




NÚMERO ESPECIAL: NUEVAS TENDENCIAS EN EL ESTUDIO DE HELECHOS Y LICOFITAS NEOTROPICALES: MIRADAS MULTIDISCIPLINARIAS PARA SU CONOCIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Agustina Yañez^{1*}, Gonzalo J. Marquez² & Olga G. Martinez³

Editores invitados

1. Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (MACN-CONICET), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
2. División Paleobotánica, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina.
3. Facultad de Ciencias Naturales-IBIGEO-CONICET, Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina

*gugu@macn.gov.ar

Este año se cumple el décimo aniversario del fallecimiento del Dr. Elías Ramón De La Sota, quien no sólo sentó las bases del estudio de los helechos y licofitas en Argentina, sino que fue un referente para la disciplina en toda América Latina. Por este motivo, propusimos a las autoridades de la Sociedad Argentina de Botánica realizar un número especial a quien fuera nuestro maestro. A 10 años de su partida, es inspirador ver su legado plasmado en la calidad y cantidad de los artículos publicados aquí, reflejo fiel de las investigaciones llevadas adelante actualmente por los científicos y científicas de la región.

Los helechos y las licofitas cuentan con alrededor de 12.000 especies (PPG I, 2016) y se encuentran entre los grupos de plantas vasculares más carismáticos, debido a su fascinante historia evolutiva, su rol en los ecosistemas pasados y presentes, sus estrategias de propagación y dispersión, sus características morfológicas y fisiológicas, y sus no tan explorados usos tradicionales (Keller & Prance, 2015; Gómez-Noguez *et al.*, 2017). Estas plantas representan un importante componente de la flora del Neotrópico, donde se encuentran 4 de los 8 *hotspots* mundiales de riqueza de especies (Suissa *et al.* 2020): Mesoamérica, Guyanas, Andes tropicales y sudeste de Brasil. Cabe destacar que muchas especies son particularmente vulnerables a la modificación y pérdida acelerada de hábitats naturales y a los cambios en distintas variables climáticas producto de la acción directa o indirecta del ser humano (Arana *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2018), lo que pone en peligro su supervivencia, aunque también pueden convertirlas en buenos indicadores ambientales. Por este motivo, las investigaciones sobre helechos y licofitas en esta región del planeta cobran especial relevancia, tanto en la carrera contra el tiempo por conocer y conservar, como por la necesidad de tener información confiable para realizar un manejo sostenible del recurso.

En este marco, si bien el estudio de estos grupos continúa siendo abordado desde disciplinas tradicionales, como la sistemática y la taxonomía, observamos un notable incremento en investigaciones enfocadas desde áreas complementarias. En particular, la anatomía y la palinología han ganado relevancia en los últimos tiempos, tanto para comprender fenómenos ontogenéticos y fisiológicos, como para aportar caracteres adicionales a la reinterpretación de las relaciones filogenéticas sugeridas por los análisis moleculares (Testo & Sundue, 2016). Asimismo, creció el interés por explorar las interacciones de los helechos con otros organismos, como en el caso de las simbiosis con hongos micorrízicos y endófitos, lo que revela complejas redes ecológicas que contribuyen a su éxito en diversos ambientes (Lehnert & Kessler, 2016). Finalmente, la identificación de rasgos funcionales ha ganado relevancia, mostrando la importancia de estos grupos como bioindicadores ambientales y demostrando su potencial para monitorear la calidad de los ecosistemas y responder a cambios ambientales. Este enfoque interdisciplinario está ampliando el conocimiento sobre estas plantas, vinculando sus características biológicas con su papel ecológico y aplicaciones prácticas.

Los trabajos presentados en este número especial abarcan todo el abanico de disciplinas mencionadas, abordando desde distintas aristas la diversidad y adaptación de los helechos y licofitas en distintos ambientes neotropicales. Este conjunto de investigaciones refleja el dinamismo y la complejidad de los estudios sobre helechos y licofitas en el área de estudio, ofreciendo nuevas perspectivas tanto para la conservación como para la gestión sostenible de los ambientes en los cuales habitan:

Diversidad taxonómica y nuevas especies: Los artículos de Hirai *et al.* y Valdespino *et al.* amplían nuestro conocimiento de la riqueza en el área de estudio, particularmente en Brasil. En el primer caso se presenta, a partir de nuevas evidencias morfológicas, una re-evaluación de la taxonomía del género *Pteris* para el país, reconociendo cuatro registros no citados previamente; en el segundo caso, los autores describen una nueva especie de *Selaginella* para la ciencia.

