles. **E**, superficie de la espora en la que se observan procesos pequeños irregularmente distribuidos, en un nivel inferior (Flechas), y procesos de mayor tamaño, separados, en un nivel superior (Llave). **G**, detalle de un proceso baculado-gemado (Círculo), sobre el que se observa la ultra-escultura de pequeños procesos con forma de verrugas, gemas y gránulos (Flechas). Sobre el nivel inferior gránulos y verrugas distribuidos. *L. lagurus* (B, D, F, H). **B**, vista distal de una espora esférica, aleta y superficie ornamentada. **D**, vista ecuatorial en la que se observa cómo la espora se abolla sobre una de las caras, posible leptoma (Asterisco). **F**, superficie de la espora en la que se observan procesos baculado-crestados, densamente distribuidos, sobre los que se visualizan pequeños procesos terminales (Cabezas de flecha). **H**, detalle de uno de los procesos baculado-crestado (Círculo) sobre el que se observa la ultra-escultura de procesos redondeados y agrupados en “conglomerados terminales”. Escalas: 2  $\mu\text{m}$  (A, B); 1  $\mu\text{m}$  (C, D, F, G); 0,5  $\mu\text{m}$  (E, H).



En relación con esta última característica, si bien no se visualizan lesuras, la frecuencia de esporas abolladas sobre una de sus caras, hace sospechar la presencia de una posible zona adelgazada a nivel de las paredes, lo que varios autores han observado y definido en esporas de otras especies de musgos (*Funaria muhlenbergii* Turn., *Funaria hygrometrica* Hedw., *Hypnum vaucheri* Lesq., *Tortula atrovirens* (Sm.) Lendb.), como un leptoma (Boros et al., 1993; Ghi-sen et al., 1997; Lashin, 2011; Piñeiro, 2017).

En *Acrocladium auriculatum*, las esporas son en general más pequeñas, no superan los 15  $\mu\text{m}$ , mientras que en *Lepyrodon lagurus* pueden llegar a medir hasta 20  $\mu\text{m}$  de diámetro. Se diferencian por el tipo de ornamentación. *A. auriculatum*, presenta una escultura doble, formada por procesos esculturales ubicados en dos niveles (Fig.1: E, G). En *L. lagurus* la escultura está formada por procesos densamente distribuidos sobre la superficie de la espora (Fig.1: B, F). En ambas especies, sobre los procesos esculturales, es posible observar una ultra-escultura, representada por verrugas, gemas y gránulos en las esporas de *A. auriculatum* (Fig.1: G), y gránulos y verrugas agrupados en conglomerados terminales, en las esporas de *L. lagurus* (Fig.1: F, H).

El diámetro de las esporas de *Lepyrodon*, estudiadas por Allen (1999) para la región fueguina, parece ser un carácter variable, ya que en *L. lagurus* miden entre 10-14  $\mu\text{m}$  y en *L. tomentosus* entre 15-25  $\mu\text{m}$ . En nuestras muestras estudiadas, se advierte que las esporas de *L. lagurus* presentan un mayor rango de tamaño (12-20  $\mu\text{m}$ ), similar al que presentan las esporas de Nueva Zelanda, con diámetros entre 12-17  $\mu\text{m}$  (Fife, 2018).

A partir de las características observadas, se destaca que los caracteres de las esporas contribuirían a reforzar las diferencias morfológicas, gametofíticas y esporofíticas, entre las plantas de las dos especies estudiadas. Este resultado coincide con la nueva clasificación de Goffinet & Buck (2020), quienes ubican a estos géneros en familias diferentes. Podemos concluir que las esporas contribuyen como una potencial y complementaria fuente de información para la sistemática y biología de estos taxa.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean expresar su agradecimiento a Patricia Sarmiento, del Servicio de Microscopía Electrónica de Barrido, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata y a Andrea Coradeghini, del Herbario Nacional de Plantas Celulares, Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Ciudad Autónoma de Buenos Aires-CABA, Argentina.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen, B. H. 1999. A revision of the moss genus *Lepyrodon* (Leucodontales, Lepyrodontaceae). *Bryobrothera* 5: 23-48.
- Blöcher, R. & J-P. Frahm. 2002. A comparison of the moss floras of Chile and New Zealand Studies in austral temperate rain forest bryophytes 17. *Tropical Bryology* 21: 81-92.
- Blöcher, R.; D. Quandt & J-P. Frahm. 2006. Molecular circumscription and biogeography of the genus *Acrocladium* (Bryopsid) studies in austral temperate rain forest bryophytes 29. *The Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 100: 15-30.
- Boros A., M. Jarai-Komlódi; Z. Tóth & S. Nilson. 1993. *An atlas of recent European Bryophyte Spores*. Budapest.
- Bowers, F.D. & A. J. Sharp. 1975. Musgos adicionales de México de importancia geográfica. *The Bryologist* 78 (2): 218-222.
- Brotherus, V. F. 1925. Lembophyllaceae. In: A. Engler & K. Prantl (eds.), *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*: 207-208. W. Engelmann, Leipzig.
- Brown, R. C. & B. E. Lemmon. 1990. *Sporogenesis in bryophytes*. In: Blackmore, S. and R. B. Knox (eds.), *Microspores, evolution and ontogeny*: 55-94. Acad. Press, London.
- Buck, W. R. 1979. A re-evaluation of the Bruchiaceae with the description of a news genus. *Brittonia* 31 (4): 469-742.
- Churchill S. P. & E. L. Linares. 1995. *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis*. Introducción a la Flora de Musgos de Colombia. Biblioteca José Jerónimo Triana: 12: 1-924. Part 2: 455-924.
- Clarke, G. C. S. 1979. *Spore morphology and bryophyte systematics*. In: Clarke, G. C. S. and J. G. Duckett (eds.) *Bryophyte Systematics*. Systematics Association Special Volume 14: 231-250. Academic Press London.