Anatomía, palinología y evidencia filogenética: Los estudios anatómicos en pecíolos de especies mexicanas de *Polypodiaceae* (**Luis-Enríquez et al.**) y raíces de helechos Cheilanthoideos (**Hernandez et al.**) ponen de manifiesto la importancia que tienen este tipo de caracteres en la comprensión de la evolución de los helechos. Asimismo, el artículo de **Macluf et al.** resalta la enorme utilidad que posee la palinología en el estudio de las licofitas.

Interacciones ecológicas y microbiológicas: Los estudios sobre los endófitos fúngicos en helechos medicinales de San Luis (**Torres et al.**) y la descripción de micorrizas arbusculares en especies de *Thelypteridaceae* de las Yungas tucumanas (**Romagnoli et al.**) demuestran la importancia que las interacciones subterráneas poseen en el desarrollo y adaptación de muy distintos grupos de helechos.

Propagación ex-situ: La investigación de **Martinenco et al.** sobre la viabilidad de esporas luego de su almacenamiento a bajas temperaturas, abre la posibilidad para futuras investigaciones sobre conservación *ex-situ* de especies que habitan ecosistemas susceptibles a degradación.

Distribución y conservación: Los artículos de **Marquez et al.**, en el Paisaje Protegido “Cerro Mbororé” (Misiones, Argentina) y **Sottile et al.**, en las sierras de Tandilia (Buenos Aires, Argentina), muestran la importancia de los sistemas serranos como fuentes de microhábitats para distintos grupos de helechos y licofitas, siendo verdaderas “islas” de diversidad para estos grupos. Por su parte, **Murillo et al.** analizan de qué manera variables como la química del suelo y la estructura de la vegetación afectan la composición y diversidad de estas plantas en los bosques subandinos de los Andes del Norte.

Aplicaciones prácticas: Finalmente, el estudio de **Tabernerero et al.** sobre la fitorremediación con *Salvinia minima*, ilustra cómo algunas especies de helechos pueden tener aplicaciones directas en la restauración ambiental, abordando problemas contemporáneos como la contaminación por metales pesados.

SPECIAL ISSUE: NEW TRENDS IN THE STUDY OF NEOTROPICAL FERNS AND LYCOPHYTES: MULTIDISCIPLINARY PERSPECTIVES FOR THEIR KNOWLEDGE AND CONSERVATION

This special issue is dedicated to Dr. Elías Ramón De La Sota, who not only laid the foundation for the study of ferns in Argentina but also became a leading figure in the discipline throughout Latin America. Ten years after his passing, it is inspiring to see the quality of research conducted by scientists in the region reflected in the articles published here.

Ferns and lycophytes comprise around 12,000 species (PPG I, 2016) and are among the most charismatic groups of vascular plants due to their fascinating evolutionary history, their role in past and present ecosystems, their propagation and dispersal strategies, their morphological and physiological characteristics, and their not-so-well-explored traditional uses (Keller & Prance, 2015; Gómez-Noguez *et al.*, 2017). These plants represent an important component of the Neotropical flora, where four of the eight global species richness hotspots are found (Suissa *et al.*, 2020): Mesoamerica, the Guianas, the tropical Andes, and southeastern Brazil. It is important to highlight that many species are particularly vulnerable to the modification and accelerated loss of natural habitats, as well as to changes in various climatic variables resulting from the direct or indirect actions of humans (Arana *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2018), which threatens their survival. However, this vulnerability can also make them good environmental indicators. For this reason, research on ferns and lycophytes in this region of the planet is of special relevance, both in the race against time to understand and conserve these species, and in the need for reliable information to manage the resource sustainably.

In this context, although the study of these groups continues to be approached from traditional disciplines, such as systematics and taxonomy, there has been a notable increase in research focused on complementary fields. In particular, anatomy and palynology have gained relevance in recent times, both for understanding ontogenetic and physiological phenomena and for providing additional characters to reinterpret the phylogenetic relationships suggested by molecular analyses (Testo & Sundue, 2016). Additionally, interest in exploring ferns' interactions with other organisms has grown, such as in the case of symbiosis with mycorrhizal and endophytic fungi, revealing complex ecological networks that contribute to their success in various environments (Lehnert & Kessler, 2016). Finally, the identification of functional traits has acquired significance, highlighting the relevance

of these groups as environmental bioindicators and demonstrating their potential to monitor ecosystem quality and respond to environmental changes. This interdisciplinary approach is expanding the knowledge about these plants, linking their biological characteristics with their ecological roles and practical applications.