- Costa Silva-e-Costa, J. & A. P. Luiz-Ponzo. 2019. Spores of *Plagiochila* (Dumort.) Dumort.: the taxonomic relevance of morphology and ultrastructure. *Acta Botanica Brasilica* 33 (1): 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-33062018abb0418>
- Crum, H. 1991. A partial clarification of the Lembophyllaceae, *The Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 69: 313-322.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Estébanez, B.; T. Yamaguchi & H. Deguche. 2006. Ultrastructure of the spore in four Japanese species of *Ptychomitrium* Fűrnr. (Musci). *Grana* 45: 61-70.
- Fife, A. J. 2018. Lepyrodontaceae. In: Smissen, R.; Wilton, A.D. *Flora of New Zealand – Mosses* 40. Manaaki Whenua Press, Lincoln. <https://doi.org/10.7931/B19P8R>
- Fleischer, M. 1923. *Die Musci der Flora von Buitenzorg* 4.
- Ghi-Sen, D.; W. Mei-Zhi & Z. Yu-Long. 1997. Morphology observation of some moss spores. Symposium on 2000's Bryology, pp. 61-62, Beijing.
- Goffinet, B. & W. Buck. 2020. *Classification of the Bryophyta*. <http://bryology.uconn.edu/classification/>
- Halbritter, H.; S. Ulrich; F. Grimsson; M. Weber; R. Zetter; M. Hesse; R. Buchner; M. Svojtka & A. Frosch-Radivo. 2018. *Illustrated pollen terminology*. Springer, 487 pp.
- Hedenäs, L. & A. Vanderpoorten. 2006. The Amblystegiaceae and Calliergonaceae. In: A. E. Newton and R. S. Tangney, eds. 2006. Pleurocarpous Mosses: *Systematics and Evolution*: 163-176.
- Karczmarz, K. 1966. Taxonomic studies on the genus *Acrocladium* Mitt., *Nova Hedwigia* 11: 499-505.
- Khoshravesh, R. & Sh. Kazempour Osaloo. 2007. Spore morphology of certain mosses of northern Tehran, Iran: Taxonomical and ecological implications. *The Iranian Journal of Botany* 13:150-159.
- Klazenga, N. 2012a. Australian Mosses Online. 25. Acrocladiaceae. [http://www.anbg.gov.au/abrs/Mosses\\_Online/Acrocladiaceae.pdf](http://www.anbg.gov.au/abrs/Mosses_Online/Acrocladiaceae.pdf)
- Klazenga, N. 2012b. Australian Mosses Online. 27. Lepyrodontaceae. [http://www.anbg.gov.au/abrs/Mosses\\_online/Lepyrodontaceae.pdf](http://www.anbg.gov.au/abrs/Mosses_online/Lepyrodontaceae.pdf)
- Kremp, G. O. W. 1965. *Morphologic Encyclopedia of Palynology*. The University of Arizona Press, Tucson.
- Lashin, G. M. 2011. Fine structures of some bryoflora spores from Saudi Arabia. *Egyptian Journal of Experimental Biology* 7: 35-41.
- Larrain, J. 2016. *The mosses (Bryophyta) of Capitán Prat Province, Aisén Region, southern Chile*. *PhytoKeys*. 68. 91-116. DOI: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.68.9181>
- Lencinas M.V.; G. Martínez Pastur; R. Solán, E. Gallo & J. M. Cellini. 2008. Forest management with variable retention impact over moss communities of *Nothofagus pumilio* understory. *Forstarchiv* 79: 77-82.
- Luizi-Ponzo, A. P. 1995. *Morfologia de Esporos da Família Dicranaceae* (Bryopsida-Bryophyta). – M. Sc. Dissert. Museum Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Luizi-Ponzo, A. P. & O.M. Barth. 1998. Spore morphology of some Bruchiaceae species (Bryophyta) from Brazil. *Grana* 37: 222-227.
- Malcolm, B. & N. Malcolm. 2006. *Mosses and other Bryophytes an illustrated glossary*. Micro-Optics Press, 228 pp.
- Matteri, C. M. 1986. Overview on the phytogeography of the moss flora from Southern Patagonia at 51°-52° South Latitude. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 60: 171-174.
- Matteri, C. M. 2003. Los Musgos (Bryophyta) de la Argentina. *Tropical Bryology* 24: 33-100.
- Matteri, C. M. & M. M. Schiavone. 1988. Comunidades Muscinales del Suelo de los Bosques de Nothofagus Fueguinos. En Simposio sobre Nothofagus. *Monografías de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas and Naturales* 4: 25-36.
- Matteri, C.M. & M. M. Schiavone. 2002. Catálogo de los musgos (Bryophyta) de la región Fueguina en Argentina y Chile. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, n. s. 4: 111-138.
- Medina, N.G. & B. Estébanez, 2014. Does spore ultrastructure mirror different dispersal strategies in mosses? A study of seven Iberian *Orthotrichum* species. *PLoS ONE* 9 (11): e112867. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112867>
- Mitten, G. 1869. Musci Austro-Americani. Enumeratio Muscorum omnium Austro-Americanorum auctori huiusque cognitorum. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 12: 270-550.
- Mogensen, G S. 1981. The biological significance of morphological characters in bryophytes: the spore. *Bryologist* 84: 187-207.
- Mogensen, G S. 1983. The spore. In: R. M. Schuster (ed.), *New Manual of Bryology. The Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 1: 325-342.