The articles presented in this special issue cover the full spectrum of the mentioned disciplines, addressing from different angles the diversity and adaptation of ferns and lycophytes in various Neotropical environments. This collection of research reflects the dynamism and complexity of studies on ferns and lycophytes in the study area, offering new perspectives both for conservation and for the sustainable management of the environments they inhabit:

Taxonomic diversity and new species: The articles by **Hirai *et al.*** and **Valdespino *et al.*** expand our knowledge of the richness in the study area, particularly in Brazil. The former presents a reevaluation of the taxonomy of the genus *Pteris* in the country, based on new morphological evidence, recognizing four previously unrecorded species; the latter describes a new species of *Selaginella* to science.

Anatomy, palynology, and phylogenetic evidence: Anatomical studies on the petioles of Mexican species of Polypodiaceae (**Luis-Enriquez *et al.***) and the roots of Cheilanthoid ferns (**Hernández *et al.***) highlight the importance of these characters in understanding fern evolution. Similarly, the article by **Macluf *et al.*** underscores the enormous utility of palynology in the study of lycophytes.

Ecological and microbiological interactions: The studies on fungal endophytes in medicinal ferns from San Luis (**Torres *et al.***) and the description of arbuscular mycorrhizae in species of *Thelypteridaceae* from the Tucumán Yungas (**Romagnoli *et al.***) demonstrate the importance of underground interactions in the development and adaptation of diverse groups of ferns.

Ex-situ propagation: The research conducted by **Martinenco *et al.*** on spore viability after storage at low temperatures provides valuable information as a basis for future research on *ex-situ* conservation of species that inhabit ecosystems susceptible to degradation.

Distribution and conservation: The articles by **Márquez *et al.***, in the “Cerro Mbororé” Protected Landscape (Misiones, Argentina) and **Sottile *et al.***, in the Tandilia Hills (Buenos Aires, Argentina), show the importance of mountain systems as sources of microhabitats for various groups of ferns and lycophytes, serving as true “islands” of diversity for these groups. **Murillo *et al.*** analyze how variables such as soil chemistry and vegetation structure affect the composition and diversity of these plants in the sub-Andean forests of the Northern Andes.

Practical applications: Finally, the study by **Tabernerero *et al.*** about phytoremediation with *Salvinia minima* illustrates how some fern species can have direct applications in environmental restoration, addressing contemporary issues like heavy metal contamination.

BIBLIOGRAFÍA - BIBLIOGRAPHY

- ARANA, M. D., M. PONCE, J. J. MORRONE & A. J. OGGERO. 2013. Patrones biogeográficos de los helechos de las Sierras de Córdoba (Argentina) y sus implicancias en la conservación. *Gayana Bot.* 70: 358-377.
- GÓMEZ-NOGUEZ, F., L. M. LEÓN-ROSSANO, K. MEHLTRETER, A. OROZCO-SEGOVIA, I. ROSAS-PÉREZ & B. PÉREZ-GARCÍA. 2017. Experimental Measurements of Terminal Velocity of Fern Spores. *Amer. Fern J.* 107: 59-71.
- LEHNERT, M. & M. KESSLER. 2016. Mycorrhizal Relationships in Lycophytes and Ferns. *Fern Gaz.* 20: 101-116.
- PPG I. 2016. A Community-Derived Classification for Extant Lycophytes and Ferns. *J. Syst. Evol.* 54: 563-603. <https://doi.org/10.1111/jse.12229>.
- KELLER, H. A. & G. T. PRANCE. 2015. *The Ethnobotany of Ferns and Fern Allies.* *Fern Gaz.* 20: 1-14.
- SILVA, V. L., K. MEHLTRETER & J. L. SCHMITT. 2018. Ferns as Potential Ecological Indicators of Edge Effects in Two Types of Mexican Forests. *Ecol. Indic.* 93: 669-676.
- SUISSA, J. S., M. A. SUNDUE & W. TESTO. 2021. Mountains, Climate and Niche Heterogeneity Explain Global Patterns of Fern Diversity. *J. Biogeog.* 48: 1296-1308.
- TESTO, W. & M. SUNDUE. 2016. A 4000-Species Dataset Provides New Insight into the Evolution of Ferns. *Mol. Phylogenet. Evol.* 105: 200-211.



Dr. Elías Ramón De La Sota (1932-2014)

ÍNDICE

HIRAI, R. Y., C. M. MYNSEN & J. PRADO New approaches in the fern genus <i>Pteris</i> (Pteridaceae) from Brazil. Nuevos enfoques en el género <i>Pteris</i> (Pteridaceae) de Brasil	259-272
LUIS-ENRÍQUEZ, S., A. MENDOZA-RUIZ, J. CEJA-ROMERO & E. VELÁZQUEZ-MONTES Anatomía del peciolo de 16 especies de Polypodiaceae presentes en México. ... Petiole anatomy of 16 species of Polypodiaceae from Mexico	273-298
MARTINENCO, M. L., M. D. ARANA & M. L. LUNA Spore viability of fern species of the genera <i>Amauropelta</i> , <i>Blechnum</i> , and <i>Physematum</i> from central Argentina after low temperature storage. Viabilidad de esporas de helechos de los géneros <i>Amauropelta</i> , <i>Blechnum</i> y <i>Physematum</i> del centro de Argentina luego del almacenamiento a baja temperatura	299-309
MACLUF, C. C., M. D. ARANA, G. E. GIUDICE & M. L. LUNA Estudio palinológico de las Licofitas (Lycopodiopsida) de las Sierras Pampeanas centrales de Argentina. Palynological study of the Lycophytes (Lycopodiopsida) from the Sierras Pampeanas centrales of Argentina	311-320
MURILLO-A., J. & L. A. TRIANA-MORENO Diversidad y distribución de los helechos y licófitos de un bosque subandino del norte de los Andes. Diversity and distribution of ferns and lycophytes from a sub-Andean forest in the northern Andes	321-334
ROMAGNOLI, G., M. D. ARANA & P. L. ALBORNOZ Micorrizas arbusculares y endófitos septados en tres especies de Thelypteridaceae de ambientes riparios de las Yungas (Tucumán, Argentina). Arbuscular mycorrhizae and septate endophytes in three species of Thelypteridaceae of riparian environments of the Yungas (Tucumán, Argentina)	335-343
SOTTILE, G. D., T. O'CONNOR, G. BURGOS HERRERA, C. P. WRAAGE & P. A. SUÁREZ Helechos y licofitas del sudeste del Sistema de Tandilia (Buenos Aires, Argentina): composición, afinidad biogeográfica y patrones de diversidad ecológica. Ferns and Lycophytes from the southeastern of Tandilia (Buenos Aires, Argentina): Composition, Biogeographical affinities and ecological diversity patterns	345-374
TORRES, M. L., E. M. CRESPO, M. C. CAROSIO & M. A. LUGO Hongos micorrícicos arbusculares y endófitos septados oscuros en raíces de helechos nativos de uso medicinal de las Sierras Centrales de San Luis, centro-oeste de Argentina. Arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophytes in roots of native medicinal ferns from "Sierras Centrales de San Luis", central-west Argentina	375-392

<p>VALDESPINO, I. A., C. A. LÓPEZ, J. I. CEBALLOS & J. M. PALACIOS <i>Selaginella pectopuellensis</i> (Selaginellaceae, Lycopodiophyta): a new species from Serra do Peito-de-Moça, Bahia, Brazil, with comments on the taxonomy of the species reported in the country.</p> <p><i>Selaginella pectopuellensis</i> (Selaginellaceae, Lycopodiophyta): una nueva especie de la Serra do Peito-de-Moça, Bahía, Brasil con comentarios sobre la taxonomía de las especies reportadas en el país</p>	<p>393-403</p>
<p>MARQUEZ, G. J., A. YAÑEZ & F. CASTÍA. 2024. Helechos y licofitas del Área Natural Protegida “Paisaje Protegido Cerro Mbororé” (Misiones, Argentina).</p> <p>Ferns and lycophytes from Protected Natural Area “Paisaje Protegido Cerro Mbororé” (Misiones, Argentina)</p>	<p>405-416</p>
<p>HERNÁNDEZ, M. A., O. G. MARTÍNEZ, M. A. SCATAGLINI & M. M. PONCE La anatomía de la raíz como evidencia filogenética para los helechos Cheilanthoides (Pteridaceae).</p> <p>Root anatomy as phylogenetic evidence for Cheilanthoid ferns (Pteridaceae)</p>	<p>417-432</p>
<p>TABERNERO, N. R., S. CHOCOBAR PONCE, C. PRADO & M. ROSA Fitorremediación con <i>Salvinia minima</i> (Salviniaceae): identificación de biomarcadores temporales durante la remoción de Cr(VI).</p> <p>Phytoremediation with <i>Salvinia minima</i> (Salviniaceae): identification of temporal biomarkers during Cr(VI) removal</p>	<p>433-447</p>