- Ochyra, R. & C. M. Matteri. 2001. Bryophyta, Musci, Amblystegiaceae. *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego* 14 (10): 1-96.
- Olesen, P. & G. S. Mogensen. 1978. Ultrastructure, histochemistry and notes on germination stages of spores in selected mosses. *Bryologist* 81: 493-516.
- Pedersen, N. & L. Hedenäs. 2002. Phylogeny of the Plagiotheciaceae based on molecular and morphological evidence. *Bryologist* 105: 310-324.
- Piñeiro, M. R. 2017. Esporas de *Funaria hygrometrica* y *Entosthodon laxus* (Funariaceae, Bryophyta) para la región de Tierra del Fuego, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 52 (1): 39-44.
- Potrony Hechavarría, M. A.; O. J. Reyes & A. Motito Marín. 2011. Patrones de distribución y vías de migración de los musgos del macizo montañoso Sagua Baracoa, Cuba oriental. *Polibotánica* 31: 71-87.
- Punt, W.; S. Blackmore; S. Nilsson & A. Le Thomas. 2006. *Glossary of pollen and spore Terminology*. LPP Foundation, Utrecht.
- Reyre, Y. 1968. La sculpture de l'exine des pollens des Gymnospermes et Chlamydospermes et son utilisation dans l'identification des pollens fossiles. *Pollen et Spores* 10 (2): 197-220.
- Reyre, Y. 1975. L'ultra-sculpture des pollens de Gymnospermes: un critère précieux mais une diagnose difficile. *Bulletin de la Société Botanique de France* 122: 79-84.
- Savaroğlu F. 2015 Spore morphology of some Orthotrichaceae Arn. species (Bryophyta) from Turkey. *Bangladesh Journal of Botany* 44: 499-506.
- Savaroğlu, F.; I.P. Erkara & O. Koyuncu. 2017. Observations of spore morphology of some species of Hypnaceae Schimp. (Bryophyta) in Turkey. *Bangladesh Journal of Botany* 46: 9-17.
- Tangney, R. S.; S. Huttunen; M. Stech & D. Quandt. 2010. A review of the systematic position of the pleurocarpous moss genus *Acrocladium* Mitten. *Tropical Bryology* 31: 164-170.
- Vanderpoorten, A.; L. Hedenäs; C. J. Cox & A. J. Shaw. 2002a. Phylogeny and morphological evolution of the Amblystegiaceae (Bryopsida). *Molecular Phylogenetics Evolution* 23: 1-21.
- Vanderpoorten, A.; L. Hedenäs; C. J. Cox & A. Shaw. 2002b. Circumscription, classification, and taxonomy of Amblystegiaceae (Bryopsida) inferred from nuclear and chloroplast DNA sequence data and morphology. *Taxon* 51: 115-122.
- Walther, K. 1983. V. 2 Bryophytina. Laubmoose. *Syllabus der Pflanzenfamilien*, ed. A. Engler. Gebrüder Borntraeger: 64-89.
- Wardle, P.; C. Ezcurra; C. Ramírez & S. Wagstaff. 2001. Comparison of the flora and vegetation of the Southern Andes and New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 39: 69-108.